

Marcello Ferreira  
Vanessa Carvalho de Andrade  
Olavo Leopoldino da Silva Filho  
Iramaia Jorge Cabral de Paulo  
Marco Antonio Moreira

# FUNDAMENTOS, PESQUISAS, CONTEMPORANEIDADES E TENDÊNCIAS NO ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL

Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022:  
II En-MNPEF | VIII EBEF | XI EFRAS





**FUNDAMENTOS, PESQUISAS, CONTEMPORANEIDADES E  
TENDÊNCIAS NO ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL**





*Marcello Ferreira  
Vanessa Carvalho de Andrade  
Olavo Leopoldino da Silva Filho  
Iramaia Jorge Cabral de Paulo  
Marco Antonio Moreira*

**FUNDAMENTOS, PESQUISAS, CONTEMPORANEIDADES E  
TENDÊNCIAS NO ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL**

*Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022:  
II En-MNPEF / VIII EBEF / XI EFRAS*



Editora Livraria da Física  
São Paulo — 2022

Copyright © 2022 Editora Livraria da Física

1a. Edição

Editor: José Roberto Marinho

Projeto gráfico e diagramação: Thiago Augusto Silva Dourado

Capa: Fabrício Ribeiro

*Texto em conformidade com as novas regras ortográficas do Acordo da Língua Portuguesa.*

ISBN 978-65-5563-258-3

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida sejam quais forem os meios empregados sem a permissão da Editora. Aos infratores aplicam-se as sanções previstas nos artigos 102, 104, 106 e 107 da Lei n. 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.



Editora Livraria da Física

Tel./Fax: +55 11 3459-4327 / 3936-3413

[www.livrariadafisica.com.br](http://www.livrariadafisica.com.br)

## APRESENTAÇÃO

Entre 12 e 16 de dezembro de 2022, com sede na Universidade de Brasília, no Memorial Darcy Ribeiro (Beijódromo), no Centro Internacional de Física (CIF) e no Instituto de Física (IF), associaram-se três eventos organizados pela UnB em parceria com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), a Sociedade Brasileira de Física (SBF) e o respectivo Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF): o II Encontro Nacional do MNPEF (En-MNPEF), a VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF) e a XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS), compondo os **Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022** (EIFE 2022).

Tratou-se de um evento de grande porte que congregou três ações tradicionais do cenário nacional em Física e seu ensino, em vias de internacionalização. Ele foi voltado para um público amplo de pesquisadores, coordenadores de curso, professores universitários, professores da Educação Básica e estudantes de final de graduação (com ênfase nas licenciaturas) e pós-graduação em Ensino de Física ou Ensino/Educação de/em Ciências. Os eventos, ainda que unidos em uma única proposta, mantiveram seus objetivos originais de forma integrada, como se pode verificar em: <http://www1.fisica.org.br/eife2022>.

O En-MNPEF foi voltado para a formação de professores da Educação Superior e Básica e, nessa segunda edição, seguiu a proposta de divulgar, compartilhar e debater novas metodologias e possíveis linhas de atuação no ensino da Física. A ênfase está nos desdobramentos recentes da ciência, bem como conhecimentos contemporâneos que podem contribuir

para o aprimoramento da qualidade da Física e seu ensino. Assim, tratou-se de um encontro para repensar a reflexão e a prática do professor.

A EBEP, em sua oitava edição, foi um evento destinado a professores docentes de cursos de mestrados profissionalizantes em ensino de Física, prioritariamente do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Foi também aberta à participação de estudantes e pesquisadores em ensino de Física, com o principal objetivo de contribuir para uma mudança de paradigmas nesta ciência e em seu ensino, em especial nas disciplinas do MNPEF: superar o padrão da narrativa em sala de aula, centrada no professor e baseada em aulas expositivas e listas de problemas, e perseguir o paradigma da aprendizagem ativa e significativa, centrada no estudante e baseada em atividades colaborativas, na diversidade de estratégias de ensino e de recursos instrucionais.

Já a EFRAS, em sua décima primeira edição, é uma escola de caráter nacional e internacional já tradicional do Instituto de Física UnB, sempre guiada por uma temática da Física e seu ensino, e que contempla minicursos, palestras e apresentações de trabalhos dos inscritos, promovendo um meio apropriado para a formação de estudantes de final de graduação e de pós-graduação, bem como sua interação com professores e estudantes brasileiros e estrangeiros. Nesta edição conjunta, a Escola manteve a ênfase no ensino de Física, abordando assuntos de interesse para a formação inicial e continuada de professores de pós-graduação e graduação.

Os EIFE 2022, assim, constituíram uma reunião numerosa, consistente e significativa de coordenadores, pesquisadores e estudantes de pós-graduação e graduação em Física, na consolidação de encontros envolvendo centros de pesquisa, programas de formação, escolas e professores da Educação Básica. Além de uma programação científica diversa e coerente com a perspectiva formativa do MNPEF, na interface entre conteúdos, referenciais teóricos e metodológicos, pesquisa translacional e desenvolvimento didático, foram realizadas atividades integradoras, acadêmicas e culturais relevantes ao desenvolvimento da

área de Física e seu ensino no Brasil, sobretudo diante da consolidação do MNPEF como PPG de relevante inserção e impacto social e de excelência nacional (avaliado em 2022 com nota máxima pela Capes), bem como das perspectivas de criação do Doutorado Nacional Profissional em Ensino de Física (DNPEF).

A programação do evento contemplou conferências, minicursos, mesas redondas, sessões de apresentações orais de trabalhos, sessões de apresentações de pôsteres, oficinas, reuniões acadêmicas entre coordenadores e estudantes, visitas a espaços de experimentação da UnB, apresentações culturais e exposição de produtos educacionais em física (sequências didáticas, aplicações tecnológicas/computacionais, simulações, experimentos, notas de aulas, livros, audiovisuais e demais derivações). A temática integradora foi a comemoração dos 100 anos de nascimento do antropólogo, historiador e sociólogo Darcy Ribeiro, grande intelectual brasileiro, defensor da educação pública, gratuita e de qualidade e idealizador da UnB, cujo nome do principal campus, inclusive, presta-lhe tributo. Essa perspectiva deu tessitura ao conjunto de conferências, minicursos, trabalhos e apresentações que compuseram o evento.

Estiveram presentes nos EIFE 2022 mais de 250 inscritos, entre autoridades da administração superior da UnB (reitora, decanos e diretores) e da Capes (diretor e coordenadores), a presidenta da SBF, palestrantes brasileiros e internacionais, docentes e discentes da UnB e de outras instituições públicas de ensino, interessados e, com destaque, os coordenadores, professores e estudantes de pós-graduação das 61 instituições públicas de ensino superior integrantes do MNPEF. Para viabilizar essas participações, destacou-se o significativo apoio financeiro da Capes, bem como os esforços de estudantes de diferentes regiões do Brasil — mormente professores da Educação Básica — que, mesmo com contingências, se mobilizaram para apresentar suas produções e participar do evento.

Foram submetidos 100 artigos, 85 dos quais aprovados para apresentação oral e com possibilidade de publicação como

artigo em número especial da Revista do Professor de Física (<https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/index>). Destes, seguindo critérios de qualidade e pertinência, cotejados pela avaliação ad hoc de 32 especialistas em Ensino de Física do Brasil, 71 foram selecionados pelos organizadores para constarem desta obra.

Esta composição, portanto, objetiva reunir e divulgar (sem compromissos filogenéticos, mas com intensa preocupação identitária) motivações, resultados e inflexões que projetam um ângulo da produção translacional e do desenvolvimento do ensino de física no âmbito do MNPEF. Ela o faz retomando as perspectivas dos eventos que lhe sustentam e suas principais contribuições, projetando, como tendência e — quiçá — paradigma, um clássico jamais superado: a necessidade de clareza e rigor — sem ortodoxia — de convicções, propósitos e métodos para o ensino de Física, com referenciamento social e cultural, científico, inclusivo e consciência de sua contemporaneidade e de suas tendências.

A área de pesquisa e desenvolvimento em Ensino de Física, como se sabe, vem se dedicando, desde a década de 1960, no Brasil e no mundo, a estudos relacionados à didática, à aprendizagem, ao currículo, ao contexto educativo e à formação de professores. Tem buscado fazê-lo com base em um quadro epistemológico, teórico e metodológico próprio, coerente à sua perspectiva interdisciplinar e com mutualismo aos conteúdos científicos específicos, com atenção a uma perspectiva social e inclusiva e com íntima relação com a educação básica. Os resultados dessas investigações têm sido evidenciados em reflexões e formulações teóricas, produções educacionais e rupturas paradigmáticas, bem como intensificados nas relações entre os saberes e os sujeitos. É isso que tem legitimado e destacado a produção acadêmica relacionada e o que nos motivou a compor o presente livro, sob a generosa edição da Livraria da Física, intitulado ***“FUNDAMENTOS, PESQUISAS, CONTEMPORANEIDADES E TENDÊNCIAS NO ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL”***.

Em caráter sobretudo descritivo e aplicado, ele contém contribuições relacionadas à Física e ao seu ensino apresentadas nos Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022: II En-MNPEF / VIII EBEF / XI EFRAS. Os temas, os referenciais e as abordagens são bastante diversas, transversalizando abordagens em temas científicos e sua didática; incursões epistemológicas; relações psicológicas da aprendizagem; materiais e tecnologias digitais aplicadas ao ensino; metodologias ativas; experimentação e investigação; resolução de problemas e conceitualização; currículo; avaliação; abordagens ciência-tecnologia-sociedade; alfabetização, letramento e divulgação científica; ensino em espaços não formais; tendências e inovações etc. Também tiveram ênfase descrições decorrentes de aplicações educacionais, abrangendo: sequências didáticas; materiais instrucionais; soluções computacionais e outras tecnologias digitais; roteiros experimentais etc.

Buscamos reunir, neste livro, um conjunto importante de artigos que se ocuparam em discutir fundamentos teórico-metodológicos do ensino de física até temas de fronteira, passando por abordagens que recuperam discussões sociais, políticas, organizacionais, de diversidade e inclusão. Uma característica que se pode haurir do conjunto de textos é a renovada tentativa, feita pelos autores, de aproximar abordagens acadêmicas voltadas para o ensino da Física à concretude da atuação na Educação Básica. É essa translação que particularmente buscamos harmonizar nas páginas que se seguem.

Desejamos que este compilado seja, além de um registro, uma fonte longínqua de consulta, investigação e de inspiração para novas reflexões e novas práticas em Física e seu ensino.

*Os organizadores.*





## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>V</b>
<b>O USO DE WEBQUESTS NO CONTEXTO DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA COMO RECURSO INSTRUCIONAL — <i>Olavo Leopoldino da Silva Filho, Marcello Ferreira</i></b>	<b>1</b>
Introdução . . . . .	1
1. Fundamentação teórica: etapas da TAS e tipos de itens associados a uma WebQuest . . . . .	6
1.1. Etapa de Levantamento de Subsunçores . . . . .	6
1.2. Etapa de Organização Avançada dos Subsunçores . . . . .	7
1.3. Etapas de Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa . . . . .	10
2. Implementação Computacional . . . . .	10
3. Considerações Finais . . . . .	11
Agradecimentos . . . . .	12
Referências . . . . .	12
<b>SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DA FÍSICA DO LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DE SIMULADOR COMPUTACIONAL E MONTAGEM EXPERIMENTAL — <i>Silvio Figueiredo Conceição Júnior, Francisco Nairon Monteiro Júnior</i></b>	<b>15</b>

Introdução . . . . .	15
1. Fundamentação Teórica . . . . .	16
2. Métodos e Materiais . . . . .	18
3. Resultados e Discussões . . . . .	22
4. Considerações Finais . . . . .	24
Agradecimentos . . . . .	24
Referências . . . . .	25

**ENGAJAMENTO ACADÊMICO: UMA INVESTIGAÇÃO COM DISCENTES DO CURSO DE FÍSICA SOBRE A UTILIZAÇÃO DE ESTRATÉGIAS INOVADORAS NO ESTÁGIO SUPERVISIONADO —**

***Rai Mendes de Farias, Tiago Nery Ribeiro* 27**

Introdução . . . . .	27
1. Fundamentação Teórica . . . . .	30
2. Métodos e Materiais . . . . .	32
3. Resultados e Discussões . . . . .	34
4. Considerações Finais . . . . .	39
Referências . . . . .	39

**COMPARAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO DECAIMENTO RADIOATIVO ATRAVÉS DE LANÇAMENTOS DE POLIEDROS —**

***C. V. Bauman Bertti, A. N. Silveira, A. G. Dytz, E. Arashiro* 43**

Introdução . . . . .	43
1. Fundamentação Teórica . . . . .	44
2. Métodos e Materiais . . . . .	47
3. Resultados e Discussões . . . . .	49
4. Considerações Finais . . . . .	52
Agradecimentos . . . . .	53
Referências . . . . .	53

**FÍSICA E JOGOS TEATRAIS: UMA PROPOSTA DIDÁTICA EMBASADA NOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS PARA O ENSINO DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS EM NÍVEL MÉDIO**

<b>— André Luiz da Cunha Alves, Cassiana Barreto Hygino Machado</b>		<b>55</b>
Introdução . . . . .		55
1. Fundamentação Teórica . . . . .		56
2. Métodos e Materiais . . . . .		57
3. Resultados e Discussões . . . . .		59
3.1. Resultados dos jogos teatrais . . . . .		59
3.2. Resultados dos questionários inicial e final . . . . .		61
4. Considerações Finais . . . . .		65
Agradecimentos . . . . .		66
Referências . . . . .		66
 <b>FÍSICA EM UM MUSEU DE BIOLOGIA: UM ESTUDO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS ATRAVÉS DE VARIÁVEIS HIDROLÓGICAS DA MATA ATLÂNTICA — Thiago Auer Camilo de Jesus, Laercio Ferracioli</b>		<b>69</b>
Introdução . . . . .		69
1. Fundamentação Teórica . . . . .		70
2. Métodos e Materiais . . . . .		71
2.1. Área de estudo . . . . .		71
2.2. A oficina . . . . .		72
2.3. Avaliação dos conhecimentos prévios, apresentação e organização da oficina . . . . .		72
2.4. Visita e coleta de dados no parque do MBML . . . . .		73
2.5. Cálculo da vazão em sala de aula . . . . .		73
3. Resultados e Discussões . . . . .		73
4. Considerações Finais . . . . .		75
Referências . . . . .		76
 <b>OS INDICADORES DOS PROCESSOS DE PROBLEMATIZAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO EM UMA AULA DE FÍSICA — Alex Sales Leal Junior, Rubens Silva</b>		<b>79</b>
Introdução . . . . .		79

1. Fundamentação Teórica . . . . .	80
2. Métodos e Materiais . . . . .	82
3. Resultados e Discussões . . . . .	83
3.1. Sobre os resultados e discussões . . . . .	88
4. Considerações finais . . . . .	90
Agradecimentos . . . . .	91
Referências . . . . .	91

**RADIAÇÕES IONIZANTES E SUAS APLICAÇÕES NO CONTEXTO DO ENSINO DE ONDAS COM UMA ABORDAGEM MULTIDISCIPLINAR E INTEGRADA A CAMPANHA DE PREVENÇÃO DO CÂNCER DE MAMA: OUTUBRO ROSA — *Luís Henrique Lucas Ferreira, Everaldo Arashiro, Aline Guerra Dytz***

**93**

Introdução . . . . .	93
1. Fundamentação Teórica . . . . .	94
2. Metodologia . . . . .	97
3. Resultados e Discussões . . . . .	100
4. Considerações Finais . . . . .	101
Agradecimentos . . . . .	102
Referências . . . . .	102

**NA TRILHA DO SABER: JOGO ADAPTADO COMO ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA A ALUNOS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA NO ENSINO MÉDIO — *Lerika do Amaral Poll, Rubens Silva, Carlos Alberto Brito da Silva Júnior***

**105**

Introdução . . . . .	105
1. Fundamentação Teórica . . . . .	107
2. Métodos e Materiais . . . . .	113
2.1. Descrição das Etapas do Produto Educacional . . . . .	115
3. Resultados e Discussões . . . . .	116
4. Considerações Finais . . . . .	117
Referências . . . . .	117

<b>A UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE ELETRODINÂMICA — <i>Edson Pereira da Silva, Marcos Antônio Tavares Lira</i></b>	<b>121</b>
Introdução . . . . .	121
1. Fundamentação Teórica . . . . .	123
1.1. O processo de formação do conhecimento de acordo com Vygotsky . . . . .	123
2. Métodos e Materiais . . . . .	124
2.1. Local de aplicação do produto educacional . . . . .	125
2.3. Instrumentos de pesquisa utilizados . . . . .	125
2.4. Primeiro experimento: corrente elétrica . . . . .	126
2.5. Segundo experimento: resistores . . . . .	126
2.6. Terceiro experimento: associação de resistores . . . . .	127
3. Resultados e Discussões . . . . .	130
4. Considerações Finais . . . . .	132
Agradecimentos . . . . .	132
Referências . . . . .	132

<b>SALA DE AULA INVERTIDA NO ENSINO DE FÍSICA PARA OS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL — <i>Thais Teixeira da Costa Portes Brusdzenski, Valéria Nunes Belmonte, Bernardo Mattos Tavares</i></b>	<b>135</b>
Introdução . . . . .	135
1. Fundamentação Teórica . . . . .	137
1.1. O processo de aprendizagem na perspectiva de Jean Piaget . . . . .	138
1.2. Sala de Aula Invertida . . . . .	139
2. Métodos e Materiais . . . . .	142
2.1. Roteiro das aulas . . . . .	143
3. Resultados e Discussões . . . . .	144
3.1. Comentários dos estudantes . . . . .	146
4. Considerações finais . . . . .	146
Agradecimentos . . . . .	149

Referências . . . . .	149
<b>FÍSICA, ASTRONOMIA E A BNCC — <i>Demison Correia Motta, Nathalia Mariz do Amaral</i></b>	<b>153</b>
Introdução . . . . .	153
1. Fundamentação Teórica . . . . .	155
2. Métodos e Materiais . . . . .	156
3. Resultados e Discussões . . . . .	157
4. Considerações Finais . . . . .	161
Agradecimentos . . . . .	162
Referências . . . . .	162
<b>ENSINAGEM DOS FENÔMENOS DE ABSORÇÃO E EMISSÃO DE ENERGIA VIA OBJETOS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM E METODOLOGIAS ATIVAS — <i>Luciana Da Cruz Barros, Mateus Gomes Lima</i></b>	<b>165</b>
Introdução . . . . .	165
1. Fundamentação Teórica . . . . .	167
2. Métodos e Materiais . . . . .	170
3. Resultados e Discussões . . . . .	174
4. Considerações Finais . . . . .	176
Agradecimentos . . . . .	177
Referências . . . . .	177
<b>O ENSINO DE ASTRONOMIA E A EDUCAÇÃO INCLUSIVA: RELATOS DE EXPERIÊNCIA DO PROJETO DE EXTENSÃO “ASTRONOMIA: DESVENDANDO O CÉU” — <i>Fábio Andrade de Moura, Rubens Silva</i></b>	<b>181</b>
Introdução . . . . .	181
1. Fundamentação Teórica . . . . .	182
2. Métodos e Materiais . . . . .	185
3. Resultados e Discussões . . . . .	186
4. Considerações Finais . . . . .	191

Referências . . . . .	192
<b>O USO DA PLACA MAKEY MAKEY PARA O ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS SIMPLES NA PERSPECTIVA DA CULTURA MAKER — <i>Gabriel dos Santos Feitosa, Clebes André da Silva</i></b>	<b>195</b>
Introdução . . . . .	195
1. Fundamentação Teórica . . . . .	197
2. Métodos e Materiais . . . . .	199
3. Resultados e Discussões . . . . .	200
4. Considerações finais . . . . .	202
Referências . . . . .	203
<b>PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO — <i>Taisy Fernandes Vieira, Michel Corci Batista, Fernanda Peres Ramos, Oscar Rodrigues dos Santos</i></b>	<b>205</b>
Introdução . . . . .	205
1. Fundamentação Teórica . . . . .	206
2. Métodos e Materiais . . . . .	209
3. Resultados e Discussões . . . . .	210
4. Considerações Finais . . . . .	212
Agradecimentos . . . . .	213
Referências . . . . .	213
<b>UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ESTUDO FÍSICO E MUSICAL DA VIBRAÇÃO DE BARRAS HOMOGÊNEAS POR MEIO DA KALIMBA — <i>Vinicius de Oliveira Moraes, Francisco Nairon Monteiro Júnior</i></b>	<b>215</b>
Introdução . . . . .	215
1. Fundamentação Teórica . . . . .	216
2. Métodos e Materiais . . . . .	219
3. Resultados e Discussões . . . . .	221

4. Considerações Finais . . . . .	223
Agradecimentos . . . . .	224
Referências . . . . .	224

**PROJETO “A FÍSICA VAI À ESCOLA I”: RELATO DE EXPERIÊNCIA DA APLICAÇÃO DE UMA OFICINA INVESTIGATIVA NO ENSINO FUNDAMENTAL MAIOR — *Isabela dos Santos Carvalho, Fátima Nazaré Baraúna Magno, Carlos Rogério Gomes Cabral, João Francisco Moreira de Carvalho, Larissa da Silva Costa*** **227**

Introdução . . . . .	227
1. Fundamentação Teórica . . . . .	229
Experimentação no Ensino de Ciências . . . . .	229
Ensino por Investigação . . . . .	230
Sequência de Ensino Investigativas . . . . .	231
2. Métodos e Materiais . . . . .	232
3. Resultados e Discussões . . . . .	234
3.1. Experimento pulmão artificial . . . . .	234
3.2. Experimento lata mágica . . . . .	235
3.3. A Física vai à Escola II . . . . .	237
4. Considerações Finais . . . . .	239
Agradecimentos . . . . .	240
Referências . . . . .	241

**ENSINO DE FÍSICA PERSONALIZADO NA EJA: UMA ANÁLISE DO CENTRO DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS “PROF. LUIZ OCTÁVIO PEREIRA” — *Paulo Afonso Brandão Ferreira, Alana Adinaele da Silva de Souza, Marlon Fernandes Farias*** **243**

Introdução . . . . .	243
1. Fundamentação Teórica . . . . .	245
1.1. A Educação de Jovens e Adultos e a Legislação	245
1.2. O Ensino Personalizado na Educação de Jovens e Adultos . . . . .	246



2. Métodos e Materiais . . . . .	248
2.1. Análise de Dados . . . . .	248
2.2. Local da Pesquisa . . . . .	248
2.3. Coleta de Dados . . . . .	249
3. Resultados e Discussões . . . . .	249
3.1. O Ensino no CEEJA-BELÉM . . . . .	249
3.2. O Processo de Ensino-Aprendizagem no Campo da Física Com os Alunos da CEEJA-Belém	250
4. Considerações Finais . . . . .	257
Referências . . . . .	258

**ANÁLISE DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM  
BASEADA EM METODOLOGIAS DE APRENDIZAGEM ATIVA  
PARA ENSINAR ESTÁTICA — *Carla Dayane de Andrade, Celso***

<b><i>José Viana-Barbosa</i></b>	<b>261</b>
Introdução . . . . .	261
1. Fundamentação Teórica . . . . .	262
1.1. Sequências de Ensino Aprendizagem . . . . .	262
1.2. Teoria da Aprendizagem Significativa . . . . .	265
1.3. Metodologias de Aprendizagem Ativa . . . . .	267
2. Métodos e Materiais . . . . .	269
2.1. A Sequência de Ensino-Aprendizagem . . . . .	270
2.2. Estrutura dos Encontros . . . . .	272
3. Resultados e Discussões . . . . .	274
3.1. Pré-teste e Pós-teste . . . . .	274
3.2. Resolução de Problemas Ricos em Contexto . . . . .	276
4. Considerações Finais . . . . .	277
Agradecimentos . . . . .	279
Referências . . . . .	279

**OFICINAS DE FÍSICA: PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO MÉDIO — *Ana Dailete Vieira***

<b><i>Assunção, Valéria Castelo Branco de Sousa, Gerson Anderson de Carvalho Lopes, Rafael Martinez</i></b>	<b>281</b>
Introdução . . . . .	281
1. Fundamentação Teórica . . . . .	282
A atividade experimental na aprendizagem de Física em sala de aula . . . . .	282
Atividade experimental na construção do conhecimento significativo no ensino de Física . . . . .	283
2. Metodologia . . . . .	284
3. Resultados e Discussões . . . . .	285
Análise quantitativa dos questionários dos experimentos . . . . .	285
Análise quantitativa dos questionários da Oficina . . . . .	287
Análise Estatística da Pesquisa . . . . .	288
4. Considerações Finais . . . . .	290
Referências . . . . .	291

<b>A DESCOBERTA DA NATUREZA ELÉTRICA DOS RAIOS: UMA ABORDAGEM HISTÓRICO-INVESTIGATIVA — <i>Thatyusce Bonfim Gomes, Vanessa Carvalho de Andrade</i></b>	<b>293</b>
Introdução . . . . .	293
1. Fundamentação Teórica . . . . .	294
2. Métodos e Materiais . . . . .	294
2.1. Episódio histórico . . . . .	294
2.2. A sequência didática . . . . .	296
3. Resultados e Discussões . . . . .	299
4. Considerações Finais . . . . .	301
Referências . . . . .	302

<b>CATEGORIZAÇÃO DAS DISSERTAÇÕES DEFENDIDAS NO POLO 35 DO MNPEF NO PERÍODO DE 2016 A 2022 — <i>Silvio Luiz</i></b>	
---	--

<b><i>Rutz da Silva, André Maurício Brinatti, André Vitor Chaves de Andrade, Jeremias Borges da Silva</i></b>	<b>305</b>
Introdução . . . . .	305
1. Fundamentação Teórica . . . . .	306
1.1. Pesquisa em Ensino de Física . . . . .	306
1.2. Pesquisas sobre o MNPEF . . . . .	308
2. Metodologia . . . . .	309
3. Resultados . . . . .	310
4. Considerações Finais . . . . .	313
Agradecimentos . . . . .	314
Referências . . . . .	314

**CONCEITOS DE RELATIVIDADE GERAL — UMA ABORDAGEM PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO — *Lucca Lopes Dias Santos, Raul Grande Quartieri, Guilherme Henrique Schinzel, Vanessa Carvalho de Andrade***

<b><i>Lucca Lopes Dias Santos, Raul Grande Quartieri, Guilherme Henrique Schinzel, Vanessa Carvalho de Andrade</i></b>	<b>319</b>
Introdução . . . . .	319
1. Fundamentação Teórica . . . . .	321
2. Métodos e materiais . . . . .	323
2.1. A Relatividade Geral e o Princípio da Equivalência . . . . .	323
2.2. Objetos Geométricos Utilizados no Formalismo da TRG . . . . .	327
2.3. Geodésicas e as Equações de Campo de Einstein	329
3. Resultados e Discussões . . . . .	332
4. Considerações Finais . . . . .	333
Referências . . . . .	334

**ESTUDO DE UMA UEPS SOBRE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, UTILIZANDO EFEITO JOULE, EFEITO PELTIER E INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA — *Viviane Dziubate Pittner,***

<b><i>Michel Corci Batista, Oscar Rodrigues dos Santos, Gilson Junior Schiavon</i></b>	<b>337</b>
Introdução . . . . .	337
1. Fundamentação Teórica . . . . .	339
2. Métodos e Materiais . . . . .	341
3. Resultados e Discussões . . . . .	342
4. Considerações Finais . . . . .	344
Agradecimentos . . . . .	345
Referências . . . . .	345
<b>FÍSICA NA MÚSICA: O USO DA MÚSICA COMO UMA FERRAMENTA METODOLÓGICA NO ENSINO DE FÍSICA —</b>	
<b><i>Wenderson Venceslau Barroso de Paula, Sara Vitória de Souza Santos, Alexsandro Pereira Lima</i></b>	<b>347</b>
Introdução . . . . .	347
1. Fundamentação Teórica . . . . .	349
2. Métodos e Materiais . . . . .	352
3. Resultados e Discussões . . . . .	353
4. Considerações Finais . . . . .	354
Agradecimentos . . . . .	354
Referências . . . . .	354
<b>LETRAMENTO CIENTÍFICO E OLIMPÍADAS CIENTÍFICAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA —</b>	
<b><i>Luciana da Cruz Barros, Maria Edivânia Luz Xavier, Silvana Perez</i></b>	<b>357</b>
Introdução . . . . .	357
1. Fundamentação Teórica . . . . .	360
2. Métodos e Materiais . . . . .	362
3. Resultados e Discussões . . . . .	365
4. Considerações Finais . . . . .	369
Referências . . . . .	370

<b>PROPOSTA PARA O ENSINO DE ASTROFÍSICA A PARTIR DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA — <i>Andréia Águeda Magron, Michel Corci Batista, Gilson Junior Schiavon, Oscar Rodrigues dos Santos</i></b>	<b>371</b>
Introdução . . . . .	371
1. Fundamentação Teórica . . . . .	373
2. Métodos e Materiais . . . . .	374
3. Resultados e Discussões . . . . .	375
4. Considerações Finais . . . . .	378
Agradecimentos . . . . .	379
Referências . . . . .	379
<b>USANDO ARDUINO COMO FERRAMENTA DE ENSINO NO LABORATÓRIO DE FÍSICA: CARGA-DESCARGA DO CAPACITOR — <i>Richar Nicolás Durán, Hernani Batista da Cruz, Sani de Carvalho Rutz da Silva, Samuel Correa Machado, Silvio Luiz Rutz da Silva</i></b>	<b>381</b>
Introdução . . . . .	381
1. Circuitos elétricos . . . . .	382
1.1. Arduino . . . . .	383
2. Métodos e Materiais . . . . .	385
3. Resultados e Discussões . . . . .	385
4. Considerações Finais . . . . .	387
Agradecimentos . . . . .	388
Referências . . . . .	388
<b>ATIVIDADES PARA O ENSINO DE ONDULATÓRIA BASEADAS NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA — <i>Dimas Pazini Alves, Giuseppi Gava Camiletti</i></b>	<b>391</b>
Introdução . . . . .	391
1. Fundamentação Teórica . . . . .	392
2. Métodos e Materiais . . . . .	395
3. Resultados e Discussões . . . . .	398

4. Considerações Finais . . . . .	404
Agradecimentos . . . . .	404
Referências . . . . .	405

**ENSINO DE FÍSICA PARA A PRIMEIRA SÉRIE DO NOVO ENSINO MÉDIO POR MEIO DE WEBQUEST — *Bruna Cristina Oliveira***

***Loureiro, Marcelo Castanheira da Silva* 407**

Introdução . . . . .	407
1. Fundamentação Teórica . . . . .	408
1.1. Reforma na Educação: o Novo Ensino Médio . . . . .	408
1.2. O Ensino de Física . . . . .	408
1.3. Neurociência aplicada na aprendizagem . . . . .	409
1.4. Webquest como recurso didático no ensino de Física . . . . .	409
2. Métodos e Materiais . . . . .	409
3. Resultados e Discussões . . . . .	410
4. Considerações Finais . . . . .	413
Agradecimentos . . . . .	414
Referências . . . . .	414

**ANÁLISE DE DIÁLOGOS INTERCULTURAIS ENTRE FÍSICA E CONHECIMENTOS LOCAIS EM AULAS DA EDUCAÇÃO DO CAMPO — *Nathan Carvalho Pinheiro***

***Nathan Carvalho Pinheiro* 417**

Introdução . . . . .	417
1. Fundamentação Teórica . . . . .	419
2. Métodos e Materiais . . . . .	421
3. Resultados e Discussões . . . . .	422
3.1. Relação dos temas com os conhecimentos locais . . . . .	424
3.2. Abrangência dos vínculos estabelecidos . . . . .	425
3.3. Referências que contribuíram para a construção de pontes . . . . .	426
4. Considerações Finais . . . . .	427
Referências . . . . .	428

<b>ENSINANDO A FÍSICA DA COR DO OBJETO PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL POR MEIO DE UM PROTÓTIPO EM ARDUINO — <i>Lucivaldo Silva, Rafael Moraes, Cledson Gonçalves, Ângela Santa Brígida, Marcela Brasil, Simone Fraiha</i></b>	<b>431</b>
Introdução . . . . .	431
1. Fundamentação Teórica . . . . .	432
2. Materiais e métodos . . . . .	435
2.1. Protótipo educacional . . . . .	437
2.2. Desenvolvimento da Sequência didática . . . . .	438
2.2.1. Aplicação na escola 2 com o aluno com deficiência visual . . . . .	439
2.2.2. Aplicação na escola 1 com alunos sem deficiência . . . . .	441
3. Resultados e Discussões . . . . .	442
3.1. Resultado dos questionários aplicados ao aluno com DV . . . . .	442
3.2. Resultado dos questionários aplicados aos alunos com visão normal . . . . .	444
4. Considerações Finais . . . . .	446
Referências . . . . .	447

<b>O USO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS BÁSICOS DE DILATAÇÃO TÉRMICA NO SEGUNDO ANO DO ENSINO MÉDIO — <i>Elder Raimundo Rodrigues Lopes Junior, Simone da Graça de Castro Fraiha</i></b>	<b>451</b>
1. Fundamentação Teórica . . . . .	451
1.2. Ensino por Investigação . . . . .	453
2. Métodos e Materiais . . . . .	455
3. Resultados . . . . .	459
4. Considerações Finais . . . . .	461
Referencias . . . . .	462

**PROJETO CIÊNCIAS NA PRAÇA: DA TRADIÇÃO À EXPERIMENTAÇÃO — AÇÃO INTEGRADA DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS — *Rubens Silva, Leonardo Carneiro Quaresma, Stefanny Souza Caroline de Souza Assunção, Carmem Raquel Leitão de Assis, Lucas Kauan Raiol Queiroz* 465**

Introdução . . . . .	465
1. Fundamentação Teórica . . . . .	467
3. Objetivos . . . . .	470
3.1. Geral . . . . .	470
3.2. Específicos . . . . .	470
4. Materiais e Métodos . . . . .	471
5. Resultados . . . . .	473
6. Considerações Finais . . . . .	475
Referências . . . . .	476

**ENSINO DE CIÊNCIAS: ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE MHS NO LABORATÓRIO REMOTO DA UFPA — *Sandro Viana, Waldomiro Paschoal Jr.* 479**

Introdução . . . . .	479
1. Fundamentação Teórica . . . . .	480
2. Métodos e Materiais . . . . .	480
3. Resultados e Discussões . . . . .	483
4. Conclusão . . . . .	485
Bibliografia . . . . .	485

**FÍSICA EM CASA: USO DOS ITENS ENCONTRADOS NOS LARES PARA ENSINAR FÍSICA PARA ALUNOS DA MODALIDADE EJA — *Paulo Martins Vieira, Wagner Ferreira da Silva* 487**

Introdução . . . . .	487
1. Fundamentação Teórica . . . . .	488
2. Métodos e Materiais . . . . .	490
2.1. A natureza da pesquisa . . . . .	490
2.1. Sujeitos da pesquisa . . . . .	490



2.3. O questionário . . . . .	491
2.4. Elaboração e aplicação do produto . . . . .	491
3. Resultados e Discussões . . . . .	492
3.1. Questões sobre a disciplina de Física . . . . .	492
3.2. Questões sobre o material . . . . .	493
4. Considerações Finais . . . . .	495
Referências . . . . .	496

**SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO SIGNIFICATIVA  
NO ESTUDO DAS RELAÇÕES ENTRE FÍSICA E MÚSICA EM  
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS ENVOLVENDO O OSCILADOR DE  
MELDE — *Joel Vieira de Araújo Filho, Francisco Nairon  
Monteiro Júnior***

**497**

Introdução . . . . .	497
1. Fundamentação Teórica . . . . .	500
2. Métodos e Materiais . . . . .	502
3. Resultados e Discussões . . . . .	508
4. Considerações Finais . . . . .	511
Agradecimentos . . . . .	513
Referências . . . . .	513

**USO DE HISTÓRIA EM QUADRINHO (HQ) NO PROCESSO  
DE ENSINO-APRENDIZAGEM SOBRE ELETROMAGNETISMO —  
*Wênio da Silva Castro, Érica Cupertino Gomes, Pâmella  
Gonçalves Barreto Troncão***

**515**

Introdução . . . . .	515
Materiais e métodos . . . . .	517
Resultados e discussão . . . . .	519
Considerações Finais . . . . .	524
Agradecimentos . . . . .	524
Referências . . . . .	524

<b>A UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS DIGITAIS NO ENSINO DE FÍSICA EM AULAS REMOTAS — <i>Sabrina Mendes Couto, George Kouzo Shinomiya</i></b>		<b>527</b>
Introdução . . . . .		527
1. Fundamentação Teórica . . . . .		528
2. Métodos e Materiais . . . . .		529
2.1. Subitem A — Problematização Inicial . . . . .		530
2.2. Subitem B — Organização do Conhecimento . . . . .		531
2.3. Subitem C — Aplicação do Conhecimento . . . . .		532
3. Resultados e Discussões . . . . .		533
4. Considerações Finais . . . . .		534
Referências . . . . .		535
 <b>A PESQUISA BASEADA EM DESIGN E SEU USO NA CONS- TRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO APRENDIZAGEM INTERDISCIPLINAR: O DESAFIO DA GARRAFA! — <i>Caroline Marianne Monteiro, Ingrid de Souza Siqueira, Aline Chaves Intorne, Paulo Victor Souza</i></b>		 <b>537</b>
Introdução . . . . .		537
1. Fundamentação Teórica . . . . .		539
2. Métodos e Materiais . . . . .		540
3. Resultados e Discussões . . . . .		543
4. Considerações Finais . . . . .		546
Referências . . . . .		548
 <b>DE COPÉRNICO A NEWTON: O ENSINO DA GRAVITAÇÃO E O MOVIMENTO DAS MARÉS — <i>Allinne Vezula Mateveli Gonzaga, Flávio Gimenes Alvarenga</i></b>		 <b>553</b>
Introdução . . . . .		553
1. Fundamentação Teórica . . . . .		554
2. Métodos e Materiais . . . . .		555
3. Resultados e Discussões . . . . .		556
4. Considerações Finais . . . . .		559

Agradecimentos . . . . .	559
Referências . . . . .	559

**INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: ANÁLISE DO USO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS EM UMA TURMA DE LABORATÓRIO BÁSICO I — *Isabela dos Santos Carvalho,***

***Fátima Nazaré Baraúna Magno, Silvana Perez* 563**

Introdução . . . . .	563
1. Fundamentação Teórica . . . . .	564
1.1. Alfabetização Científica . . . . .	564
1.2. Experimentação utilizando o Laboratório Aberto	565
1.3. Sequências de Ensino Investigativas . . . . .	566
2. Métodos e Materiais . . . . .	566
2.1. Fases da Pesquisa e estrutura das SEIs . . . . .	567
3. Resultados e Discussões . . . . .	568
3.1. Análise dos diários de bordo em busca de Indicadores de Alfabetização Científica . . . . .	568
4. Considerações Finais . . . . .	574
Agradecimentos . . . . .	575
Referências . . . . .	575

**O ENSINO INTERDISCIPLINAR DA FÍSICA ATÔMICA E MOLECULAR POR MEIO DE SIMULAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA — *Gilson Yuri Silva Moura, Petrus***

***Henrique Ribeiro dos Anjos* 577**

Introdução . . . . .	577
Metodologia . . . . .	580
Resultado e Discussão . . . . .	581
Conclusão e Considerações . . . . .	583
Referências . . . . .	584

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO SOBRE O TEMPO: BREVES IMPLICAÇÕES FILOSÓFICAS SOBRE O TEMPO**

**E A TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA — *Paulo Roberto Ferreira da Silva Sobrinho, Márcio Gomes da Silva, Igor Tavares Padilha*** **589**

Introdução . . . . .	589
1. Fundamentação Teórica . . . . .	591
2. Métodos e Materiais . . . . .	595
3. Resultados e Discussões . . . . .	597
4. Considerações Finais . . . . .	599
Agradecimentos . . . . .	600
Referências . . . . .	600

**UM MÉTODO DE ENSINAR FÍSICA UTILIZANDO AS DESCARGAS ELÉTRICAS ATMOSFÉRICAS COMO FENÔMENO CONTEXTUALIZADOR — *José Ricardo de Sousa Filho, Érica Cupertino Gomes, Pâmella Gonçalves Barreto Troncão*** **603**

Introdução . . . . .	603
1. Fundamentação Teórica . . . . .	605
2. Métodos e Materiais . . . . .	606
3. Resultados e Discussões . . . . .	607
4. Considerações Finais . . . . .	608
Agradecimentos . . . . .	609
Referências . . . . .	609

**BURACOS NEGROS — UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM FORMA DE UEPS PARA O ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO — *Guilherme Henrique Schinzel, Vanessa Carvalho de Andrade, Marcello Ferreira, Olavo Leopoldino da Silva Filho, Lucca Lopes Dias Santos, Raul Grande Quartieri*** **611**

Introdução . . . . .	611
1. Uma breve história da Astronomia e dos buracos negros	613
2. Fundamentação Teórica . . . . .	614
2. Métodos e Materiais . . . . .	616
2.1. Materiais Utilizados . . . . .	619

3. Resultados e Discussões . . . . .	619
4. Considerações Finais . . . . .	622
Agradecimentos . . . . .	622
Referências . . . . .	623

**APRENDIZAGEM DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DO PEER INSTRUCTION — *Assuero Alves Padilha Júnior, Manoel***

<b><i>J.S. Neto</i></b> . . . . .	<b>625</b>
Introdução . . . . .	625
1. Fundamentação Teórica . . . . .	626
2. Métodos e Materiais . . . . .	627
3. Resultados e Discussões . . . . .	631
4. Considerações Finais . . . . .	631
Referências . . . . .	632

**DESENVOLVENDO O JOGO “PORCO ESPINHO DA FÍSICA” PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL — *João Francisco Moreira de Carvalho, Isabela dos Santos Carvalho, Fernando Wagner Ferreira Batista***

<b><i>João Francisco Moreira de Carvalho, Isabela dos Santos Carvalho, Fernando Wagner Ferreira Batista</i></b> . . . . .	<b>633</b>
Introdução . . . . .	633
1. Fundamentação Teórica . . . . .	634
2. Métodos e Materiais . . . . .	636
3. Resultados e Discussões . . . . .	636
3.1. O jogo do porco espinho . . . . .	636
3.2. Construção do jogo . . . . .	637
3.3. Regras do jogo . . . . .	638
3.4. Sequência didática . . . . .	640
4. Considerações Finais . . . . .	641
Agradecimentos . . . . .	641
Referências . . . . .	641

**CONSTRUÇÃO DE UM KIT METEOROLÓGICO COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO COMO PROPOSTA PARA O ESTUDO DE**

<b>FÍSICA NO ENSINO MÉDIO — Marco César de Oliveira Mendes, Aline Guerra Dytz, Everaldo Arashiro</b>	<b>643</b>
Introdução . . . . .	643
1. Fundamentação Teórica . . . . .	645
2. Metodologia e Materiais . . . . .	650
3. Resultados e Discussões . . . . .	651
4. Considerações Finais . . . . .	652
Agradecimentos . . . . .	653
Referências . . . . .	653

<b>MAGNETISMO E MATERIAIS MAGNÉTICOS NO ENSINO MÉDIO BASEADO NOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS — Luis Antonio Troiani, Marcelo Oliveira da Costa Pires</b>	<b>657</b>
Introdução . . . . .	657
1. Fundamentação teórica . . . . .	659
2. Métodos e materiais . . . . .	661
2.1. Sequência de aulas . . . . .	662
2.2. Experimentos auxiliares . . . . .	666
3. Resultados e Discussões . . . . .	668
4. Considerações Finais . . . . .	669
Agradecimentos . . . . .	670
Referências . . . . .	670

<b>ROBÓTICA EDUCACIONAL NA EDUCAÇÃO DO CAMPO: UMA ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA E INCLUSÃO DIGITAL — Denise Andrade do Nascimento, Jhionatan Cavalcante de Lima Aguiar, Gilmar Alves Silva</b>	<b>673</b>
Introdução . . . . .	673
1. Fundamentação teórica . . . . .	675
2. Métodos e materiais . . . . .	677
2.1. Materiais utilizados . . . . .	678
3. Resultados e Discussões . . . . .	679

3.1. Primeira Etapa — Execução das oficinas de forma remota . . . . .	679
3.2. Segundo Momento — Execução das oficinas junto aos alunos da educação básica . . . . .	681
4. Considerações Finais . . . . .	685
Agradecimentos . . . . .	686
Referências . . . . .	686

**UMA PROPOSTA COM ARDUINO PARA INVESTIGAR A DUALIDADE ONDA-PARTÍCULA DA LUZ — *Leonardo Pereira Monteiro, Wesley Menelli, Carlos Augusto Cardoso Passos* 689**

Introdução . . . . .	689
1. Materiais e Métodos . . . . .	691
2. Resultados e Discussão . . . . .	695
2.1. Resultado do Pré-teste . . . . .	695
2.2. Resultados das Práticas Experimentais . . . . .	696
2.3. Resultados pós-teste . . . . .	698
3. Considerações Finais . . . . .	699
Agradecimentos . . . . .	700
Referências . . . . .	700
Anexo I — Características dos modelos e submodelos encontrados nas respostas de cada grupo (COELHO, 2010)	703

**ENSINO DE ACÚSTICA UTILIZANDO SINTETIZADOR ANALÓGICO — *Thaís Ricardo Borges, Ernani Vassoler Rodrigues* 705**

Introdução . . . . .	705
1. Fundamentação teórica . . . . .	706
1.1. As Ilhas Interdisciplinares de Racionalidades de Gerard Fourez . . . . .	706
1.2. Representações Sociais e o Coletivo de alunos	708
2. Métodos e materiais . . . . .	708
2.1. Um sintetizador analógico para o ensino de Acústica . . . . .	708

2.2. Levantamento de Representações Sociais via TALP . . . . .	709
3. Resultados e Discussões . . . . .	710
3.1. Funcionamento do Atari Punk Console . . . . .	710
3.2. Rede de similaridades para a TALP com termo indutor “timbre” . . . . .	711
4. Considerações Finais . . . . .	713
Agradecimentos . . . . .	713
Referências . . . . .	713

**APLICAÇÃO DO JOGO “DESVENDANDO OS SEGREDOS DO  
UNIVERSO” PARA ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO — Raquel**

<b><i>Viana Bernardo, Jefferson Soares da Costa</i></b> . . . . .	<b>717</b>
Introdução . . . . .	717
1. Fundamentação teórica . . . . .	719
2. Métodos e materiais . . . . .	721
2.1. Metodologia . . . . .	721
2.1. O jogo . . . . .	722
4. Considerações Finais . . . . .	729
Agradecimentos . . . . .	730
Referências . . . . .	730

**CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DE FÍSICA SOBRE ENSINAR  
TEMAS CONTROVERSOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA — Lucielma**

<b><i>Andrade Santos, Tiago Nery Ribeiro, Laélia Campos</i></b> . . . . .	<b>733</b>
Introdução . . . . .	733
1. Fundamentação teórica . . . . .	735
1.1. O que é um Tema Controverso? . . . . .	735
1.2. Ensinar temas controversos em sala de aula . . . . .	737
2. Métodos e materiais . . . . .	738
3. Resultados e Discussões . . . . .	739
4. Considerações Finais . . . . .	744
Agradecimentos . . . . .	745



Referências . . . . .	746
-----------------------	-----

**ENSINANDO TÓPICOS DE ASTRONOMIA E CINEMÁTICA COM O USO DE APRESENTAÇÕES INTERATIVAS E ATIVIDADES COLABORATIVAS — *Felipe Nolasco, Armstrong Lopes Fernandes, Giuseppi Camiletti*** **749**

Introdução . . . . .	749
1. Fundamentação teórica . . . . .	750
2. Métodos e materiais . . . . .	751
2.1. Contexto de aplicação das aulas . . . . .	753
2.2. O Sol desapareceu! . . . . .	753
2.3. Oficina dos Pequenos Veículos . . . . .	756
3. Resultados e Discussões . . . . .	758
3.1. O Sol desapareceu! . . . . .	758
3.2. Oficina dos Pequenos Veículos . . . . .	760
3.3. O Professor como sujeito em transformação . . . . .	762
4. Considerações Finais . . . . .	763
Referências . . . . .	764

**O PROCESSO DE DESCOBERTA POR MEIO DE UM EXPERIMENTO USANDO APENAS UMA RÉGUA — *André Maurício Brinatti, Silvio Luiz Rutz da Silva, André Vitor Chaves de Andrade, Jeremias Borges da Silva*** **767**

Introdução . . . . .	767
1. Fundamentação teórica . . . . .	768
2. Métodos e materiais . . . . .	773
3. Resultados e Discussões . . . . .	775
4. Considerações Finais . . . . .	776
Agradecimentos . . . . .	777
Referências . . . . .	777

**PROJETO UNIVERSIDADE ABERTA 2022: UM LABORATÓRIO DIDÁTICO PARA FORMAÇÃO DO PROFESSOR — *Richard***

***Campos Vilhena Fonseca, Marcus Vinicius Oliveira Dantas,  
Amanda Karine da Conceição Lima, Anouí Montoril Veiga  
Siqueira, Rubens Silva*** **779**

Introdução . . . . .	779
1. Objetivos . . . . .	780
2. Fundamentação teórica . . . . .	780
3. Materiais e métodos . . . . .	783
3.1. Materiais . . . . .	783
3.2. Métodos . . . . .	784
4. Resultados e discussões . . . . .	787
5. Considerações finais . . . . .	788
Agradecimentos . . . . .	789
Referências . . . . .	789

**ABORDAGEM DO FENÔMENO DA SUPERCONDUTIVIDADE NA  
EDUCAÇÃO BÁSICA — *Daniel Gomes da Silva, Igor Tavares  
Padilha, Márcio Gomes da Silva*** **791**

Introdução . . . . .	791
1. Fundamentação teórica . . . . .	793
2. Métodos e materiais . . . . .	795
2.1. Descrevendo o Pixton . . . . .	795
2.2. A História em Quadrinhos . . . . .	796
2.3. Etapas da Intervenção . . . . .	797
2.4. Coleta e Análise dos dados . . . . .	797
3. Resultados e Discussões . . . . .	798
4. Considerações Finais . . . . .	798
Agradecimentos . . . . .	799
Referências . . . . .	799

**ARQUEOASTRONOMIA E O ENSINO DAS LEIS DE KEPLER: UMA  
PROPOSTA DE OFICINA PARA O ENSINO MÉDIO — *Milena***

<b><i>Pinheiro Baarbosa, Carlos Alberto Brito da Silva Jr, Rubens Silva</i></b>	<b>801</b>
Introdução . . . . .	801
1. Fundamentação teórica . . . . .	803
2. Métodos e materiais . . . . .	806
2.1. Sequência Didática da Oficina . . . . .	807
3. Resultados e Discussões . . . . .	808
4. Considerações Finais . . . . .	809
Agradecimentos . . . . .	810
Referências . . . . .	810

**CARAVANA “IUAR DO SERTÃO”: UNINDO POLOS DO MNPEF PARA O ENSINO DE FISICA E ASTRONOMIA NO NORDESTE — *Sergio Scarano Jr, Claudiene Santos, Ana Figueiredo Maia, Eduardo Brescansin de Amôres, Elton Malta Nascimento, Fabio Henrique Silva Sales, Francisco Artur Pinheiro Alves Júnior, Henio Henrique Aragão Rego, Mayane Leite da Nóbrega, Militao Vieira Figueredo, Ronilson Pinheiro da Silva, Tiago Nery Ribeiro e Colaboradores “caravana Luar do Sertão”***

	<b>813</b>
Introdução . . . . .	814
1. Fundamentação teórica . . . . .	816
2. Métodos e materiais . . . . .	819
2.1. Potencial de acessibilidade e Inclusão Social . . . . .	821
2.2. Função de cada Instituição Participante . . . . .	822
2.3. Capacitação da Equipe . . . . .	823
3. Resultados e Discussões . . . . .	824
4. Considerações Finais . . . . .	826
Agradecimentos . . . . .	827
Referências . . . . .	827

**MACROBITS, A TEACHING TOOL FOR QUANTUM CRYPTOGRAPHY — *J. A. M. Pereira, F. Damaceno.***

**831**

Introduction . . . . .	831
Methods . . . . .	832
Application . . . . .	833
Conclusion . . . . .	835
References . . . . .	835

**COMPETÊNCIA TECNOLÓGICA PARA A REALIZAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NAS AULAS DE FÍSICA — *Silvio Luiz Rutz da Silva, André Maurício Brinatti, André Vitor Chaves de Andrade*** **837**

Introdução . . . . .	837
1. Os objetivos da experimentação . . . . .	842
2. Competências e habilidades docentes . . . . .	844
2.1. Competência tecnológica docente . . . . .	846
2.2. Experimentação em Física com tecnologia . . . . .	847
3. Métodos e Materiais . . . . .	848
4. Resultados e Discussões . . . . .	849
5. Considerações Finais . . . . .	851
Agradecimentos . . . . .	851
Referências . . . . .	851

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA PIRÂMIDE DE APRENDIZADO DE WILLIAM GLASSER PARA O ENSINO DE FÍSICA MODERNA EM UMA PERSPECTIVA CTSA — *Marcus Nascimento, Daniel Palheta, Rubens Silva*** **855**

Introdução . . . . .	855
1. Fundamentação teórica . . . . .	857
2. Métodos e materiais . . . . .	858
3. Resultados e Discussões . . . . .	860
4. Considerações Finais . . . . .	862
Referências . . . . .	863

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO METODOLOGIAS ATIVAS  
E ANÁLISE DE VÍDEO PARA O ESTUDO DO MOVIMENTO  
RETILÍNEO UNIFORME — *Priscilla Paci Araujo, Mario Laelio***

<b><i>Alves Silva</i></b>	<b>865</b>
Introdução . . . . .	865
1. Fundamentação teórica . . . . .	867
1.1. Teoria da Aprendizagem Significativa — TAS . . . . .	867
1.2. Metodologias ativas . . . . .	869
1.2.1. Sala de aula invertida . . . . .	869
1.2.2. A metodologia POE (Prever-Observar-Explicar) . . . . .	870
2. Métodos e materiais . . . . .	870
2.1. Atividade experimental de análise de vídeo . . . . .	872
3. Resultados e Discussões . . . . .	874
4. Considerações Finais . . . . .	876
Referências . . . . .	878

**SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
PARA UM LABORATÓRIO BÁSICO VIRTUAL — *Márcio José  
Cordeiro de Sena, Antônio Silas de Oliveira Martins, Rubens***

<b><i>Silva</i></b>	<b>881</b>
Introdução . . . . .	881
1. Fundamentação Teórica . . . . .	884
2. Métodos e Materiais . . . . .	885
3. Resultados e Discussões . . . . .	889
4. Considerações Finais . . . . .	890
Referências . . . . .	891

**UEPS SOBRE O ESTUDO DA CINEMÁTICA NO DIAGRAMA  
ESPAÇO-TEMPO EM NÍVEL DE ENSINO MÉDIO — *José Roberto  
Gomes Soeiro, Flávio Gimenes Alvarenga, Laércio Ferracioli***

<b><i>Evandro da Silva</i></b>	<b>893</b>
Introdução . . . . .	893
1. Fundamentação Teórica . . . . .	894

2. Método e Materiais . . . . .	897
3. Resultados e Discussões . . . . .	900
4. Considerações Finais . . . . .	901
Agradecimentos . . . . .	901
Referências' . . . . .	901

**A BICICLETA E A FÍSICA: APLICANDO OS CONCEITOS DE MOVIMENTO CIRCULAR, ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM EQUIPE — *Ruth Goret Ávila Amorim Sertório, George Kouzo Shinomiya*** **903**

Introdução . . . . .	903
1. Fundamentação teórica . . . . .	904
1.1. A Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel . . . . .	904
1.2. A Teoria de Educação de Joseph D. Novak . . . . .	905
1. Métodos e Materiais . . . . .	906
3. Resultados e Discussões . . . . .	909
4. Considerações Finais . . . . .	911
Referências . . . . .	913

**UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS ANALÓGICOS E SOFTWARES PARA AUXILIAR O PROCESSO ENSINO APRENDIZAGEM DO EFEITO FOTOELÉTRICO — *Carlos R. G. Cabral, Fernanda Carla L. Ferreira, Marcelo Souza da Silva, Orahcio F. de Sousa, Andréa de L. F. Novais*** **915**

Introdução . . . . .	915
1. Fundamentação Teórica . . . . .	916
2. Métodos e Materiais . . . . .	917
3. Resultados e Discussão . . . . .	922
3.1. Análise do questionário inicial . . . . .	922
3.2. Análise do questionário final . . . . .	924
4. Considerações Finais . . . . .	926
Agradecimentos . . . . .	926

Referências . . . . .	926
Anexo 1: Questionário-pré-teste e Questionário Final . . .	929

**DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E MECÂNICA QUÂNTICA: A CONSTRUÇÃO DE UMA HISTÓRIA EM QUADRINHOS PARA INVIABILIZAR PSEUDOCIÊNCIAS QUÂNTICAS — *Mariana Mota Gomes, Michel Bastos Lourenço, Ronni Geraldo Gomes de Amorim*** **931**

Introdução . . . . .	931
1. Fundamentação teórica . . . . .	933
1.1. Contexto e Identificação de Pseudociências Quânticas . . . . .	933
1.2. Contexto e Identificação de Pseudociências Quânticas . . . . .	935
1.3. Uso de HQs no Ensino e Divulgação de FMC .	936
2. Métodos e materiais . . . . .	937
3. Resultados e Discussões . . . . .	941
4. Considerações Finais . . . . .	944
Referências . . . . .	946

**USO DO APLICATIVO TINKERCAD PARA ENRIQUECER A PRÁTICA PEDAGÓGICA EM DISCIPLINAS DE ELETRICIDADE NO ENSINO MÉDIO — *Maria Luiza Miguez, Jefferson Maia de Sousa, Fernando W. de Alencar Sobreira, Carlos Alberto Santos Almeida*** **949**

Introdução . . . . .	949
1. Fundamentação Teórica . . . . .	951
2. Métodos e Materiais . . . . .	953
2.1. Apresentação da atividade . . . . .	953
2.2. Encontro presencial . . . . .	954
2.3. Entrega das atividades e discussão dos trabalhos . . . . .	955
3. Resultados e Discussões . . . . .	955

4. Considerações Finais . . . . .	958
Referências . . . . .	959

<b>STRENGTHENING PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE OF PRESERVICE PHYSICS TEACHERS: 3 CASES ON ELECTRIC CIRCUITS — <i>Nicolás Velasco, Laura Buteler</i></b>	<b>961</b>
Introduction . . . . .	961
1. Theoretical framework . . . . .	963
2. Context . . . . .	966
3. Methodology . . . . .	966
4. Results and Discussion . . . . .	970
5. Conclusions . . . . .	972
Reference . . . . .	972



**O USO DE WEBQUESTS NO CONTEXTO DA TEORIA DA  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA COMO RECURSO INSTRUCIONAL**  
*THE USE OF WEBQUESTS IN THE CONTEXT OF THE MEANINGFUL  
LEARNING THEORY AS AN INSTRUCTIONAL RESOURCE*

*Olavo Leopoldino da Silva Filho<sup>1</sup>, Marcello Ferreira<sup>2</sup>*

<sup>1, 2</sup> Instituto de Física (IF), Universidade de Brasília (UnB)  
olavolsf@unb.br, marcellof@unb.br

## **Introdução**

No contexto do ensino de física em escolas brasileiras e, em particular, naquele de formação continuada levada a cabo por iniciativas como o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), tem-se evidenciado forte penetração das ideias de David Ausubel e de sua Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). As justificativas para isso perpassam o traço típico das políticas curriculares brasileiras, a arquitetura da formação inicial de professores na área e as influências das correntes de pesquisa que deram origem e continuam influenciando a Pós-Graduação em ensino de física e em educação científica de forma geral.

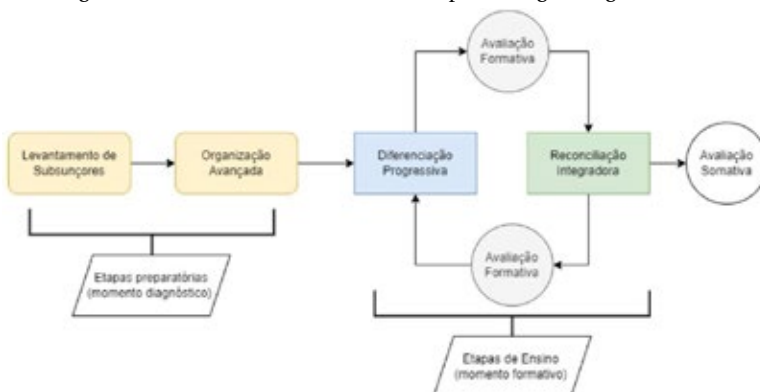
Entretanto, são muitas as críticas que se fazem sobre a eventual correção no que concerne ao uso desse referencial teórico (MOREIRA, 2012; SILVA FILHO; FERREIRA, 2018; SILVA FILHO *et al.*, 2021; FERREIRA *et al.*, 2021a; FERREIRA *et al.*, 2021b). Para ficar apenas em uma delas, é possível encontrar o questionamento sobre se a etapa de levantamento de subsunçores (SILVA FILHO; FERREIRA, 2022), que o

próprio D. Ausubel afirmava ser o cerne de sua abordagem, é, de fato, realizada e, principalmente, se o é de forma adequada. Outra questão de implementação metodológica do referencial teórico da TAS refere-se ao cumprimento de todas as suas etapas constitutivas.

De fato, de maneira resumida, a TAS preconiza quatro etapas que não podem ser olvidadas no processo de ensino, sob o risco de não se ter dela uma correta implementação: 1) o levantamento de subsunçores, sobre o tema que se está tentando ensinar, presentes na estrutura cognitiva do indivíduo; 2) a organização avançada desses subsunçores, no sentido de direcionar esse conteúdo mental para favorecer o aprendizado dos conceitos que se deseja ensinar; 3) a diferenciação progressiva dos conceitos a ensinar, para que uma primeira apresentação genérica do tema possa agora sofrer um processo de análise e especificação de significados e interrelações conceituais; e 4) a reconciliação integrativa dos conceitos a ensinar, que se presta a um processo de síntese conceitual, de modo a viabilizar o retorno à apresentação mais genérica inicial, desta feita com conteúdos mais precisos dos conceitos envolvidos e, portanto, em abordagem mais profunda.

As duas primeiras etapas são de caráter preparatório para as duas últimas que, essas sim, procuram desenvolver o ensino do tema selecionado. Independentemente disso, todas as etapas são cruciais para um ensino segundo a TAS e, portanto, significativo, como ela define. A Figura 1 apresenta graficamente o encadeamento dessas etapas.

Figura 1 — Momentos da Teoria da Aprendizagem Significativa.



Fonte: elaboração própria (2022).

Além disso, a TAS, por suas características, apresenta maior correlação com processos diagnósticos (momento a primeira etapa) e formativos de ensino, ainda que também possa se apresentar segundo processos somativos. Essa é uma característica que se encaixa com o modelo de ensino das WebQuests à perfeição. De fato, esta estrutura é um formato de atividade por recursos da internet, orientado para a investigação, que visa ao engajamento, ao pensamento crítico, reflexivo e criativo por meio de cinco componentes elementares: 1) Introdução (ativação de interesse e orientação); 2) Tarefa (produto cognitivo visado); 3) Processo (procedimentos e recursos para a realização da tarefa); 4) Avaliação (perspectiva, instrumentos e indicadores de desempenho); e 5) Conclusão (retomada, síntese, reflexão e ampliação dos conhecimentos visados) (FERREIRA *et al.*, 2022).

Nesse sentido, a WebQuest intenta fornecer aos estudantes um processo formativo em que as fontes relevantes são apresentadas em sua própria estrutura, sendo, pois, um processo de investigação guiado (em geral pelo professor) via Web. Com isso, uma vez que se consiga concretizar as etapas da TAS com o formato WebQuest, torna-se possível desenvolver um processo de ensino e aprendizagem significativo que

leva em consideração a nova forma de conexão dos estudantes com as informações acerca do mundo, que é do tipo hipertexto, cuja principal característica é a sua não-linearidade do tipo rede conceitual.

Entretanto, como se afirmou, é preciso que as WebQuests sejam capazes de concretizar as etapas preconizadas pela TAS e, como se pode deduzir da caracterização que fizemos de tais etapas, a forma com que cada uma lida com o conhecimento e com o aprendizado pode diferir essencialmente da forma que o fazem as demais etapas.

Assim, por exemplo, a etapa de levantamento de subsunçores não é voltada para a explicitação de conhecimentos bem estruturados na estrutura cognitiva do aprendiz, relacionados com o tema a ser ensinado. Ao contrário, ela visa atingir uma estrutura mental ainda difusa, na qual os conceitos podem guardar maior ou menor distância conceitual para aqueles conceitos que se deseja ensinar. Para se concretizar uma etapa com tais características, não se pode lançar mão de estruturas usuais de testagem, em que o estudante apresenta sua resposta como um sim ou não a alguma alternativa ou seleciona alguma, entre outras. O caráter difuso da maioria dos conceitos que o estudante usualmente possui nessa etapa deve ser contemplado por uma maneira adequada de acesso a ele. Com base nessas considerações, foi desenvolvido um método de levantamento de subsunçores baseado nos conceitos da Lógica Difusa (SILVA FILHO; FERREIRA, 2022), justamente para se apropriar da difusividade da própria estrutura cognitiva do estudante de maneira adequada. O método foi implementado em um sistema Desktop e se mostrou apropriado. Assim, está pronto para poder ser incorporado aos processos de levantamento automático de subsunçores da Plataforma WebQuest, que é uma das ações que já estão em curso atualmente em pesquisas destes autores.

Algo similar se pode afirmar da etapa de organização avançada dos subsunçores. Essa etapa visa aproximar os conceitos subsunçores daqueles que se deseja, efetivamente, ensinar. Assim, deve-se usar metodologias que façam a mediação dessa aproximação, e não a verificação de um aprendizado solidificado — nesta etapa, ainda sequer se está

considerando, como foco do ensino, os conceitos a ensinar, mas sim a interrelação entre os conceitos subsunçores e os conceitos a ensinar.

As etapas propriamente de ensino, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, ainda que consideradas sob a égide de uma perspectiva formativa, podem contar com estruturas de verificação do conhecimento efetivo que o estudante apresenta sobre o assunto que se deseja ensinar.

Seria, pois, bem-vinda uma abordagem computacional que visasse implementar as etapas da TAS a partir do modelo das WebQuests de maneira controlada e teoricamente referenciada, garantindo, pois, sua adequação.

Uma característica importante nem sempre ressaltada relativamente à TAS é que a centralidade da noção de estrutura cognitiva de cada estudante aponta para uma perspectiva de ensino fortemente fundamentada na ideia de personalização, ainda que esta não seja a única possibilidade. De fato, as diferentes estruturas cognitivas dos estudantes, relativamente aos subsunçores que cada um apresenta, indicam diferentes possibilidades de se proceder à sua organização avançada e, em menor intensidade, na forma de se aplicar a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa (a partir da ideia de que a organização avançada estabeleceu um pano de fundo relativamente equitativo para a aproximação dos subsunçores aos conceitos a ensinar). Isso, por sua vez, impõe desafios para o ensino segundo esse referencial teórico, se pensarmos em turmas com quarenta alunos, tipicamente. Assim, um sistema computacional que possa implementar estratégias automatizadas de levantamento de subsunçores e de sua organização avançada, além de fazê-lo, igualmente, mas com diferentes métodos, para as etapas de ensino, podem ser de grande importância.

Assim, dentro de uma perspectiva que dá centralidade às etapas da TAS e sua concretização por intermédio de um sistema computacional, verificou-se que diferentes tipos de itens serviriam a diferentes etapas.

# 1. Fundamentação teórica: etapas da TAS e tipos de itens associados a uma WebQuest

## 1.1 Etapa de Levantamento de Subsunoçores

De fato, para a etapa de levantamento de subsunoçores, itens do tipo Certo ou Errado podem ser particularmente interessantes no processo de *concept shaping* (modelagem conceitual) pelo qual o sistema investiga o nível de presença de conceitos subsunoçores importantes para o ensino do material que é o objetivo. Concretamente, dado um conceito cujo nível de presença e precisão se deseja investigar na estrutura cognitiva do estudante, apresenta-se um conjunto de alternativas do tipo Certo ou Errado — as alternativas podem se referir tanto ao que o conceito é, quanto ao que o conceito não é, criando, pois, a ideia de uma modelagem do conceito, indicando seu conteúdo mais profundo, bem como suas “bordas”, como mostrado na Figura 2.

Figura 2 — Modelagem de conceitos.



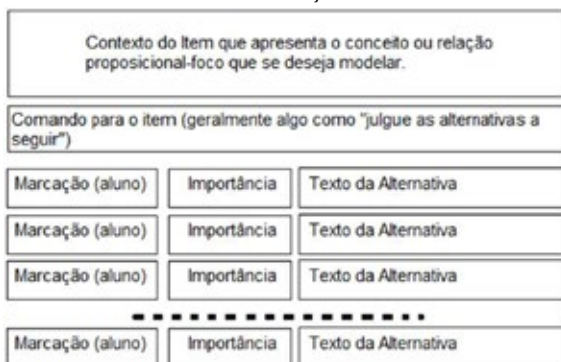
Fonte: elaboração própria (2022).

Nessa estrutura, em que a camada laranja representa uma zona difusa entre o que o conceito é e o que ele não é, dado um contexto da questão que isola um conceito ou uma relação entre conceitos como foco de modelagem, cada item do tipo Certo ou Errado apresenta proposições sobre esse conceito-foco ou relação-foco. Cada alternativa vem acompanhada da percepção (subjetiva) do professor sobre sua importância relativa (no intervalo  $[0,100]$ ) para a modelagem do conceito-ou relação-foco, que se constitui em um primeiro nível de difusividade

(este conceitual). Ao estudante cabe assinalar cada uma das alternativas não com um mero Certo ou Errado, mas com um grau de confiança com que considera que a referida alternativa esteja certa ou errada. Assim, o estudante não marca C ou E, como de hábito, mas sim valores no intervalo  $[0,100]$  indicando sua confiança que a alternativa está correta, ou valores no intervalo  $[-100,0]$  indicando sua confiança que a alternativa está errada. Neste caso, apresenta-se um segundo nível de difusividade, agora de caráter cognitivo (e, também, subjetivo).

Tipicamente, um item desse tipo, voltado exclusivamente para o levantamento de subsunçores, é como o apresentado na Figura 3.

Figura 3 — Estrutura de um item com alternativas (Certo ou Errado) para levantamento de subsunçores.



Fonte: elaboração própria (2022).

## 1.2. Etapa de Organização Avançada dos Subsunçores

Nesta etapa, como já foi dito, interessa proceder à “aproximação” dos conceitos subsunçores presentes na estrutura cognitiva de cada estudante com os conceitos que, efetivamente, se deseja ensinar.

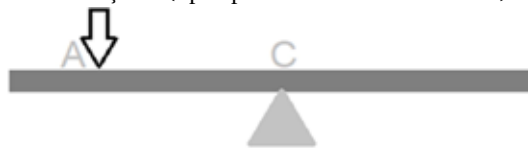
O foco, portanto, não é nem nos conceitos subsunçores, nem nos conceitos a ensinar, mas na interrelação entre eles. Os itens devem ter uma estrutura tal que favoreça a aproximação conceitual já mencionada.

Dois tipos de itens são particularmente importantes para se proceder à organização avançada de subsunçores: os itens de preenchimento de lacunas textuais e os itens de relacionamento entre colunas.

A importância dos itens de preenchimento de lacunas textuais está, precisamente, no fato de que o elaborador do item pode induzir o processo de aproximação estabelecendo marcas textuais que permitam ao estudante estabelecer os vínculos conceituais que efetivam tal aproximação. Esses itens têm uma estrutura como a apresentada na Figura 4. Note que há, no texto, diversas lacunas que devem ser preenchidas com os elementos conceituais (palavras) apresentadas a seguir. A formação do texto deve ser, ela mesma, o resultado da aproximação conceitual almejada.

Como exemplo, considere que se está desejando ensinar o conceito de equilíbrio estático, entre outros. Para tanto, foi estabelecido que a noção de força é uma noção importante para tal ensino. A noção de força é uma noção subsunçora, enquanto o conceito de equilíbrio é o conceito alvo. De modo geral, um estudante irá apresentar noções difusas do conceito força, e tal difusividade é levantada na etapa de levantamento de subsunçores. Na etapa de organização, se poderia incluir, simplificada, um item do tipo:

Figura 4 — Exemplificação de um item de física na etapa de levantamento de subsunçores (tipo: preenchimento de lacunas).



O conceito de \_\_\_\_ é importante para a noção de \_\_\_\_ de uma barra de comprimento  $L$  e apoiada e presa, em seu centro  $C$ , sobre uma base, como mostrado na figura acima. De fato, se aplicarmos uma \_\_\_\_ no ponto  $A$ , indicado na figura acima, a tendência é fazer a \_\_\_\_ rotacionar em torno \_\_\_\_\_. Uma situação como essa deve ser considerada como estando \_\_\_\_ do \_\_\_\_\_. Para fazer o sistema voltar ao \_\_\_\_\_, deve-se aplicar uma \_\_\_\_\_ do outro lado da \_\_\_\_\_.

**Substituições:** força; equilíbrio; força; barra; do ponto  $C$ ; fora; equilíbrio; equilíbrio; força; barra.


Fonte: elaboração própria (2022).



Na apresentação do item ao estudante, evidentemente, as substituições são mostradas em ordem randomizada.

Outro tipo de item que pode ser proficuamente utilizado na etapa de organização avançada de subsunçores é aquele de relacionar colunas. Assim como no item de preenchimento de lacunas, neste também se apresentam marcas textuais que servem de guia para a aproximação pretendida. Diferentemente do tipo anterior de item, neste é possível discernir, na coluna da direita, os conceitos subsunçores, enquanto na coluna da direita podem ser colocados os conceitos aos quais se deseja aproximar (e vice-versa). Um exemplo de item de relacionamento de colunas com o mesmo tema do item de preenchimento de lacunas previamente apresentado é dado a seguir:

Figura 5 — Exemplificação de um item de física na etapa de levantamento de subsunçores (tipo: relacionamento de colunas).



Com respeito ao conceito de força e sua interrelação com as noções de equilíbrio estático, e considerando a figura acima, relacione, a seguir, as colunas da esquerda com as colunas da direita.

<p>Uma força aplicada perpendicularmente no ponto C tem por efeito</p> <p>O ângulo de aplicação da força no ponto A tem por efeito</p>	<p>Não alterar a situação de equilíbrio da barra</p>
<p>Uma força aplicada no ponto A tem por efeito</p>	<p>Alterar com maior ou menor intensidade a situação de equilíbrio da barra.</p>
<p>...</p>	<p>...</p>
<p>Uma força aplicada no ponto A tem por efeito</p>	<p>Alterar a relação de equilíbrio da barra, fazendo-a girar</p>

Fonte: elaboração própria (2022).

A apresentação do item aos estudantes, evidentemente, fixa a ordem das alternativas na coluna da esquerda segundo o processo original de elaboração e randomiza as linhas da coluna à direita.

Em ambos os casos, ficam claras as marcas textuais capazes de induzir o processo de organização avançada.

### **1.3. Etapas de Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa**

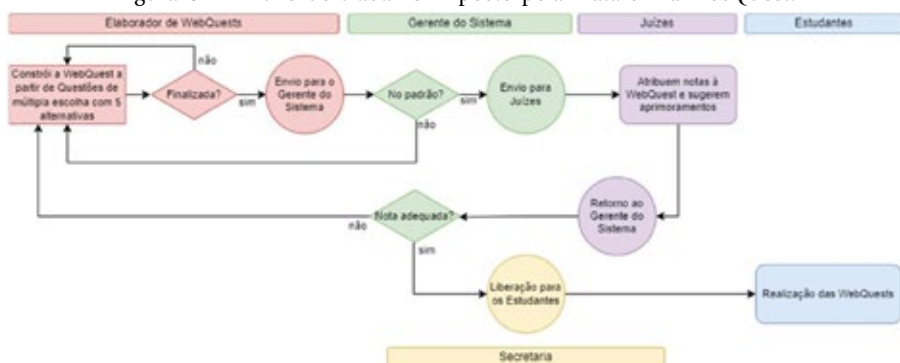
Essas etapas, como dito anteriormente, são basicamente as etapas de ensino. É importante notar que não há um ordenamento necessário entre elas. Ao contrário, é importante que as etapas de diferenciação progressiva se façam seguir por etapas de reconciliação integrativa e vice-versa, em um processo de análise e síntese que fornece os elementos verdadeiramente significativos da aprendizagem. Nessas etapas, o que se busca é o aprendizado efetivo (significativo) dos conceitos que se deseja ensinar. Assim, esses são o foco da investigação. A abordagem ainda pode ser formativa (inicialmente deve sê-lo, mas pode ser consumada com elementos somativos). Nessas etapas pode-se utilizar dois tipos básicos de itens. O tipo de múltipla escolha (com cinco alternativas) e o tipo de resposta numérica. Para estes, agora que se trata dos conhecimentos efetivos almejados, pode-se construir uma estrutura automática de aplicação das WebQuests na forma de uma Testagem Auxiliada por Computadores (CAT, na sigla em inglês), com itens parametrizados, relacionados a habilidades e competências (que, no presente trabalho, são aquelas da BNCC). Esses tipos de itens são bastante conhecidos e não aprofundaremos a discussão sobre eles aqui.

## **2. Implementação Computacional**

O sistema computacional que visa implementar as etapas da TAS de maneira consistente e teoricamente referenciada vem sendo construído há alguns anos e já se encontra em fase avançada de desenvolvimento, podendo ser encontrado no sítio: <https://thewebquest.net/thewebquest>. Resumidamente, sua estrutura se volta para a realização colaborativa de sequências didáticas baseadas no formato WebQuest e em sua perspectiva formativa. Cada etapa, portanto, conta com WebQuests de subsunção, WebQuests de organização avançada e WebQuests de ensino, que podem ser de diferenciação progressiva ou de reconciliação integrativa, seguindo o fluxo apresentado na Figura 1.

O sistema é organizado em torno de diversas funções: Elaborador; Gerente; Secretário; Juiz; Professor e Estudante, cada qual com sua área específica para desenvolvimento de suas ações. Assim, as funções estabelecidas cobrem todas as etapas de construção, validação e apresentação das sequências didáticas. Uma visão simplificada do fluxo de trabalho imposto pelo sistema computacional está apresentado na Figura 6, a seguir.

Figura 6 — Fluxo de trabalho imposto pela Plataforma WebQuest.



Fonte: elaboração própria (2022).

### 3. Considerações Finais

Na breve discussão encaminhada neste texto, endossamos reiteradas constatações em pesquisas acadêmicas, bem como evidências empíricas de professores e organizações avaliativas, acerca da importância e da necessidade de análise crítica e proposição contundente de ações qualificadas para o ensino de física no Brasil.

Para isso, buscamos expressar uma reflexão e oferecer uma alternativa de ação instrucional a partir de uma interpretação da TAS, fundamentação abundante na área, associada ao uso de WebQuests, estratégia didática e avaliativa aderente aos estudos contemporâneos acerca da cognição.

Evidenciando etapas de levantamento de subsunçores, organização avançada, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, documentamos as bases teórico-metodológicas e exploramos uma implementação computacional que mimetiza o amálgama referido e ilustra possibilidades de desenvolvimento de metodologias de ensino articuladas a tecnologias digitais.

Como um trabalho a ser apresentado num evento científico, este texto tem pretensões limitadas a compartilhar desenvolvimentos em pesquisa com uma comunidade de pares interessados, abrindo possibilidades para críticas, sugestões e eventuais colaborações. A pesquisa de que faz parte esse recorte tem objetivos mais audaciosos e que se direcionam à consolidação de um modelo didático e de uma estrutura avaliativa capaz de vincular preceitos da TAS à tecnologia educacional da WebQuest, apresentando abordagens consistentes e coerentes à pluralidade de enfoques epistemológicos, modelos curriculares e intencionalidades didáticas associadas a uma produção educacional qualquer.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Centro de Políticas Públicas e Avaliação da Educação da Universidade Federal de Juiz de Fora (CAEd/UFJF), da Universidade de Brasília (UnB) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

## Referências

FERREIRA, M.; COUTO, R. V. L.; SILVA FILHO, O. L.; PAULUCCI, L.; MONTEIRO, F. F. Ensino de astronomia: uma abordagem didática a partir da Teoria da Relatividade Geral. **Revista Brasileira de Ensino de Física** v. 43, p. 1-13, 2021b. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0157>.

FERREIRA, M.; NOGUEIRA, D. X. P.; SILVA FILHO, O. L.; COSTA, M. R. M.; SOARES NETO, J. J. A WebQuest como proposta de avaliação digital no contexto da aprendizagem significativa crítica em ciências para o ensino médio. **Pesquisa e Debate em Educação**, v. 12, n. 1, p. 1-32, e35023, 2022. <https://doi.org/10.34019/2237-9444.2022.v12.35023>.

FERREIRA, M.; SILVA FILHO, O. L.; MOREIRA, M. A.; FRANZ, G. B.; PORTUGAL, K. O.; NOGUEIRA, D. X. N. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, n. 1, p. 1-13, 2021a. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0057>.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: E.D.U, 2012.

SILVA FILHO, O. L.; FERREIRA, M. Modelo teórico para levantamento e organização de subsunçores no âmbito da Aprendizagem Significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, p. 1-13, 2022. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0339>.

SILVA FILHO, O. L.; FERREIRA, M. Teorias da Aprendizagem e da Educação como Referenciais em Práticas de Ensino: Ausubel e Lipman. **Revista do Professor de Física**, v. 2, n. 2, p. 104-125, 2018. <https://doi.org/10.26512/rpf.v2i2.12315>.

SILVA FILHO, O. L.; FERREIRA, M.; POLITO, A. M. M.; COELHO, A. L. M. de B. Normatividade e descritividade em referenciais teóricos na área de ensino de Física. **Pesquisa e Debate em Educação**, v. 11, n. 1, p. 1-33, 2021. <https://doi.org/10.34019/2237-9444.2021.v11.32564>.



**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DA FÍSICA DO LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DE SIMULADOR COMPUTACIONAL E MONTAGEM EXPERIMENTAL**  
*TEACHING SEQUENCE FOR THE SIGNIFICANT LEARNING OF THE PHYSICS OF PROJECTILE LAUNCHING THROUGH THE USE OF COMPUTATIONAL SIMULATOR AND EXPERIMENTAL ASSEMBLY*

*Silvio Figueiredo Conceição Júnior<sup>1</sup>, Francisco Nairon Monteiro Júnior<sup>2</sup>*

<sup>1, 2</sup> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), naironjr67@gmail.com

## **Introdução**

No ensino de física temos encontrado frequentemente alunos com dificuldades na interpretação de muitos fenômenos físicos. Tal dificuldade pode estar relacionada, de acordo com a teoria de Ausubel, com a falta de subsunçores nos quais os novos conceitos e conhecimentos possam se ancorar. Em decorrência desta falta de subsunçores, os alunos se sentem distanciados, faltando-lhes os requisitos mínimos para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa. Infelizmente, muitas vezes os novos conceitos são apenas decorados após apresentados pelo docente.

Por outro lado, o avanço da tecnologia tem sido extremamente importante para a sociedade, proporcionando agilidade na comunicação, otimização dos processos de produção, modernização de equipamentos, gerando grande facilidade na execução de procedimentos médicos, pesquisas nos mais variados campos de conhecimento. Antenada com

este avanço, a pesquisa em ensino de física tem tomado novos rumos em direção à busca da formação de um novo profissional e um cidadão crítico e participativo na sociedade. A tendência tem sido a de diversificar o processo de ensino, o que leva ao surgimento de novos desafios, incorporando meios tecnológicos que possibilitem a aprendizagem por meio de metodologias associadas às tecnologias computacionais, tornando os conceitos físicos potencialmente significativos, e mais atraentes aos nossos aprendizes. Sem negligenciar a matemática e a aprendizagem conceitual da física, podemos produzir aulas interessantes, que priorizem a metodologia e não somente o conteúdo, o raciocínio científico, o aluno pesquisador e o desenvolvimento da estrutura cognitiva.

Diante destes desafios, propomos um produto educacional composto de dois momentos, a saber, uma atividade experimental com um simulador computacional (Movimento de projétil — PHET) e a montagem utilização de um lançador de foguetes. Nosso objetivo foi o de utilizar o simulador virtual na abordagem dos conteúdos de mecânica e relacionando-os ao cotidiano das pessoas por meio de uma abordagem experimental dinâmica e interativa, oportunizando aos estudantes serem agentes ativos na construção do conhecimento, avançando para além dos métodos tradicionais que não atendem aos interesses dos estudantes, favorecendo, assim, uma aprendizagem significativa do lançamento de projéteis. Para atingir o objetivo, elegemos os subsunsores necessários à aprendizagem significativa do lançamento de projéteis, os quais foram evocados tanto no simulador computacional, quanto ao longo das etapas que compuseram a sequência didática por nós proposta, com a intenção de favorecer tanto a diferenciação progressiva, quanto a reconciliação integrativa.

## **1. Fundamentação Teórica**

Na aprendizagem significativa, o aprendiz não é um simples receptor passivo de novos conhecimentos. Ele deve ativamente fazer uso



dos significados já presentes na sua estrutura cognitiva, de maneira substantiva e não arbitrária, para poder interiorizar os novos significados dos materiais educativos. Neste processo, ao mesmo tempo que está progressivamente diferenciando (ideias mais gerais e inclusivas da matéria de ensino devem ser apresentadas desde o início da instrução e, progressivamente, diferenciadas em termos de detalhes e especificidade sua estrutura cognitiva), está também fazendo a reconciliação integradora de modo a identificar semelhanças e diferenças e reorganizar seu conhecimento, ou seja, o aprendiz constrói novo conhecimento a partir de seus conhecimentos prévios. Em contraposição à aprendizagem significativa, em outro extremo de um contínuo, está a aprendizagem mecânica, na qual novas informações são memorizadas de maneira arbitrária, literal, não significativa. Mas, afinal o que é aprendizagem significativa?

Numa visão geral é aquela em que a ideia expressa simbolicamente interage de maneira não-literal e não-arbitrária com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito aprendiz. Tal conhecimento, especificamente relevante necessário à nova aprendizagem, pode ser por exemplo, um símbolo, um conceito, uma proposição, um modelo mental ou imagem, e é chamado de subsunçor ou ideia-âncora. Assim, subsunçor, em termos simples, é o nome dado ao conhecimento específico já estabelecido na sua estrutura cognitiva, que permite dar significado ao novo conhecimento apresentado ao aprendiz ou por ele descoberto.

No ensino da ciência, podemos dizer que a produção de conhecimento, bem como sua aprendizagem, passa pela investigação científica, onde o educador junto com o seu aprendiz constrói modelos e teorias para responder questões sobre certo tema. O faz de modo sistemático, rigoroso e com critérios de validade, utilizando metodologia de investigação e buscando relacionar o tema com os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Para obtermos uma aprendizagem significativa, de acordo com a teoria Ausubel, temos que considerar que a aprendizagem de algo novo tem que ser ancorada em conceitos potencialmente significativos já presentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Dessa forma, o planejamento de qualquer atividade de ensino e aprendizagem deve, em seus passos iniciais, definir o conjunto de subsunçores necessários. Uma vez definidos, é preciso, por meio de organizadores avançados, identificar suas presenças e/ou construir os ausentes. No planejamento do nosso produto, elencamos alguns conceitos subsunçores, quais sejam, “Posição”, “Deslocamento”, “Tempo”, “Velocidade” e “Aceleração”. Na sequência didática para a aprendizagem significativa da física do lançamento de projéteis por meio da utilização de simulador computacional e montagem experimental, está baseada na diferenciação progressiva dos movimentos de suas projeções ortogonais, seguida de uma reconciliação integrativa desses movimentos no estudo do movimento realizado pelo projétil.

## **2. Métodos e Materiais**

Nosso produto compreende uma sequência didática composta de oito momentos pedagógicos, distribuídos em oito aulas de 45 minutos de duração, as quais compõem o conjunto de passos necessários à aprendizagem significativa do lançamento de projéteis, por meio de um movimento de diferenciação progressiva, seguido de um movimento de reconciliação integrativa, conforme descrito a seguir. Toda a fundamentação educacional, fundamentação física e detalhamento da confecção e utilização do produto podem ser encontrados na dissertação de mestrado, bem como no produto educacional em anexo (CONCEIÇÃO JÚNIOR, 2019).

### **AULA 1**

1º momento (15 min)

**Objetivo:** Aprender a utilizar as ferramentas do software “PHET movimento de projétil”. **Atividade:** Apresentação das ferramentas disponíveis no software, permitindo a sua utilização e obtenção das grandezas físicas observadas.

**Função cognitiva:** Identificar no software os parâmetros que se relacionam aos conceitos subsunçores apresentados na seção 2.2, quais sejam, posição, deslocamento, tempo, velocidade e aceleração.

2º momento (30 min)

**Objetivo:** Evidenciar que o movimento horizontal é uniforme e que o movimento vertical é uniformemente variado.

**Atividades:** 1. Efetuar simulações no “PHET movimento de projétil” para o lançamento horizontal, fixando, aleatoriamente, uma altura de lançamento e variando a velocidade de lançamento. 2. Efetuar simulações no “PHET movimento de projéteis” para o lançamento horizontal, fixando, aleatoriamente, uma velocidade de lançamento e variando a altura de lançamento.

**Função cognitiva:** Movimento de diferenciação progressiva, onde buscamos evidenciar que o movimento de projéteis é composto de dois movimentos ortogonais e independentes.

## **AULA 2**

3º momento (45 min)

**Objetivo:** Evidenciar que o movimento horizontal é uniforme e o movimento vertical é uniformemente variado, sendo esses movimentos são dependentes do ângulo de lançamento.

**Atividade:** Simulações no “PHET movimento de projétil” para o lançamento oblíquo, fixando, aleatoriamente, um ângulo de lançamento e variando a velocidade de lançamento, e,

depois, fixando, aleatoriamente, uma velocidade de lançamento e variando o ângulo de lançamento.

Função cognitiva: Movimento de diferenciação progressiva, onde buscamos evidenciar que o movimento de projéteis é composto de dois movimentos ortogonais e independentes.

### **AULA 3**

#### **4º momento (25 min)**

Objetivo: Evidenciar, a partir da representação dos vetores velocidade e aceleração, que o movimento horizontal é uniforme e o movimento vertical é uniformemente variado.

Atividade: Efetuar simulações no “PHET movimento de projéteis” para o lançamento oblíquo, fixando, aleatoriamente, ângulo de lançamento e variando a velocidade de lançamento.

Função cognitiva: Movimento de diferenciação progressiva, onde buscamos evidenciar que o movimento de projéteis é composto de dois movimentos ortogonais e independentes.

#### **5º momento (20 min)**

Objetivo: Evidenciar que o movimento horizontal e o movimento vertical serão influenciados pelo arrasto.

Atividades: 1. Efetuar simulações no “PHET movimento de projéteis” para o lançamento oblíquo, fixando, aleatoriamente, a velocidade, o ângulo de lançamento e o diâmetro do corpo, variado o coeficiente de arrasto. 2. Efetuar simulações no “PHET movimento de projéteis” para o lançamento oblíquo, fixando, aleatoriamente, a velocidade, o ângulo de lançamento e o coeficiente de arrasto, variado o diâmetro do corpo.

Função cognitiva: Movimento de reconciliação integrativa, onde buscamos evidenciar que o movimento de projéteis é influenciado pela aerodinâmica do objeto.

## **AULA 4**

6º momento (45 min)

Objetivo: Confeção dos foguetes, observando as grandezas físicas envolvidas.

Atividade: Orientação para a confeção dos foguetes, com a apresentação dos materiais a serem utilizados, e ressaltado a utilização das grandezas físicas observadas nas simulações.

Função cognitiva: Movimento de reconciliação integrativa, onde buscamos evidenciar que o movimento de projéteis é influenciado pela aerodinâmica do objeto

## **AULAS 5 e 6**

7º momento (90 min)

Objetivo: Evidenciar o movimento de projéteis em condições naturais, comparando os resultados obtidos com os resultados desses movimentos no simulador computacional.

Atividade: Efetuar o lançamento dos foguetes confeccionados pelos aprendizes, observado os resultados obtidos e comparando com os resultados das simulações no “PHET movimento de projéteis”.

Função cognitiva: Movimento de reconciliação integrativa, onde buscamos evidenciar que o movimento de projéteis é influenciado pela aerodinâmica do objeto.

## **AULAS 7 e 8**

8º momento (90 min)

Objetivo: Analisar o movimento de projéteis em condições naturais, comparando com os resultados obtidos esses movimentos são dependentes do ângulo de lançamento.

Atividade: Promover uma mesa de debates, analisar os resultados obtidos, quais fatores influenciaram o lançamento dos foguetes confeccionados pelos aprendizes, comparando os resultados obtidos por cada equipe e as simulações no “PHET movimento de projéteis”.

Função cognitiva: Movimento de reconciliação integrativa, onde buscamos evidenciar que o movimento de projéteis é influenciado por várias grandezas físicas.

### **3. Resultados e Discussões**

Realizamos uma seleção dos alunos do colégio para formar equipes de três alunos, um de cada turma do ensino médio. Devido ao grande interesse demonstrado, foi necessário realizar um sorteio, lembrando que foi solicitado aos responsáveis pelos alunos a devida autorização do uso de suas imagens. No início do ano letivo, os conceitos subsunçores foram trabalhados junto aos educandos, em sala de aula, promovendo a diferenciação entre o movimento uniforme e o movimento uniformemente variado, permitindo assim as suas identificações pelos alunos.

No primeiro momento em uma sala, com computadores para as equipes conectados à internet e um data show, apresentamos o simulador, suas ferramentas e o procedimento para a realização da atividade. Do segundo ao quinto momento, utilizaram o simulador computacional numa série de experimentos com a finalidade de realizar um movimento de diferenciação progressiva, evidenciando que o movimento de projéteis é composto de dois movimentos ortogonais e independentes e, posteriormente, fizemos um movimento de reconciliação integrativa, evidenciando que o movimento de projéteis é influenciado pela aerodinâmica do objeto. A figura 1 ilustra o momento da utilização do simulador computacional, consistindo num organizador prévio, cujo intuito foi o de situar os conceitos subsunçores eleitos no planejamento do produto educacional.

Figura 1: Simulador



Fonte: os autores

O sexto momento foi a construção dos foguetes, onde foram incentivados a levarem em consideração a atividade no simulador computacional, sendo orientados quanto à simetria na colocação das aletas, para garantir um bom equilíbrio aerodinâmico, e na colocação de um contrapeso no bico do foguete, para trazer o centro de massa o mais próximo do seu centro.

O sétimo momento foi realizado no campo de futebol do Instituto Federal de Pernambuco, campus de Recife. Os alunos puderam realizar o número de lançamentos que quiseram, sendo observado o comportamento durante o voo e o alcance de cada lançamento (figuras 2 e 3).

Figura 2: Lançamentos



Fonte: os autores

Figura 3: Lançamentos



Fonte: os autores

O oitavo momento foi realizado em uma roda de debates, marcado para o contraturno, com a presença do corpo docente do colégio. Durante 90 minutos os aprendizes, com a mediação do corpo docente, puderam debater sobre três aspectos: a utilização do simulador computacional, suas

contribuições, as grandezas físicas envolvidas; a montagem dos foguetes e o seu lançamento.

## **4. Considerações Finais**

A experiência vivenciada apontou que o uso de simulações em sala de aula nos dias atuais se tornou bastante relevante, pois auxiliam os professores a apresentarem os conceitos por meio de imagens dinâmicas e uma linguagem computacional facilmente absorvida pela geração digital. Para muitos alunos, a Física é considerada uma matéria de difícil compreensão, e por isso logo perdem o interesse pela disciplina, não dando devido valor. Um dos motivos para esse desinteresse é que a maior parte dos professores continua a lecionar apenas com quadro e livro didático, como era há 50 anos. Assim, estamos propondo uma maneira diferente e motivadora na abordagem dos conceitos, fazendo com que o estudante seja o protagonista de sua aprendizagem. Durante toda aplicação, buscamos proporcionar aos alunos a utilização de uma metodologia que promovesse a interação da teoria com a prática, facilitando uma aprendizagem significativa dos novos conhecimentos e despertando o interesse pela Física. A realização desta pesquisa mostrou-nos o quanto é importante para o professor de física fazer o uso de instrumentos inovadores e atuais para atrair a atenção dos seus alunos, facilitar a compreensão dos assuntos, levando o aluno a ver significado na Física, relacionando o novo conhecimento com o conhecimento prévio, existente em sua estrutura cognitiva.

## **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001.



## Referências

CONCEIÇÃO JÚNIOR, S. F. **Sequência didática para a aprendizagem significativa da física do lançamento de projéteis por meio da utilização de simulador computacional e montagem experimental.** 77f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) — Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife. 2019.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa:** a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa:** a Teoria de David Ausubel. São Paulo: Centaro, 2001.



**ENGAJAMENTO ACADÊMICO: UMA INVESTIGAÇÃO COM DISCENTES  
DO CURSO DE FÍSICA SOBRE A UTILIZAÇÃO DE ESTRATÉGIAS  
INOVADORAS NO ESTÁGIO SUPERVISIONADO**  
*ACADEMIC ENGAGEMENT: AN INVESTIGATION WITH PHYSICS STUDENTS  
ON THE USE OF INNOVATIVE STRATEGIES IN THE SUPERVISED  
INTERNSHIP*

*Raí Mendes de Farias<sup>1</sup>, Tiago Nery Ribeiro<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Departamento de Física do Campus de Itabaiana (DFCI), Universidade Federal de Sergipe (UFS), raykpt15@gmail.com.

<sup>2</sup> Departamento de Física (DFI), Universidade Federal de Sergipe (UFS), tnribeiro@academico.ufs.br.

## **Introdução**

No modelo tradicional há uma certa resistência em aceitar inovações, o saber avaliado é concebido como algo já constituído, caracterizado pelo rigor, pela objetividade e precisão e pela construção de instrumentais mais bem elaborados, por outro lado, o ensino nele inspirado era baseado na imitação, repetição e reforço (MARCURSCHI; SUASSUNA, 2007). Por esta razão foi considerado um paradigma ultrapassado já nas décadas de 60 e 70, porém, no Brasil, esse paradigma nos parece continuar forte e isso nos levanta a seguinte questão: Por que um método de ensino considerado ultrapassado continua sendo priorizado e utilizado nos sistemas de ensino?

No aprendizado a partir da estratégia de ensino tradicional, o aluno se torna uma espécie de “elemento passivo” e o professor, fonte de conhecimento e informação, tendo como função base transmitir tudo que ele sabe para o estudante. Essa visão de ensino tem como problemática principal a grande lacuna criada entre professor e aluno, fazendo com que haja um distanciamento na comunicação e na criatividade.

Dessa forma, um dos objetivos dos cursos de graduação é oferecer os subsídios teóricos e práticos (ou teórico-práticos) necessários ao cumprimento das funções profissionais, de acordo com cada área de conhecimento (CORTE; LEMKE, 2015). E conforme avançam os estudos, temos nos cursos de graduação nas licenciaturas o estágio curricular supervisionado, um momento em que as teorias aprendidas são aliadas à prática, bem como o momento no qual o futuro profissional experimenta e atua efetivamente em seu campo de formação (CORTE; LEMKE, 2015).

O estágio supervisionado pode ser considerado, então, uma oportunidade que o aluno estagiário tem para aprofundar os conhecimentos científicos adquiridos ainda durante a sua formação acadêmica (CURVO, 2017), buscando integralizar ao planejamento das aulas diferentes estratégias pedagógicas que permitam ao educando examinar os métodos de ensino que serão mais eficazes em sua futura carreira, refletir de mais perto a forma de aprendizagem dos estudantes, ou aqueles que conseguiram envolver mais satisfatoriamente a turma.

Mas, a utilização das diferentes estratégias de ensino vivenciadas durante a vida acadêmica vai estar intimamente ligada ao envolvimento ativo e à participação dos alunos nas atividades desenvolvidas durante seu curso, são estas que definem aspectos cognitivos e comportamentais do discente. Ou seja, o grau de envolvimento do estudante com as atividades acadêmicas durante o curso, acaba sendo elemento primordial para o desenvolvimento da qualidade do material a ser produzido e aplicado durante as atividades de estágio, bem como as tarefas e estratégias a serem utilizadas em seus contextos.

Com isto em vista, nos questionamos: o envolvimento dos estudantes em processo de formação é inerente a todos os processos de aprendizagem? Existe uma estreita conexão entre aquilo que é trabalhado em termos de estratégias de ensino nas disciplinas e os estudantes de forma recíproca? O envolvimento no processo de ensino e aprendizagem deve envolver aspectos que vão além dos cognitivos, também são cognitivos-comportamentais e cognitivos-sociais. Pois, existe uma inter-relação dinâmica onde comportamento, emoção e cognição não são processos isolados e influenciam diretamente no engajamento de determinada atividade — para diversos autores — o engajamento é um construto único e assim deve ser interpretado (PAULA et al, 2021).

Diante desse cenário, surge o estudo de engajamento do estudante, que vem se tornando um foco atual de pesquisas devido ao seu poder explicativo de analisar um comportamento não publicamente observável. A princípio, torna-se imprescindível compreender melhor o que vem a ser “engajamento”, havendo assim a necessidade de uma base teórica etimológica.

Segundo Brault-Labbé e Lise Dubé, engajamento surge como uma variável que se preocupa em investigar por quais razões, por quais meios e em quais circunstâncias um indivíduo consegue desenvolver e manter uma linha de condução, um foco, um direcionamento em relação a uma pessoa, um grupo, uma atividade ou um projeto (BRAULT-LABBÉ; LISE DUBÉ, 2009 apud COSTA; VITÓRIA, 2017), visando reunir diversos segmentos de pesquisa que contribuem para as explicações do sucesso dos alunos.

Para Silveira e Vitória,

O engajamento é um termo utilizado e que pode expressar duas perspectivas diferentes, a primeira sob a ótica dos estudantes e a segunda conforme a perspectiva da instituição de ensino. No olhar dos alunos, o engajamento é representado pela quantidade e qualidade do seu esforço e envolvimento em atividades de aprendizagem, bem como seu desempenho pessoal Kuh (2009). Já quando abordado sob a ótica da instituição de

ensino, o conceito pode envolver elementos como as políticas e estratégias adotadas no sentido de envolver seus alunos em atividades acadêmicas, tendo como objetivo também a aprendizagem (SILVEIRA; VITÓRIA, 2009, p. 12).

A partir destas considerações, visa-se reunir dados/informações com o propósito de responder ao seguinte problema de pesquisa: Qual o engajamento, representado pela quantidade e qualidade do esforço e envolvimento em sala de aula, relatados durante a disciplina de estágio supervisionado em ensino de física, dos estudantes do curso de graduação de licenciatura em física com práticas de ensino que sejam inovadoras?

Para compreendermos melhor essa questão, a pesquisa teve o objetivo de investigar o engajamento dos estudantes do curso de graduação de licenciatura em física do campus prof. Alberto Carvalho em práticas de ensino que sejam inovadoras durante o estágio curricular obrigatório em ensino de física, por meio da análise de relatórios das disciplinas.

## **1. Fundamentação Teórica**

O engajamento é um fator que se tornou um objeto de pesquisa de bastante destaque no fim do século XX devido ao potencial em prever resultados desejados para a aprendizagem acadêmica. Historicamente, o conceito de engajamento foi relacionado pela primeira vez ao “tempo que o estudante se dedica em determinada tarefa acadêmica” (KUH, 2005 apud MARTINS; RIBEIRO, 2017, p. 226), sendo aprimorado muitos anos depois e incluindo a questão da “qualidade do esforço”. Até o início do século XXI, existiram muitas adaptações e diferentes terminologias utilizadas para definição do construto “engajamento do estudante”, no entanto, apesar da grande variedade de concepções acerca do que é engajamento, quando se refere ao contexto educacional, seu conceito converge para as mesmas premissas: (i) os estudantes aprendem a partir de suas experiências ao longo de sua vida acadêmica e (ii) a forma em que

se engajam nestas experiências difere (PIKE; KUH, 2005 apud MARTINS; RIBEIRO, 2017, p. 227).

De acordo com Kuh e Hu (2001 apud MARTINS; RIBEIRO, 2017, p. 228),

O engajamento do estudante pode ser definido como o tempo e a energia devotados para atividades educacionais individualmente pelo estudante e em que extensão a instituição de ensino cria oportunidade e proporciona recursos para que os estudantes participem destas atividades resultando no sucesso do estudante.

Percebe-se que o engajamento acadêmico pode ser analisado através de duas perspectivas distintas, porém complementares, sendo a primeira com foco nos estudantes (engajamento acadêmico estudantil) e a segunda com foco nas instituições de ensino (engajamento acadêmico institucional). Pensando na diversificação do engajamento acadêmico, especificamente do acadêmico estudantil, o que representa a quantidade e a qualidade do esforço e envolvimento na prática de ensino? Como avaliar o grau de envolvimento em atividades escolares? Para Fredricks *et al.* (2004); Reeve (2012) e Veiga (2013), o engajamento escolar abrange aspectos comportamentais, emocionais, cognitivos, sociais e agente, por isso é entendido como um construto complexo e multifacetado. As dimensões e seu significado estão descritos conforme a tabela 1.

**Tabela 1.** Engajamento acadêmico estudantil

Dimensões	Descrição
<b>Comportamental</b>	Refere-se à quantidade de energia física e psíquica que os estudantes investem nas atividades de aprendizagem, ou seja, está relacionado à participação dos estudantes nas atividades pedagógicas.
<b>Emocional</b>	Diz respeito às reações afetivas dos estudantes aos professores e às atividades, assim como o sentimento de pertencimento e identificação com a escola e/ou conteúdo de estudo.
<b>Cognitivo</b>	Diz respeito ao trabalho intelectual colocado em prática pelos estudantes nos processos de ensino e aprendizagem.
<b>Social</b>	É definida em termos do envolvimento desses sujeitos com as interações sociais que fazem parte dos processos de ensino e aprendizagem.
<b>Agêntica</b>	Se refere à contribuição construtiva, proativa e intencional do estudante para o fluxo da instrução que ele recebe.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Fredricks *et al.* (2004); Reeve; Tseng (2011) e Veiga (2013).

O engajamento, portanto, está ligado à noção de participação, o que inclui envolvimento em atividades escolares e extraescolares, aos prazeres pessoais, ligação com a escola, a sensação de pertencimento. Entretanto, também podemos observar a falta de engajamento através da ausência dos mesmos fatores, reações negativas do estudante com relação aos seus professores, à sala de aula e à escola. Segundo os autores, há uma inter-relação dinâmica entre o comportamento, a emoção e a cognição, visto que não são processos isolados. O processo cognitivo de autorregulação ou de metacognição na aprendizagem, é o que define o controle do próprio indivíduo sobre suas ações (comportamentais e emocionais) diante das tarefas e obstáculos

## 2. Métodos e Materiais

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa exploratória de cunho qualitativo, e quanto a abordagem é do tipo pesquisa bibliográfica e documental. Fredricks e McColskey (2012) destacaram cinco técnicas que são utilizadas para a aferição de engajamento dos estudantes, são elas: questionário auto declaratório, amostra por experiência, avaliação do professor, entrevista e observação.

Para realização do levantamento de dados sobre o engajamento representadas pela quantidade e qualidade do esforço e envolvimento do estudante na disciplina, optamos por analisar relatórios de estágios supervisionados, amostras de experiência que foi realizada e vivida cotidianamente em sala de aula durante as regências de classe nos períodos compreendidos entre 2017 e 2020 das disciplinas de estágio supervisionado em ensino de física I e II do campus Prof. Alberto Carvalho da Universidade Federal de Sergipe. A seleção dos relatórios para análise foi realizada de forma aleatória e o anonimato dos estagiários foi mantido.



Foram analisados 28 relatórios de estágio, dos quais foram distribuídos 14 documentos para cada nível de estágio. Preservando o anonimato dos autores, identificamos cada estagiário do nível 1 por E e os estagiários do nível 2 por R, adicionando os índices de 1 a 14 de acordo com a ordem de organização desses relatórios.

A literatura traz indicadores ou variáveis de engajamento com a finalidade de analisar se ocorreu alguma modificação no contexto de suas intervenções. No entanto, não há uma padronização desses indicadores que venha a identificar o engajamento dos estudantes (PARSONS; TAYLOR, 2011 apud SILVA; MELO; RESTELLI, 2018). Dessa forma, formulamos uma hipótese a ser considerada para construção do indicador de engajamento através da revisão de literatura sobre engajamento acadêmico, seus construtos organizados na tabela 1, a qual através desse levantamento, foi construído um quadro, na tabela 2, com dimensões e descrições que possibilitam evidenciar possíveis indicadores na construção do engajamento estudantil durante o período de estágio curricular obrigatório.

**Tabela 2.** Proposta de indicadores de engajamento

<b>Dimensões</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Comportamental</b>	Quantidade de horas-aula dedicadas em observação, preparação e regência de classe durante estágio supervisionado.
<b>Emocional</b>	Identificar a escolha do estagiário segundo a escola e o professor (se foi declarada alguma relação afetiva com a escola, como por exemplo, se lá cursou a educação básica ou se o professor foi o mesmo, etc.).
<b>Cognitivo</b>	Levantamento dos conteúdos desenvolvidos durante estágio supervisionado em regência de classe.
<b>Social</b>	Levantamento da participação de projetos e/ou feiras de ciências durante os estágios.
<b>Agêntica</b>	Levantamento das estratégias de ensino utilizadas para a regência de classe durante os estágios.

Fonte: Elaborado pelo autor com base na tabela 1.

A quantidade de tempo e esforço dedicado pelo estudante em atividades acadêmicas está representado pelas dimensões comportamental e cognitiva, que diz respeito ao nível de investimento e de valorização que

o estudante apresenta em relação ao próprio aprendizado (FREDRICKS *et al.*, 2004) utilizando das melhores estratégias, assim como gerenciando melhor seu tempo.

No engajamento social é possível identificar as integrações e os meios de interações sociais realizadas pelos discentes na construção do seu estágio, nas relações com o corpo docente/supervisor e seu envolvimento com a instituição de sua escolha.

O envolvimento afetivo se refere ao desejo de aprender, às aspirações e à mobilização empreendida pelos estudantes, a carga motivacional, ou seja, o senso de pertencimento e identificação pela instituição de ensino e admiração pelos antigos professores. A dimensão agêntica está relacionada com processos nos quais os estudantes agem de forma intencional e proativa no sentido de enriquecer o que e como devem aprender um determinado conteúdo (SILVA *et al.*, 2016). O estudante engajado pode fazer inclusões de metodologias inovadoras não previstas na grade curricular ou utilizando dos saberes e habilidades adquiridos em sua graduação.

Além dos indicadores encontrados nos relatórios, os planos de ensino das disciplinas também fizeram parte do escopo da pesquisa com o objetivo de fazer uma análise para verificar estratégias vivenciadas pelos discentes durante o curso. A base de dados onde foram encontrados os planos está localizada nos dados gerais dos componentes curriculares do curso.

### **3. Resultados e Discussões**

Apesar dos vários indicadores, neste trabalho analisamos as atividades, técnicas e materiais utilizados pelos estagiários durante seu processo de regência em práticas de ensino, que sejam inovadoras durante o estágio curricular obrigatório em ensino de física. Por isso, tivemos por objetivo identificar algumas relações que os estagiários possuíam entre as habilidades adquiridas durante o período de formação com o uso das

metodologias e ferramentas referentes às práticas de sala de aula dos estagiários.

Quanto à formação básica proveniente das disciplinas da graduação, os estudantes afirmam ser imprescindível destacar algumas disciplinas de educação e das físicas básicas:

*“(...) as disciplinas teóricas básicas, Física A, B e C, e das disciplinas de caráter educacional, didática e Metodologia do Ensino de Física I e II, pois a partir da relação entre ambas foi possível elaborar um material que suprisse as necessidades da turma. Enquanto Instrumentação para o Ensino de Física I, disciplina em paralelo com o estágio, deveria apresentar um potencial maior na preparação do aluno-estagiário, assim possuindo baixo aproveitamento para o ESEF I” (E5).*

Como podemos observar na transcrição da concepção do estagiário E5, a disciplina Instrumentação para o Ensino de Física I é importante, porém, por ter sido ofertada no mesmo período do Estágio Supervisionado, contribuiu pouco. Essa concepção foi uma constância nos discursos dos estagiários em seus relatórios, como também visto na fala do estagiário E4:

*“Em minha opinião acredito que algumas outras disciplinas, como por exemplo Instrumentação para o ensino de física I, teriam me ajudado mais se fossem ensinadas um período antes dos estágios, pois assim os planos de aulas ou os experimentos que são construídos nessa disciplina poderiam ser aplicados nos estágios, e assim seria possível a análise da aplicabilidade e funcionalidade desses planos.” (E4)*

Ainda nessa perspectiva, o estagiário E7 compartilha da mesma ideia:

*“Para a parte teórica, as disciplinas Didática e Metodologia do Ensino de Física I e II tiveram grande contribuição a partir da discussão de temas CTS e sobre história e filosofia da ciência que contribuíram no planejamento das aulas. A disciplina Instrumentação para o Ensino de Física I também foi importante por dar oportunidade, mesmo que pouca, de ter uma experiência de ensino antes da prática em sala de aula.” (E7).*

Identificamos com a análise dos relatórios que os estagiários tendem a indicar que também cabe ao próprio estudante um esforço pessoal para

construir sua aprendizagem. Uma dimensão de autovalor classificada nessa última fala é o engajamento agêntico, porque, segundo Veiga (2013), engajamento agente foca o aluno como o agente da ação, ou seja, é a dimensão que avalia as iniciativas do estudante.

Entretanto, ao analisar os relatórios, observamos que o maior destaque desse tópico é a facilidade do estagiário reproduzir aulas expositivas, metodologia considerada “ponto de fuga” para escapar dos medos e imprevistos. Embora tenha se observado uso de complementos tecnológicos para diversificar suas aulas, é preciso entender o papel coadjuvante da tecnologia, ainda que essencial, ela por si só, não tem poder de educar, ou mesmo, de produzir melhora na aprendizagem. A adequada metodologia, que faz uso de mídia apropriada, é a chave para uma educação de qualidade (CURVO, 2017).

Um levantamento das estratégias de ensino utilizadas para a regência de classe durante os estágios nos relatórios analisados aponta para as seguintes metodologias utilizadas na tabela 3.

**Tabela 3.** Metodologias utilizadas pelos estagiários em algumas de suas aulas

Metodologia de Ensino	Estágio I	Estágio II
<b>UEPS</b> ( <i>Unidade de Ensino Potencialmente Significativa</i> )	E <sub>6</sub> , E <sub>9</sub> , E <sub>10</sub> E <sub>11</sub> , E <sub>12</sub> , E <sub>13</sub>	R <sub>11</sub>
<b>IPC</b> ( <i>Instrução Por Colegas</i> )	–	R <sub>14</sub>
<b>Gamefication</b>	–	R <sub>14</sub>
<b>Experimentação</b>	E <sub>5</sub> , E <sub>7</sub> , E <sub>8</sub>	R <sub>3</sub> , R <sub>4</sub> , R <sub>5</sub> R <sub>9</sub>
<b>TICs</b> ( <i>Tecnologias da Informação e da Comunicação</i> )	E <sub>3</sub> , E <sub>7</sub> , E <sub>8</sub> , E <sub>14</sub>	R <sub>4</sub> , R <sub>5</sub> , R <sub>6</sub> R <sub>7</sub> , R <sub>10</sub> , R <sub>13</sub> R <sub>14</sub>
<b>Dinâmica Fora da Sala de Aula</b>	E <sub>8</sub>	–

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos relatórios analisados.

Analisando os planos de ensino da graduação dos estagiários, foi possível identificar quais metodologias de ensino eles tiveram acesso: UEPS (Unidade de ensino potencialmente significativa), CTS (Ciência

Tecnologia e Sociedade), IpC (Instruções por Colegas), HFC (História e Filosofia da Ciência), TIC's (Tecnologia em Informação e Comunicação) no ensino de Física, Ensino por Investigação, Laboratório (Aberto e Fechado), ADI (Aulas demonstrativas interativas), Gamefication (Gamificação) e Aprendizagem por Problematização.

Nos relatórios foram identificados, além das aulas expositivas, 6 tipos de metodologias utilizadas pelos estagiários durante o período de regência. Dessa forma, podemos identificar que, durante toda graduação, oficialmente, os estudantes tiveram acesso a 11 metodologias de ensino, e durante o período de regência, dos 28 relatórios analisados, poucos estagiários diversificaram pelo menos uma de suas aulas. De acordo com a tabela 3, podemos verificar que no estágio I teve seis UEPS e quatro TICs dentre os quatorze estagiários, veja que alguns deles se repetem na coluna, isso significa que diversificaram suas estratégias durante a regência, portanto, estão aparecendo mais de uma vez na coluna.

No estágio II, podemos notar uma variação relativamente maior quanto ao uso de estratégias metodológicas, também identificamos um maior número de utilização de recursos tecnológicos TICs. Contudo, não podemos identificar de qual forma as TICs foram utilizadas, assim, podemos nos perguntar: será que esses recursos tecnológicos foram utilizados apenas como recurso visual (apenas reproduzindo imagens) ou foram realmente aproveitados dentro de um método metodológico fundamentado na TIC?

Analisando os planos, a maioria dos estagiários que citaram a utilização de TICs, afirmam o seguinte:

*“Aulas Expositivas Participativas com o auxílio de Software que descreve os tipos de movimentos.” (E<sub>10</sub>).*

O estudante relata que o simulador está sendo utilizado como auxílio, ou seja, apenas como um recurso visual para demonstrar o movimento. Vale evidenciar que a todos os estagiários que aplicaram metodologias inovadoras queixam-se do tempo de produção desses planos por serem

mais qualificados e complexos, posto que exigem tempo e criatividade, como cita os estagiários E<sub>14</sub> e E<sub>10</sub>:

*“A maior dificuldade foi desenvolver uma metodologia que fosse inovadora e ao mesmo tempo que chame a atenção do aluno trazendo situações e ferramentas presentes no seu cotidiano.”* (E<sub>14</sub>).

*“Um ponto negativo foi conhecer metodologias novas e não poder aplicar por falta de tempo, devido ao colégio ter muitos feriados e eventos na terça.”* (E<sub>10</sub>).

Outro fator que vale destacar e que foi indicado como dificuldade pelos estagiários em lecionar são foi uma tendência de aulas com caráter preparatório, que busca a memorização, na qual o aluno fica preso a fórmulas sem saber a teoria e a história por trás da fórmula, para compreender fenômenos físicos em sua totalidade e integração que exigem conhecimento crítico.

*“Acredito que a disciplina de estágio deva ser avaliada em etapas distintas. Primeiramente a observação associada simultaneamente da elaboração do material, acompanhada do professor supervisor e ministrante da turma. Em seguida o acompanhamento da aula, avaliando apenas quesitos voltados a postura, domínio e apresentação. Ou seja, os planos já estarão prontos e bem formulados, assim ficará mais claro os possíveis erros na apresentação.”* (R<sub>7</sub>).

*“Seria indicado o desenvolvimento de disciplinas voltadas ao planejamento das atividades didáticas e de prática de ensino antes do estágio para que os estagiários estivessem mais preparados antes do início do mesmo. Além disso, seria interessante disciplinas voltadas ao conteúdo da física básica e sua transposição didática.”* (R<sub>6</sub>).

Essa dificuldade se encontra ainda mais presente no segundo estágio, devido a alguns conteúdos lecionadas para o 2º ano do ensino médio, série de regência dos estudantes para esse estágio, não serem ofertadas na graduação, uma vez que a disciplina complementos de óptica, fluidos e termodinâmica era optativa e alguns dos graduandos deixam para cursar no final, ou seja, após os estágios.

## 4. Considerações Finais

A partir da análise dos dados, foi possível perceber uma tendência dos estagiários a reger as aulas de forma expositiva. Ciente das suas limitações, identificamos a predominância do método tradicional de ensino como metodologia predominante, pois consideram que este método auxilia no controle emocional e facilita na administração de tempo, direcionando mais dedicação para os estudos. Outra situação exposta pela maioria dos relatórios sobre utilização de metodologias inovadoras foi a dificuldade em produzi-las por fatores externos, como por exemplo a disposição do tempo, e não com a falta de competências necessárias para aquisição de um material de maior qualidade.

Podemos concluir que o estágio por si só não é capaz de formar um profissional docente pronto, porém é possível atribuir a ele competências e habilidades importantes para uma futura atuação profissional. Para este propósito, o estágio precisa se desprender da prática de imitação de modelos, sem reflexão e sem investigação (CORTE e LEMKE, 2015) e os diálogos sobre práticas inovadoras, ampliados no ensino superior. O estagiário precisa protagonizar-se na construção do seu saber, mantendo constante investigação e reflexão do seu fazer pedagógico.

Contudo, para este fim, é necessário um olhar coletivo, pois a implementação de um método investigativo mais rigoroso não depende somente do coordenador da disciplina ou do estagiário, mas de toda gestão acadêmica, supervisores e estudantes, dada a importância de práticas pedagógicas inovadoras e potencializadoras do engajamento acadêmico.

## Referências

ANTONOWISKI, R., ALENCAR, M. V., ROCHA, L. C. T. Dificuldades encontradas para aprender e ensinar física moderna. **Scientific Electronic Archives** [online]. 2017, v. 10.

BERNARDY, K.; PAZ, D.M. Importância do estágio supervisionado para a formação de professores. In: Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 17., 2012, Unicruz. **Anais eletrônicos** [...]. [s. l.: s. n.], 2012. 4 p. Tema: Ciência, Reflexividade e (In)Certezas.

CORTE, A.C.D.; LEMKE, C.K. O estágio supervisionado e sua importância para a formação docente frente aos novos desafios de ensinar. In: EDUCERE, congresso nacional de educação, 12., 2015, PUCPR. **Anais eletrônicos** [...]. [s. l.: s. n.], 2015. 10 p.

COSTA, P. T.; CÔRTE VITÓRIA, M. I. C. Engajamento acadêmico: aportes para os processos de avaliação da Educação Superior. In: Educere — Congresso Nacional de Educação, 13, 2017, Curitiba. **Anais do Congresso Nacional de Educação**. Curitiba: Universitária Champagnat, 2017.

CURVO, L. R. V. Análise dos relatórios de estágio supervisionado do curso de ciências biológicas da Universidade Federal do Tocantins (UFT) — campus de Araguaína (Brasil), **Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo**, março. 2017.

FREDRICKS, J. A.; BLUMENFELD, P. C.; PARIS, A. H. School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. **Review of educational research**, v. 74, n. 1, p. 59-109, 2004.

FREDRICKS, J. A., e MCCOLSKEY, W. (2012). **The Measurement of Student Engagement: A Comparative Analysis of Various Methods and Student Self-report Instruments**. In S. L. Christenson, A. L. Reschly, & C. Wylie (Eds.), *Handbook of Research on Student Engagement* (pp. 763-782). New York: Springer, 2012.

MANO, A.M.P; SARAVALI, E.G. **Conteúdos difíceis de ensinar na perspectiva de professores de ciências**. Formação inicial de professores da educação básica CAPES da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” — Unesp/Campus de Marília. 2016.



MARTINS, A.F.P. Estágio supervisionado em física: o pulso ainda pulsa... **Revista Brasileira de Ensino de Física** [online]. 2009, v. 31, n. 3, pp. 3402.1-3402.7.

MARTINS, L. M. J. e RIBEIRO, L. D. Engajamento do estudante no ensino superior como indicador de avaliação. **Avaliação**, Campinas, 22 (1), 2017.

MARCURSCHI, B. e SUASSUNA, L. **Avaliação em língua portuguesa: contribuições para a prática pedagógica**. 1 ed., Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

PAULA, H. F.; TALIM, S. L., SALEMA, C. S. e CAMILLI, V. R. Engajamento de estudantes em um ensino remoto e emergencial de física. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.** Belo Horizonte, n. 23, 2021

REEVE, J. e TSENG, C.-M. Agency as a fourth aspect of students' engagement during learning activities. **Contemporary Educational Psychology**. Volume 36, Issue 4, 2011, p. 257-267.

SILVA, T.; MELO, J.; TEDESCO, P. Um modelo para promover o engajamento estudantil no aprendizado de programação utilizando gamification. **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, p. 71, nov. 2016.

SILVA, T. S.C., MELO, J. C.B. & TEDESCO, P.C. A. R. A Model to Promote Student Engagement in Programming Learning Using Gamification. *Brazilian Journal of Computers in Education*, 26(3), 120-138. 2018.

SILVEIRA, C.T.M.A.; VITÓRIA, M.I.C. **Engagement no ensino superior: narrativas discentes que contribuem para a implantação de estratégias institucionais**. In: RODRIGUES, J.F (org.). *Gestão, Avaliação e Inovação no Ensino Superior*. Ponta Grossa, PR: Atena, 2019. v. 1, cap. 10, p. 105 — 113.

SILVEIRA, M. E.; JUSTI, F. R. R. **Engajamento escolar: adaptação e evidências de validade da escala EAE-E4D**. *Psicol. teor. prat.*, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 110-125, abr. 2018.

VEIGA, F. H. Envolvimento dos alunos na escola: elaboração de uma nova escala de avaliação. **International Journal of Developmental and Educational Psychology / INFAD Revista de Psicología**, v. 1, n. 1, p. 441-450, 2013.

**COMPARAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO DECAIMENTO RADIOATIVO  
ATRAVÉS DE LANÇAMENTOS DE POLIEDROS**  
*COMPARISON OF THE BEHAVIOR OF RADIOACTIVE DECAY THROUGH  
POLYHEDRONS THROWINGS*

*C. V. Bauman Bertti*<sup>1</sup>, *A. N. Silveira*<sup>2</sup>, *A. G. Dytz*<sup>3</sup>, *E. Arashiro*<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Laboratório Ciência Impressa 3D (Ci3D), Universidade Federal do Rio Grande (FURG),  
bauman.bertti@gmail.com.

<sup>2</sup> Mestrado Profissional em Ensino de Física — Polo 21 FURG (MNPEF — Polo 21),  
silveira.a.n@gmail.com.

<sup>3</sup> Instituto de Matemática Estatística e Física (IMEF), Universidade Federal do Rio  
Grande (FURG), alinedytz@furg.br.

<sup>4</sup> Instituto de Matemática Estatística e Física (IMEF), Universidade Federal do Rio Grande  
(FURG), earashiro@furg.br.

## **Introdução**

Há uma carência, no ensino médio, na abordagem e discussão de tópicos de Física Moderna, e quando ocorrem os experimentos são quase inexistentes. Em parte, pela dificuldade de tratar sobre o tema, mas a falta de tempo disponível também é um fator para não trabalhar esses assuntos. Pensando nisso foi desenvolvida uma atividade que de forma simples e prática traz o entendimento sobre decaimento radioativo, com uso de poliedros.

Outra questão importante de salientar é que existe uma legislação específica, Normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN, 2014), que restringe a compra e manipulação de material radioativo, assim, o uso de simuladores podem ser um recurso muito interessante para que os estudantes entendam sobre os efeitos estando isentos dos possíveis riscos associados a manipulação de materiais radioativos (MESQUITA, 2019). Esta simulação pode ser feita com recursos diferenciados e neste trabalho foi escolhido o uso de poliedros. Assim, foi realizada uma simulação que não envolvesse o uso de materiais radioativos e permitisse uma comparação fidedigna com o processo estatístico do decaimento.

Quando um átomo emite algum tipo de radiação é dito que o elemento químico sofreu um decaimento radioativo. O processo de decaimento radioativo além de ser uma transmutação da matéria, pois o elemento decaído geralmente é diferente do elemento emissor da radiação, também é um processo espontâneo e probabilístico. O tempo médio em que metade dos átomos de uma certa amostra decaem é conhecido como tempo de meia-vida e tem um comportamento exponencial. Este trabalho trata de uma simulação do decaimento radioativo usando poliedros com um número específico de faces, visto que, a probabilidade de um determinado tipo de elemento radioativo decair após um certo período de tempo pode ser simulada estudando o processo probabilístico como no caso de lançamentos subsequentes de poliedros com eliminação de um pré-determinado valor do dado a cada lançamento.

## **1. Fundamentação Teórica**

A atividade prática envolvendo o conhecimento de decaimento radioativo é proposta para uma situação de sala de aula onde o professor instrui o estudante a explorar a questão do decaimento radioativo utilizando recursos em que ele, com auxílio dos colegas, busca a solução para o entendimento da situação problema, como os átomos decaem? A solução deve ser vista como um indicativo de seu desenvolvimento mental. Neste

caso, para Vygotsky (2007), o que o aluno consegue fazer com a ajuda dos outros, pode ser de alguma maneira, muito mais indicativo de seu desenvolvimento mental do que o que consegue fazer sozinho.

Assim o papel do professor está focado na construção de novos conhecimentos do aluno, de forma a orientá-lo, incentivá-lo e estimulá-lo com ações que potencialize sua aprendizagem e, conseqüentemente, seu desenvolvimento. Vygotsky atribui uma grande relevância à interação social no processo de construção das funções psicológicas humanas, a partir do entendimento do conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que é a distância entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial.

Aquilo que é ZDP hoje será o nível de desenvolvimento real amanhã, ou seja, aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã (VYGOTSKY, 2007, p. 98).

Com isso o aprendizado desperta processos de desenvolvimento que aos poucos vão fazendo parte das funções psicológicas do indivíduo. Na atividade prática, o trabalho em grupo também desperta discussões sobre o assunto e contextualização do tema com fatos e situações reais, além de motivar os alunos a pensar e entender as relações propostas na atividade. As bases da teoria em relação ao decaimento permitem ensinar sobre as partículas e radiação eletromagnética.

Na desintegração radioativa, o núcleo de um átomo emite espontaneamente uma partícula  $\alpha$  (um núcleo de  ${}^4_2\text{He}$ ), uma partícula  $\beta$  (um elétron ou pósitron) e/ou um raio  $\gamma$  (um fóton), tendo assim uma configuração mais estável.

Uma fonte radioativa contém átomos e não há modo de dizer quando um dado núcleo irá desintegrar. No entanto, em média, pode-se prever que após um certo intervalo de tempo, chamado meia-vida ( $t_{1/2}$ ), metade dos átomos terá se desintegrado. Na próxima meia-vida, metade dos átomos remanescentes irá sofrer decaimento, e assim sucessivamente. Cada isótopo radioativo possui um tempo de meia-vida diferente. Esse período pode ser expresso em segundos, minutos, horas, dias e anos.

Na figura 1a é mostrado o gráfico de comportamento geral de número de núcleos presentes ao longo do tempo de uma amostra radioativa, nele também estão identificados os tempos de meia-vida. O tipo de curva apresentado na figura é um decaimento exponencial com o tempo. Isso é um indicativo que a desintegração radioativa é de natureza estatística. Cada núcleo em uma amostra radioativa possui uma certa probabilidade de desintegração, mas não há um meio de se conhecer, antecipadamente, qual núcleo se desintegrará em dado intervalo de tempo.

Uma maneira de representar matematicamente o decaimento radiativo foi estabelecida experimentalmente por Ernest Rutherford e Frederick Soddy (1902) e posteriormente deduzida por Ergon von Schweidler (KAPLAN, 1983) a partir de considerações estatísticas, é através da equação

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}, \quad (1)$$

onde  $N_0$  é o número de átomos inicialmente presentes,  $N$  o número de átomos que ainda não se desintegraram após um intervalo de tempo  $t$ , e é a base dos logaritmos naturais ou neperianos, e  $\lambda$  é a constante de decaimento que é a probabilidade de desintegração por unidade de tempo, ou ainda, ela caracteriza a velocidade de desintegração de uma substância.

Se for aplicado o logaritmo neperiano em ambos os lados da Eq. (1), será obtido a equação,

$$\ln(N) = \ln(N_0) - \lambda t, \quad (2)$$

sendo assim, se com os mesmos resultados da figura 1a, for feito um gráfico semi-logarítmico em que a escala vertical é logarítmico neperiano e a horizontal linear (figura 1b), em vez de se obter uma curva, irá se obter uma reta, cujo coeficiente angular é a constante de decaimento  $\lambda$ .

A relação entre a constante de decaimento e a meia-vida pode ser encontrada sabendo-se que, para  $t = t_{1/2}$ ,  $N$  será igual a  $N_0/2$ , e utilizando a Eq. (1), obtém-se

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t_{1/2}}. \quad (3)$$

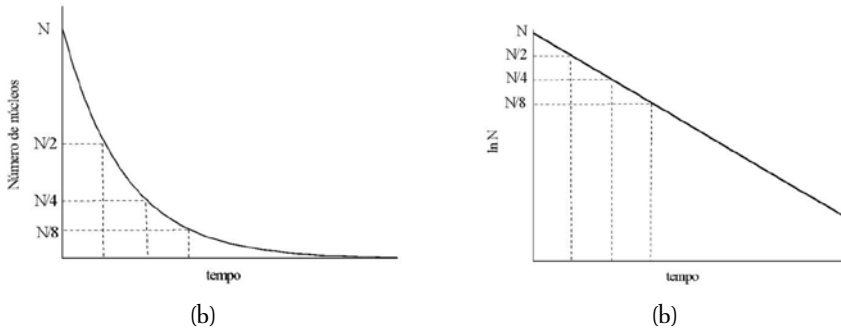
Uma vez que  $N_0$  é diferente de zero, pode ser eliminado de ambos os membros, e calculando o logaritmo neperiano de ambos os lados da equação obtém-se

$$\ln 2 = \lambda t_{1/2}, \quad (4)$$

sendo assim,

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}. \quad (5)$$

Figura 1 — (a) Gráficos de número de núcleos ao longo do tempo. (b) Gráfico do logarítmico neperiano do número de núcleos em função do tempo.



Fonte: Autores.

O comportamento do decaimento radioativo pode ser simulado fazendo uso de poliedros, visto que, a probabilidade de um átomo específico decair após um certo período pode ser simulada estudando o processo aleatório de lançar poliedros.

## 2. Métodos e Materiais

Foram usadas 100 unidades de poliedros (dados) de 6 faces para serem lançados pelos grupos, ressalta-se que se a aquisição de dados seja

inviável, é possível usar algum tipo de aplicativo para smartphone que simula o lançamento dos poliedros. Além dos poliedros físicos, foi usado também o aplicativo Mighty Dice, disponível na loja de aplicativos Google Play, pois ele apresenta uma interface simples e fácil de manipular, além de ser possível usar poliedros de diversas faces que podem ser entendidos como radioisótopos diferentes, consequentemente com constantes de tempo e meia-vidas diferentes.

Figura 2 — (a) Poliedros de 6 faces (dados convencionais) (b) Aplicativo Mighty Dice.



(b)



(b)

Fonte: Autores.

Para simular as probabilidades de um átomo decair lançando os poliedros, cada grupo de alunos (Figura 3a) recebeu um conjunto de poliedros de mesmo número de faces (100 unidades), juntamente com a face designada como o número de “decaimento” (no caso foi escolhido a face 1), ou seja, o número voltado para cima em que se o poliedro cair deve ser retirado após o lançamento simultâneo de todos os poliedros. A cada lançamento de poliedros, pode-se montar uma coluna com os poliedros removidos do montante de cada lançamento, Figura 3b, fazendo com que os próprios poliedros já indiquem a curva exponencial que resultará da prática. Na simulação esses poliedros retirados são considerados a atividade radioativa do elemento simulado/estudado. O procedimento foi repetido até a retirada de todos os poliedros. Como já mencionado, o uso

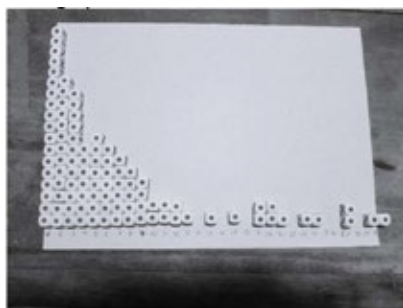


de poliedros de faces diferentes permite simular curvas semelhantes, mas que podem ser comparadas a elementos radioativos diferentes e, portanto, a atividades diferentes.

Figura 3 — (a) Um dos grupos realizando a atividade proposta. (b) Poliedros decaídos em função do tempo de um dos grupos.



(b)



(b)

Fonte: Autores.

Depois foram montados gráficos que mostram o comportamento exponencial da atividade proposta, podendo-se fazer a analogia com a curva do decaimento radioativo para comparar e entender o processo do decaimento radioativo e do tempo de meia-vida. Obviamente uma exponencial pode ter outras aplicações, mas o intuito da aplicação serviu como exemplo para a contextualização, assim este procedimento de uso de poliedros pode auxiliar em várias áreas da ciência como a geologia, arqueologia e medicina nuclear.

### 3. Resultados e Discussões

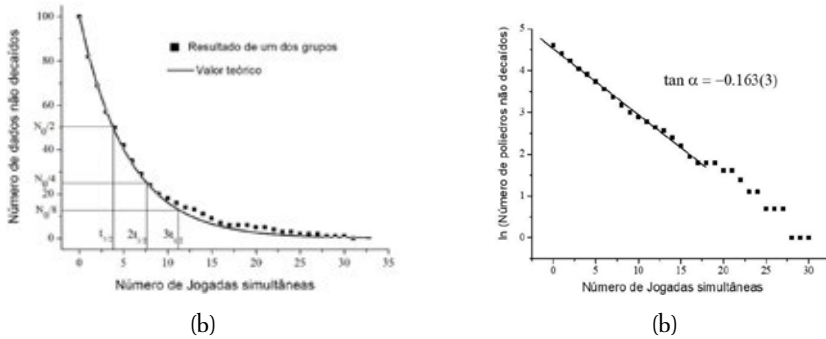
A atividade foi aplicada em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio do Colégio Sagrado Coração de Jesus, Rio Grande — RS, que se caracterizava por um foco no Exame Nacional do Ensino Médio, ENEM,

devido a isso tinham notas altas e chegaram ao quarto bimestre na etapa pós-ENEM desmotivados de participar das propostas de avaliação, mas a turma recebeu a atividade de maneira muito positiva, pois ao longo do ano foi discutido diversas vezes questões relacionadas a radioatividade devido a alguns alunos terem assistido a série CHERNOBYL (2019), transmitida pelo canal HBO.

Cada grupo lançava uma quantidade determinada de poliedros físicos ou virtuais. A partir do procedimento definido em Materiais e Métodos montaram-se as tabelas registrando o número do lançamento, a quantidade de poliedros decaídos naquele lançamento e a quantidade de poliedros remanescentes. A partir das tabelas constrói-se os gráficos que relacionam o número de poliedros não decaídos pelo número de jogadas. Com o gráfico é possível discutir e marcar graficamente a meia-vida para os valores coletados.

A Figura 4 mostra os gráficos produzidos no software SciDAVis (2022) com os resultados coletados pelos alunos de um dos grupos com os poliedros de 6 faces. Na figura 4a temos o número de poliedros não decaídos em função do tempo, nele também estão identificados os tempos de meia-vida e a curva de decaimento teórica. E na figura 4b é mostrado os mesmos resultados da simulação, mas com o logaritmo neperiano do número de poliedros não decaídos em função do tempo, e o coeficiente angular forneceu a constante de decaimento  $\lambda = 0,163$ , e usando a Eq. (5) tem-se que a meia-vida é próximo de  $t_{1/2} = 4,25$ .

Figura 4 — (a) Gráfico de número de poliedros de 6 faces não decaídos em função do tempo. (b) Gráfico do logaritmo neperiano do número de poliedros de 6 faces não decaídos em função do tempo.

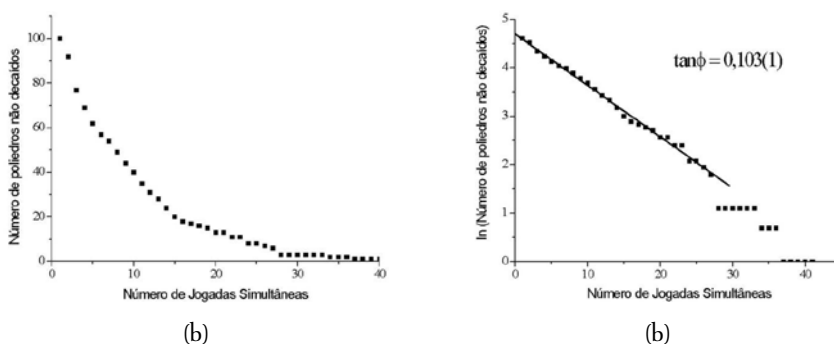


Fonte: Autores.

É possível verificar que com os resultados que tinham conseguido com boa eficiência determinar a constante de decaimento  $\lambda$  e a meia-vida  $t_{1/2}$  do radioisótopo simulado pelo lançamento de poliedros, que para o caso de 6 faces, seriam respectivamente  $\lambda = 1/6$  (que é a probabilidade de uma determinada face de um dado de 6 faces cair com o número virado para cima) e  $t_{1/2} = 4,16$ .

A Figura 5 mostra os gráficos produzidos com os resultados coletados por um dos grupos de alunos, agora fazendo o lançamento de poliedros virtuais de 10 faces usando o app Mighty Dice. Na figura 5a temos o número de poliedros não decaídos em função do tempo e na figura 5b é mostrado os mesmos resultados, mas com o logaritmo neperiano do número de poliedros não decaídos em função do tempo, e o coeficiente angular forneceu a constante de tempo  $\lambda = 0,103(1)$ , tendo conseqüentemente a meia-vida próximo de  $t_{1/2} = 6,7$ . Os resultados estão dentro do esperado para um poliedro de 10 faces, que tem a probabilidade de uma determinada face ser sorteada de 0,10 e, conseqüentemente, meia-vida de 6,93.

Figura 5 — (a) Gráfico de número de poliedros de 10 faces não decaídos em função do tempo. (b) Gráfico do logaritmo neperiano do número de poliedros de 10 faces não decaídos em função do tempo.



Fonte: Autores.

Antes da atividade proposta foi realizada uma aula para apresentar os conceitos de radioatividade, mas após a atividade a discussão foi muito engrandecedora. Pois com o entendimento do que é meia-vida foi possível entender a razão de alguns materiais radioativos demoram tanto tempo para deixarem de ter uma emissão significativa, trazendo novamente a discussão sobre o que aconteceu em Chernobyl e a razão das medidas protetivas a serem tomadas devem perdurar por muitos anos e para voltar a ser habitável levará milhares de anos. Além do acidente na usina nuclear também foi discutido como é possível determinar a idade de fósseis, através da datação por carbono-14.

#### 4. Considerações Finais

O trabalho apresentou o conceito de decaimento radioativo aos alunos de maneira simples, acessível e principalmente com baixo custo. Houve uma receptividade positiva culminando numa discussão, acima do esperado, sobre as aplicações dos conceitos de radioatividade e meia-vida.

Com o experimento foi possível ampliar a compreensão que o decaimento radioativo é um processo probabilístico, mas que é possível, em média, prever que após um dado intervalo de tempo, chamado meia-vida ( $t_{1/2}$ ), metade dos núcleos terá se desintegrado. Cada radioisótopo tem uma meia-vida característica. Um radioisótopo com uma meia-vida longa decai mais lentamente que aquele com uma meia-vida curta.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001.

## Referências

CNEN — Comissão Nacional de Energia Nuclear. Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica. CNEN NN 3.01 (Resolução CNEN 164/14); Rio de Janeiro: 2014.

CHERNOBYL. Direção: Johan Renck. Produção: Craig Mazin, Carolyn Strauss, Jane Featherstone. HBO. Estados Unidos, Reino Unido, 2019. Acesso em: 25 out. 2022.

KAPLAN, I. **Física Nuclear**. 2ª ed., Guanabara Dois: Rio de Janeiro, 1983, 633p

MESQUITA, D. G.; DYTZ, A. G. Simulador de Medidor de Atividade para Práticas de Ensino. **Revista Brasileira de Física Médica**, v. 13, p. 53-59, 2019. <https://doi.org/10.29384/rbfm.2019.v13.n3.p53-59>.

RUTHERFORD, E., SODDY, F. The cause and nature of radioactivity. *Philosophical Magazine*, v. 4, p. 370-396, 1902.

SciDAVis. Versão 2.9.2. Miquel Garriga, Arun Narayanankutty, Dmitriy Pozitron, Russell Standish, 2022.

VYGOTSKYI, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Trad. José Cipolla Neto; Luís Silveira Menna Barreto; Solange Castro Afeche. 7.ed. São Paulo: Martins Fontes, [1984] 2007.

**FÍSICA E JOGOS TEATRAIS: UMA PROPOSTA DIDÁTICA EMBASADA  
NOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS PARA O ENSINO DE ONDAS  
ELETROMAGNÉTICAS EM NÍVEL MÉDIO**

*PHYSICS AND THEATER GAMES: A DIDACTIC PROPOSAL BASED ON THREE  
PEDAGOGIC MOMENTS FOR THE TEACHING OF ELECTROMAGNETIC  
WAVES AT MIDDLE LEVEL*

*André Luiz da Cunha Alves<sup>1</sup>, Cassiana Barreto Hygino Machado<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Instituto Federal Fluminense (IFF), professorandreaves@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Instituto Federal Fluminense (IFF), cassiana.h.machado@iff.edu.br.

## **Introdução**

O ensino de ciências deve ser direcionado para a formação integral do estudante, preparando-o para as exigências do mundo moderno e também para o mercado de trabalho. Sendo assim, as atividades didáticas devem estimular o pensamento crítico, o protagonismo dos estudantes e promover o dinamismo e a interatividade.

Neste contexto, em busca de uma abordagem contextualizada e crítica adotou-se o embasamento das atividades na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos os quais, segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) propõem uma estrutura composta por: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

A fim de contribuir para o desenvolvimento da criatividade e expressividade do educando, por meio da conectividade entre

racionalidade, sensibilidade, intuição e ludicidade a BNCC (BRASIL, 2018) propõe a inserção da arte. O teatro pode ser incorporado ao ensino por meio dos jogos teatrais, favorecendo o crescimento pessoal e desenvolvimento cultural dos jogadores por meio do domínio, da comunicação e do uso interativo da linguagem teatral, numa perspectiva imprevista ou lúdica, possibilitando trocas de experiências entre os participantes, exigindo uma participação intensa e expressiva na busca da coletividade (JAPIASSU, 2001).

O presente trabalho tem como questão principal investigar: quais as potencialidades de uma sequência didática fundamentada nos Três Momentos Pedagógicos e em jogos teatrais para aprendizagem de conceitos de ondas eletromagnéticas em nível médio?

## **1. Fundamentação Teórica**

A metodologia dos Três Momentos Pedagógicos foi proposta por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) e se estrutura em 3 momentos: 1- problematização inicial: são apresentados problemas aos discentes sobre situações reais que eles conhecem ou presenciam; 2- Organização do Conhecimento: os conhecimentos científicos necessários para a compreensão da problematização inicial são estudados. 3- Aplicação do Conhecimento: aborda o conhecimento incorporado pelo discente, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

Envolver o teatro ao ensino de ciências permite que ambos contribuam a seu modo, com suas teorias e práticas, no crescimento educacional do aluno, e assim possam construir um saber sobre aspectos relevantes à vida e como sobreviver a ela.

Segundo Japiassu (2001), os jogos teatrais possuem as seguintes características: (i) procedimentos lúdicos com regras explícitas, (ii) carregado de intencionalidade e explicitamente dirigido para observadores,



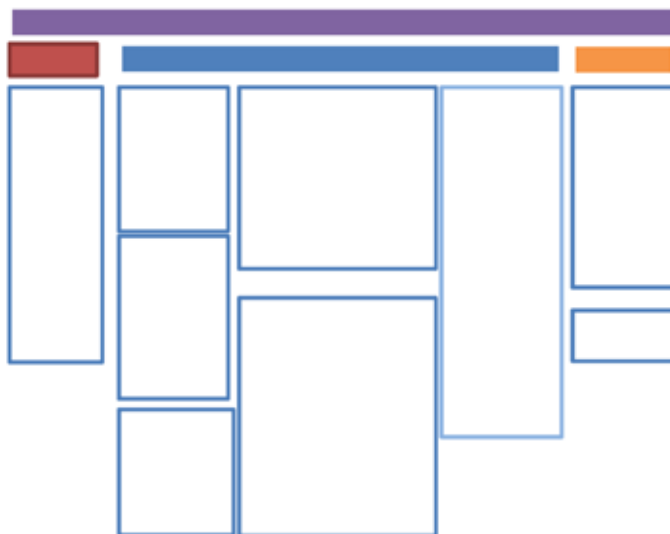
isto é, pressupõe a existência de uma platéia e (iii) grupo de sujeitos que joga pode se dividir em equipes que se alternam nas funções de “jogadores” e de “observadores”, ou seja, os sujeitos jogam deliberadamente para outros que os observam.

Spolin (2010) sistematizou algumas bases operacionais necessárias ao jogo: 1) o foco ou concentração do jogador as regras do jogo apresentadas pelo professor; 2) a instrução do professor ao longo do jogo para resolução de problemas; 3) a platéia ou observadores do jogo, estarem atentos a linguagem teatral; 4) a avaliação coletiva dos resultados obtidos, compartilhada por todos os membros do grupo, seria uma espécie de “debate coletivo” após o jogo. Esse sistema de jogo teatral auxilia na conscientização da comunicação não verbal e para dinâmica de grupos.

## **2. Métodos e Materiais**

Esta pesquisa possui natureza qualitativa e tem como público alvo uma turma da terceira série do Ensino Médio, da rede pública do estado do Rio de Janeiro, Brasil. A sequência didática foi embasada nos Três Momentos Pedagógicos para o ensino do conteúdo de ondas eletromagnéticas. A problematização se deu por meio do tema o acesso à internet e o processo de exclusão social. Durante o desenvolvimento da sequência foram realizados jogos teatrais, além da utilização de tecnologias digitais. A Figura 1 traz o resumo da sequência didática estruturada em 9 semanas, com duas aulas de 50 min cada.

Figura 1 — Resumo da Sequência didática em 9 semanas.



Fonte: Elaboração própria.

A aplicação da sequência didática foi realizada entre os meses de outubro e dezembro de 2021. Devido às limitações de espaço, serão apresentadas neste trabalho as análises referentes aos jogos teatrais 1, 2 e 3 e aos questionários inicial e final.

Na análise dos jogos teatrais será realizada a interpretação dos seus registros, por meio de palavras ou desenhos. O questionário é composto por 5 questões, no que se referem às perguntas abertas, estas serão analisadas pela análise de conteúdo, a qual possui 3 etapas: Pré análise, momento no qual é realizada uma leitura flutuante do material, é feita a definição do corpus e são elaboradas as primeiras hipóteses; Exploração do material, são recortadas Unidades de Significação (US) do corpus e estas são organizadas em categorias, seguindo os princípios da categorização; e Inferência e interpretação, no qual as categorias obtidas são interpretadas sob a luz do referencial teórico (BARDIN, 2011).

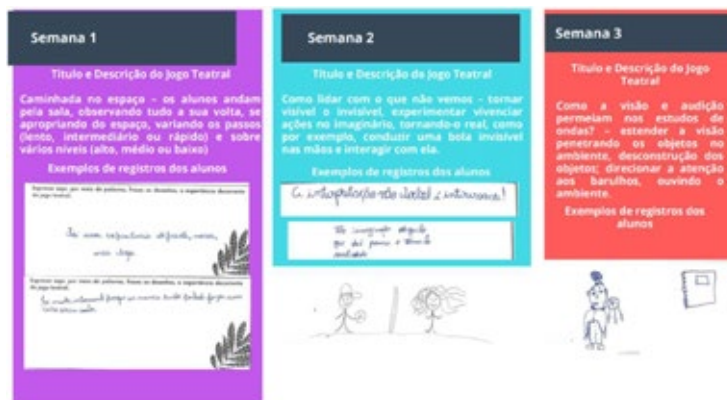
A fim de preservar as identidades dos alunos, estes foram denominados por: GF, LK, MG, RO, ES, MF, EA, IS, LS, MA, TA, JO, LH, MY, CA, FE, JE, ISA, SE, CL, BRU, JES, EM, MC, MR, MCL, MCLN, LO, AM, WA.

### 3. Resultados e Discussões

#### 3.1. Resultados dos jogos teatrais

A figura 2 mostra um resumo dos Jogos teatrais desenvolvidos nas respectivas semanas e exemplos dos registros dos alunos por meio de frases ou desenhos oriundos dos Jogos.

Figura 2 — Resumo da Sequência didática em 9 semanas.



Fonte: Elaboração própria.

O jogo teatral da semana 1, buscou promover interação, descontração, divertimento e uma desconstrução do espaço. Os estudantes deveriam caminhar por todo espaço, experienciando e observando todo lugar. Sentir fazendo parte do todo, conhecer e aproveitar tudo que o espaço oferece. Os alunos responderam por meio de palavras ou frases, e esses registros foram unificados e representados por meio gráfico, mostrado na Figura 3.

Figura 3 — Gráfico do jogo teatral 1.



Fonte: Elaboração própria.

As respostas foram bem variadas, como mostra a figura 3, o que chamou atenção foram os posicionamentos diversificados e a forma como o jogo afetou cada um, uns de forma positiva outros de forma negativa. As respostas de duas alunas, mostrou que por meio dos jogos puderam trabalhar com questões interpessoais, que subsidiou na leveza de alma e fluidez de espírito, ao ultrapassarem suas dificuldades em trabalhos coletivos e dinamizados Figura 2.

No Jogo da semana 2, os estudantes deveriam imaginar que estavam segurando uma bola nas mãos e pra brincar com ela, primeiro sozinho, depois uns com os outros. As respostas dos alunos ocorreram por meio de palavras, frases e desenhos foram reunidas e apresentadas por meio de gráfico, como mostra a figura 4.

Figura 4 — Gráfico do jogo teatral 2.



Fonte: Elaboração própria.

### 3.2. Resultados dos questionários inicial e final

Os alunos responderam aos questionários nas aulas 1 e 8. Como possuíam as mesmas questões foi possível avaliar a evolução dos conhecimentos dos estudantes.

A Pergunta 1 tratava sobre o acesso dos estudantes à internet. A partir das respostas foi possível constatar que todos os alunos possuem acesso à internet. Isso implica na reflexão que o índice de acesso à internet nos tempos atuais vem aumentando, apesar de que muito ainda precisa ser feito ou aprimorado. A Pergunta 2 é mostrada no Quadro 1.

Quadro 1 — Pergunta 2: Na sua opinião, o que deve ser feito para que todos tenham acesso à internet?

1º Momento Pedagógico			3º Momento Pedagógico		
Categoria	US	Nº	Categoria	US	Nº
Não sei responder	Sei lá, tio (Aluna EA); Não sei (Aluno GF).	2	Políticas Públicas	Que a prefeitura ou o governo coloquem na casa de quem realmente precisa (Aluno ES); Um projeto governamental com o intuito de ajudar realmente quem precisa (Aluno LO); Distribuição de roteadores wifi para as pessoas menos favorecidas (Aluno IS);	3
Igualdade Salarial	Mais igualdade salarial (Aluna ES);	1	Melhorar os pontos de sinais	Melhor distribuição dos cabos de rede para os mais distantes e para os mais carentes (Aluno LO);	1
Reduzir Custos	Baixar os custos desse serviço (Aluno MF);	1	Reduzir Custos	Menor custo (aluna EA); Pagando (Aluna LK); diminuir o valor da mensalidade (aluno MF);	3
Acesso público e gratuito	Liberar em praças públicas (Aluna MG); Ser oferecida uma rede de internet pública e gratuita (Aluna RO); Que os acessos sejam liberados (Aluna LK).	3	Acesso público e gratuito	Liberar acesso ao wifi nas casas (Aluno MF); Colocar internet pública (Aluno GF); Liberar o wifi nas praças (Aluno MG); Ter mais pontos de acesso gratuito em vias públicas (Aluna RO); Acessos públicos (Aluna LS); Wifi liberados para todos (Aluno AM; Aluno EMS);	7

Fonte: Elaboração própria.

Como é possível observar no quadro 1, quando indagados sobre o que é necessário para que todos tenham acesso a internet, no 1º momento foram detectadas 7 US distribuídas em 4 categorias, apenas uma, “acesso público e gratuito” se aproximou da literatura científica que está em

consonância com as legislações que concede o benefício. Enquanto no 3º momento, as 14 US distribuídas em 4 categorias, 3 se aproximaram da literatura, “políticas públicas”, “melhorar pontos de sinais”, “acesso público e gratuito”.

A categoria “políticas públicas”, remete às discussões da aula 7 sobre o levantamento de questões sociais que permeavam o uso da internet, nas quais destacou-se as leis que favorecem ao acesso, sendo de responsabilidade dos órgãos competentes colocá-las em prática. Como afirma Silva (2015), o Brasil detém atualmente uma parcela significativa de usuários de internet no plano internacional, porém está longe de ter indicativos satisfatórios na área. Já a categoria “melhorar os pontos de sinais”, remetem a aula 6, pois a partir das discussões propostas pelo técnico, houve a compreensão de muitos sobre o posicionamento apropriado dos roteadores favorecendo a captação dos sinais de internet.

O Quadro 2 trata das categorias obtidas a partir das respostas à Pergunta 3.

Quadro 2 — Pergunta 3: Como é Fornecida a internet?

1º Momento Pedagógico			3º Momento Pedagógico		
Categoria	US	Nº	Categoria	US	Nº
Wifi	Através do wifi (Aluna EA); fornecedores de aparelho wifi (Aluno MG); Por alguma operadora em forma de wifi (Aluna RO);	3	Ondas	Através da rede fornecida pelo satélite que chega através de ondas para os fornecedores, que distribuem para as nossas casas (Aluno LO);	1
Roteadores	Por meio do roteador fornecido pelas empresas de internet (Aluno LK);	1	Roteadores	Pelo roteador wifi (Aluno IS); Rede e o roteador (Aluno MF); Aparelho que instalamos em casa (Aluno MG);	3
Satélites	Através de satélites (Aluna MG);	1	Satélites	Por sinais de satélite (Aluna EA); Pelo satélite (Aluno MF; Aluno MG; Aluna RO);	4
Operadoras	Por uma operadora (Aluno ES); Por operadoras telefônicas (Aluna RO);	2	Operadoras	Por uma operadora (Aluno GF); Tendo wifi em casa (Aluna LK); Provedores (Aluno LS); Atrás da rede fornecida pelo satélite que chega aos fornecedores que distribui para as nossas casas (Aluno AM; Aluno EMS);	5
Dados Móveis	Dados móveis nos celulares (Aluno MG);	1	Não sei explicar	Eu não sei explicar muito bem (Aluno ES);	1

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com Henriques (2020), a forma como a internet é fornecida hoje em dia é dividida em três partes: (i) o provedor de serviço de internet (ISP) recebe o sinal via fibra, (ii) transferência desse sinal para uma estação central e (iii) distribuição para os modems dos seus clientes.

No que se refere à pergunta 3 (quadro 2), as 8 US foram distribuídas em 5 categorias no 1º momento pedagógico. Todas se aproximam da literatura, tendo em vista, a noção que os alunos detêm à respeito da pergunta. Este fato se repetiu no 3º momento, salvo o acréscimo de 2 categorias, “ondas” e “não sei explicar”. A primeira categoria está direcionada à definição e aos conceitos estudados nas aulas 4, 5 e 6 e a segunda, mostra que este aluno não soube conjecturar suas ideias, ou faltou alguma explicação. Foram identificadas 14 US no 3º momento, indicando que mais alunos demonstraram compreender os assuntos abordados.

O Quadro 3 trata das categorias obtidas a partir das respostas à Pergunta 4.

Quadro 3 — Pergunta 4: O que é necessário para acessar a internet por meio de celulares e computadores?

1º Momento Pedagógico			3º Momento Pedagógico		
Categoria	US	Nº	Categoria	US	Nº
Wifi / Dados Móveis	Senha do wifi (Aluna EA); Preciso de wifi (Aluna ES); Clicar no "wifi" ou "dados moveis" no celular ou em outros aparelhos (Aluno MG);	3	Wifi	Ter wifi em casa (Aluno ES; Aluno LK); Wifi (Aluno GF);	3
Pontos de Sinais	Um ponto com boa conexão (Aluno MF);	1	Aparelhos	Ter um aparelho celular ou computador com acesso à internet (Aluno MF); Ter um aparelho que enviará o sinal da internet (Aluno MG); Para aparelhos telefônicos, o requisito de possuir a tecnologia wireless e cabos de rede (Aluno AM; Aluno EMS; Aluno LO);	5
Aplicativos / Sites	Por meio de aplicativo ou sites que já vem instalado (Aluno GF);	1	Ondas Eletromagnéticas	Ondas eletromagnéticas que se ligam aos celulares e computadores (Aluna RO); Pelas ondas de internet (Aluno IS);	2
Roteadores	Um roteador com os cabos (Aluno LK);	1	Roteadores	Roteador, moldem (Aluno LS);	1
Custos	A conta paga (Aluno LK);	1	Conexão	Apenas conectar-sel (Aluna EA);	1

Fonte: Elaboração própria.

Para acessar a internet é necessário: equipamento próprio; um fornecedor do serviço de ligação do computador à Internet (Internet Service Provider — ISP) e um programa para navegar (browser ou web-browser) (MARQUES, 2001).

Em relação à pergunta 4, no 1º momento as 7 US distribuídas em 5 categorias, 3 se aproximaram da literatura, “wifi/dados móveis”, “pontos de sinais” e “roteadores”, o que mostra que esses alunos compreendiam estas informações por estarem presentes no seu cotidiano.

No 3º momento pedagógico, as 12 US, distribuídas em 5 categorias, todas se aproximam da literatura evidenciando uma melhor compreensão sobre o assunto abordado.

O Quadro 4 trata das categorias obtidas a partir das respostas dos estudantes à Pergunta 5.

Quadro 4 — Pergunta 5: Como os celulares podem acessar a internet sem nenhum fio?

1º Momento Pedagógico			3º Momento Pedagógico		
Categoria	US	Nº	Categoria	US	Nº
Wifi	Através da senha do wifi (Aluna EA); Com o wifi (Aluno ES); Por meio do wifi (Aluno MF);	3	Wifi	Wifi ou hotspot (Aluna EA); Pela rede wifi (Aluno GF); Conexão sem fio (Aluno LS);	3
Rede	Por meio da rede (Aluno GF; Aluno LK);	2	Roteadores	Com o roteador (Aluna ES); Roteação via satélite que envia sinal (Aluno MG);	2
Conexão	Através de conexões (Aluno MG);	1	Ondas Eletromagnéticas	Por meio de ondas eletromagnéticas (Aluna RO); Pelas ondas eletromagnéticas (Aluno IS);	2
Sinal	Por meio do sinal (Aluna RO);	1	Dados Móveis	Através do dados móveis 3G/4G (Aluno MF);	1
			Wireless	Wireless (Aluno AM; Aluno EMS; Aluno LO);	3

Fonte: Elaboração própria.

Segundo Camilo (2012), os celulares podem acessar a internet sem nenhum fio por meio de cinco verbetes com os meios mais comuns de conexão: banda larga, wireless (ou wifi), 3G, 4G e wimax.

Na pergunta 5, as 7 US foram distribuídas em 4 categorias. Duas categorias (“wifi” e “sinal”), se aproximam da literatura, tendo em vista



estarem mais próximas à realidade deles. Já no 3º momento pedagógico, as 11 US, distribuídas em 5 categorias, todas se aproximam da literatura, deixando claro a evolução dos estudos pelos alunos.

Percebe-se que as respostas que mais se aproximaram estão presentes nas categorias “ondas”, “satélites”, “roteadores”, “wifi”. Verifica-se que os conhecimentos aprendidos nas aulas 4, 5 e 6 que abordaram: (i) as definições de ondas eletromagnéticas e seu espectro, (ii) práticas com simuladores, (iii) experimentos e (iv) palestra com um técnico experiente que promoveu um espaço interativo, atrativo e dinamizado, oportunizando aos alunos tirarem dúvidas.

#### **4. Considerações Finais**

Trazendo considerações direcionadas a responder nossa questão de pesquisa, verificamos que as atividades desenvolvidas possibilitaram que os estudantes se apropriassem mais e melhor de questões ligadas à internet, bem como as nuances que permeiam o uso, acesso, legislação e políticas públicas. A metodologia adotada de forma atrativa e dinâmica foi importante para o amadurecimento dos educandos em todas essas questões.

Em relação aos jogos teatrais, no início alguns estudantes revelaram sua timidez, algo comum na execução dos jogos teatrais. Com o decorrer dos jogos teatrais realizados, foram permitidos momentos de diversão, descontração e contentamento, algo que resulta em prazer e desperta o interesse na execução das tarefas, fortalecendo os laços e aguçando a criatividade. Spolin (2010) entendia o jogo como uma importante ferramenta de educação social e construção de conhecimento, compreendendo que o jogo não pode ser apenas uma prática em si mesma, uma vivência sem uma reflexão da e na cultura.

Em relação aos questionários inicial e final, foram percebidos indícios de maior compreensão dos assuntos abordados ao longo das atividades realizadas. Nas análises realizadas mediante a análise de conteúdo,

foi possível verificar que as categorias estabelecidas no 3º momento pedagógico mais se aproximavam da literatura científica, no que se referem aos conhecimentos dos estudantes sobre o acesso à internet pelos cidadãos e também sobre o seu fornecimento e acesso sem fios.

Além disso, a problematização do tema aguçou a curiosidade e pensamento crítico dos estudantes, promovendo o interesse por pesquisar e, assim, refinar seu vocabulário científico, como proposto por Delizoicov e Angotti (1990). Este processo permite que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ele não detém, entendida como uma satisfação intelectual afetiva para aceitação de explicações ou o entendimento sobre o fenômeno.

A junção dos jogos teatrais com a física, embasados na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos, demonstrou que os alunos se sentiram mais estimulados a aprender a partir de uma contextualização mais prazerosa e diversificada. Além disso, os conteúdos abordados num contexto lúdico e com a utilização de jogos teatrais foram mais atraentes e significativos.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) e do Instituto Federal Fluminense (IFF).

## Referências

Brasil. **Base Nacional Comum Curricular**. Educação é a Base. Ciências da Natureza. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70. 2011.

CAMILO, C. **3G, 4G, banda larga, wi-fi, wimax: entenda o que significam.** 2012. <https://novaescola.org.br/conteudo/2355/3g-4g-banda-larga-wi-fi-wimax-entenda-o-que-significam/>

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, A. J.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos.** São Paulo: Cortez, 2002

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, A. J. Física. São Paulo: Cortez, 1990.

HENRIQUES, B. **A internet do espaço e como ela fornece banda larga mesmo em locais mais remotes.** 2020. <https://canaltech.com.br/infra/a-internet-do-espaco-e-como-ela-fornece-banda-larga-mesmo-em-locais-mais-remotos/>

JAPIASSU, R. **Metodologia do Ensino de Teatro.** 8. ed. Campinas: Papirus.

MARQUES, A. B. (2001). Guia do usuário iniciante na internet. <http://penta.ufrgs.br/tutorials/internet/guia.htm>

SILVA, P. S. **Políticas de acesso à Internet no Brasil:** indicadores, características e obstáculos. Cadernos ADENAUER, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 151-171, 2015.

SPOLIN, V. **Improvisação para o teatro/Viola Spolin:** [tradução e revisão Ingrid Dormien Koudela e Eduardo José de Almeida Amos] — São Paulo: Perspectiva, 2010.



**FÍSICA EM UM MUSEU DE BIOLOGIA: UM ESTUDO DAS MUDANÇAS  
CLIMÁTICAS ATRAVÉS DE VARIÁVEIS HIDROLÓGICAS DA MATA  
ATLÂNTICA**

*PHYSICS IN A MUSEUM OF BIOLOGY: A STUDY OF CLIMATE CHANGE  
THROUGH HYDROLOGICAL VARIABLES IN THE ATLANTIC FOREST*

*Thiago Auer Camilo de Jesus<sup>1</sup>, Laercio Ferracioli<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGenFis/UFES)

<http://www.ensinodefisica.ufes.br/>.

<sup>2</sup> Instituto Nacional da Mata Atlântica (INMA), <https://www.gov.br/inma/pt-br>.

## **Introdução**

A Mata Atlântica é a segunda maior floresta tropical da América do Sul, se distribui de norte a sul por todo o litoral leste do Brasil. A riqueza de espécies, endemismo e a pequena fração do original floresta leva esse bioma ocupar a 5ª posição no ranking de hotspots de biodiversidade (MITTERMEIER *et al.*, 2005), por isso essa região é altamente prioritária para a conservação da biodiversidade mundial. No local da pesquisa, região de Santa Teresa, Estado do Espírito Santo, em 1997, foram registradas 443 espécies de árvores por hectare (THOMAS; MONTEIRO, 1997) e essa diversidade de árvores pode ser tão alta quanto nas florestas do Parque Estadual da Serra do Mar no Estado de São Paulo (ROCHELLE, 2008). A manutenção dos regimes climáticos depende da preservação do

que resta da Mata Atlântica, assim como, os ciclos hidrológicos (RIBEIRO *et al.*, 2009).

O território brasileiro também é dotado de uma vasta e densa rede hidrográfica, muitos de seus rios destacam-se por sua extensão, largura ou profundidade. A vazão média anual dos rios brasileiros é de 179 mil m<sup>3</sup> / s, o que corresponde a aproximadamente 12% da disponibilidade hídrica superficial mundial (PBMCI, 2013). De acordo com ALVARENGA *et al.*, 2018, a avaliação anual da água, mostra uma redução da sua disponibilidade em 83%, 73% e 67% e 59%, 53% e 65% durante três períodos de tempo, 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2099, respectivamente. Os resultados sugerem que as mudanças climáticas e podem afetar o balanço hídrico de diversas maneiras, tais como, mudanças na evapotranspiração, teor de umidade do solo, problemas de saúde humana, ecossistemas, desastres naturais, redução da disponibilidade de água, alimentos e produção de energia. Portanto há a necessidade de uma avaliação mais aprofundada do potencial impacto das mudanças climáticas sobre os biomas e os recursos hídricos (ALVARENGA *et al.*, 2018) para sua divulgação para a sociedade. Nesse contexto é que foi estruturado esse estudo envolvendo alunos da Educação Básica para promover a divulgação, entendimento e engajamento nesse cenário de impactos no bioma Mata Atlântica.

## **1. Fundamentação Teórica**

O estudo foi estruturado no formato de oficinas que, além de enfatizar os impactos das mudanças climáticas sobre os biomas e bacias hidrográficas, abordou aspectos da BNCC que sugerem a utilização de tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem e o envolvimento social promovido pela ciência cidadã. Visando promover a participação de cidadãos na coleta de dados em pesquisas acadêmicas a partir de metodologias participativas, a ciência cidadã além ampliar a rede de pessoas comprometidas com alguma temática, promove a compreensão dessas pessoas do processo de investigação para a construção do

conhecimento científico. Daí a conexão com as competências gerais da BNCC relacionadas ao *Conhecimento, Pensamento científico, crítico e criativo, Argumentação e Comunicação*.

No contexto de coleta voluntária de dados ambientais para o conhecimento do ambiente natural, incluindo o monitoramento biológico e a coleta ou interpretação de observações (ROY *et al.*, 2012), a ciência cidadã emerge de sua utilização em diversas áreas da ciência observacional, tais como, mudanças climáticas, espécies invasoras, biologia da conservação, restauração ecológica, monitoramento da qualidade da água, ecologia populacional (SILVERTOWN, 2009), biodiversidade, fenologia, meteorologia e astronomia (ROY *et al.*, 2012).

A Ciência Cidadã tem um grande potencial, pois o envolvimento e sentimento de controle sobre o processo científico é um poderoso motivador, mesmo assim é importante saber que a motivação de cada um pode variar, uma vez que não é possível organizar e desenvolver um projeto de ciência cidadã que atenda às necessidades de todos voluntários, o que muitas vezes pode tornar o processo falho. Desta forma, os projetos devem ser adaptados aos interesses e conjuntos de habilidades dos participantes, portanto, compreender as motivações e expectativas é crucial para desenvolver projetos de sucesso (ROY *et al.*, 2012). A participação voluntária em estudos ecológicos tornou-se um dos pilares da pesquisa voltada para a conservação da biodiversidade (DICKINSON; ZUCKERBERG; BONTER, 2010), fato que nos motivou a levar a ciência cidadã para a escola, alinhando os conceitos de Ciências da Natureza à temática mudanças climáticas e impactos ambientais, abrindo caminhos para possíveis reflexões acerca dos temas abordados.

## **2. Métodos e Materiais**

### **2.1. Área de estudo**

O parque do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão (MBML), sede do INMA — Instituto Nacional da Mata Atlântica, está localizado no centro de

Santa Teresa — Espírito Santo. Possui uma área de aproximadamente 80 hectares de Mata Atlântica que abriga uma variedade de espécies representantes da fauna e flora brasileira. O objetivo do INMA é realizar pesquisa, promover a inovação científica, formar recursos humanos, conservar acervos e disseminar conhecimento nas suas áreas de atuação, relacionadas ao bioma, propiciando ações para a conservação da biodiversidade e a melhoria da qualidade de vida da população brasileira. Assim, a sede do INMA é frequentada por cerca de 90 mil visitantes/ano, constituído de públicos escolares e grande público, além de visitas técnico-científicas (INMA, 2021).

## **2.2. A oficina**

A Oficina teve a duração de aproximadamente um mês e contou com a participação de 118 alunos de 6 turmas, da 1ª série do Ensino Médio da EEEFM José Pinto Coelho e seus professores de Física. Foi desenvolvida em três etapas, conforme descrito a seguir.

## **2.3. Avaliação dos conhecimentos prévios, apresentação e organização da oficina**

Em sala de aula, foi aplicado um questionário com o objetivo de diagnosticar o que os alunos entendiam sobre o tema “Mudanças Climáticas”. Na sequência, uma breve introdução sobre o tema e objetivos gerais do projeto foram apresentados. Após a discussão, cada aluno foi designado a uma função específica na coleta dos dados no MBML. Para fazer as medidas manuais da velocidade da água que passa no córrego, como parte do cálculo de fluxo, foram selecionados 5 alunos para lançamento do limão, 11 alunos para medir o tempo, 1 aluno para coletar o limão depois de lançado e os demais alunos ficaram responsáveis pelo registro de fotos e vídeos. Foi montada uma tabela com a organização dos grupos e suas respectivas anotações.



## **2.4. Visita e coleta de dados no parque do MBML**

Nos dias 22/03/2022, 24/03/2022 e 31/03/202, nos turnos matutino e vespertino, os estudantes fizeram um tour pelo Museu passando pelos principais pontos, logo depois se dirigiram ao local de coleta de dados, a ponte que dá acesso à casa Augusto Ruschi, próximo ao viveiro de pássaros. Depois de um aprofundamento no tema, com enfoque na importância da Mata Atlântica, os alunos foram posicionados em seus devidos lugares: lançadores de limão ficaram próximos à margem do córrego, a montante, a seis metros da ponte; marcadores de tempo ficaram distribuídos em cima da ponte; o coletor de limão ficou depois da ponte, a jusante; responsáveis pela filmagem ficaram distribuídos por toda a área de coleta. Foram realizados 5 lançamentos, 11 medidas de tempo para cada um e os dados foram anotados em uma tabela. No encerramento da atividade, medições de profundidades, largura e comprimento do trecho do córrego foram feitas.

## **2.5. Cálculo da vazão em sala de aula**

Os alunos receberam um roteiro com todas as instruções de como calcular a área média da seção transversal do córrego, assim como o tempo médio em que o limão percorreu a extensão de 6 metros. A atividade foi realizada em três aulas, onde cada estudante foi orientado a determinar o fluxo médio em litros por minuto. Foram envolvidos os conceitos de Mecânica de Fluidos da Física, Geometria Espacial e Estatística da Matemática.

## **3. Resultados e Discussões**

Durante a oficina houve três momentos de avaliação: o questionário diagnóstico, a participação na coleta de dados e o cálculo da vazão do córrego. O questionário diagnóstico apresentou 5 perguntas de múltipla escolha e uma discursiva, sendo que na primeira pergunta “Você já ouviu falar em Mudanças Climáticas?” (múltipla escolha), 112 dos 118 alunos

responderam que sim e os outros 6 responderam talvez. Nenhum aluno respondeu que não. Nas outras 4 perguntas de múltipla escolha, duas criadas pelo professor, uma do livro didático e uma do ENEM, percebeu-se que os alunos apresentaram resultados medianos e constatando que não tiveram conhecimentos básicos consolidados no passado. Assim, foi necessário um aprofundamento no tema “Mudanças Climáticas”. Na questão discursiva os alunos foram solicitados a escrever 6 palavras ou expressões relacionadas a mudanças climáticas. Como resposta obtivemos: aquecimento global (45,76 %), chuva (38,98 %), frio (35,59 %) , efeito estufa (31,35 %), calor (29,66 %), secas (23,72 %), desmatamento (21,18 %), enchentes (16,10 %), Sol (14,40 %), queimadas (14,40 %), derretimento das geleiras (13,55 %), furacão (11,01 %), temperatura (9,32 %). As palavras: poluição, chuva ácida, raios, massas de ar, desastres, vento, granizo, combustíveis fósseis, terremotos, gás carbônico, umidade, frente fria, reflorestamento e biodigestor apareceram com frequência abaixo de 9 %.

O segundo momento foi a visita e coleta de dados no MBML onde a tabela foi preenchida com as medidas de tempo coletadas pelos estudantes. Logo depois, medidas de largura, profundidade e comprimento do trecho do córrego foram feitas e anotadas.

A terceira parte aconteceu em sala de aula e os alunos fizeram os cálculos da vazão do córrego. Dos 118 alunos, 78 alunos conseguiram concluir a atividade seguindo o roteiro explicativo elaborado pelo professor, sendo que os 40 alunos que não fizeram, não seguiram o roteiro ou não se interessaram em realizar a atividade. Dos 78 que concluíram, 43 realizaram adequadamente e chegaram a uma resposta de vazão média de aproximadamente 15 mil litros por minuto, já os 35 restantes conseguiram finalizar, mas erraram nas unidades de medidas e chegaram a uma resposta errada. Analisando os resultados, podemos perceber que os alunos apresentam dificuldades na hora de seguir o roteiro explicativo, realizar cálculos de matemática básica, média aritmética, equações e conversão de unidades.

No contexto da prática da ciência cidadã, a atividade de pesquisa em um Museu de Biologia evidenciou que o aluno teve uma visão mais ampla e significativa dos conteúdos de Ciências da Natureza e Matemática, talvez pelo fato de que a teoria e prática estão conectadas e o estudante consegue observar, empiricamente, uma utilidade naquilo em que está fazendo. Além disso, são as asserções de valor, aquilo que o aluno aprende de mais importante, os pontos que mais importam na oficina, onde a significância dos resultados é evidenciada pelo fato deles induzirem um questionamento do processo de ensino-aprendizagem relacionado a esses conceitos. (FERRACIOLI, 2010).

#### **4. Considerações Finais**

Os resultados da Oficina “Vazão do Córrego São Pedro” apontam para o fato de que, em atividades experimentais dentro de um ambiente diferente da escola, partindo da perspectiva da ciência cidadã, o aluno tende a um engajamento maior quando comparada a uma aula expositiva tradicional, talvez pelo fato do aluno vivenciar um ambiente diverso ao da escola. Atividades como esta devem ser feitas com maior frequência, partindo do princípio que é importante que o estudante esteja envolvido com o método científico. Além disso, diante das mudanças no clima e ecossistemas, esse tipo de oficina parece constituir em uma ferramenta essencial para o desenvolvimento tanto intelectual quanto experimental, logo, como parte do planejamento, uma oficina de pluviometria e outra de temperatura e umidade relativa do ar aplicadas em seguida, buscam, em conjunto, evidenciar ainda mais a relação que há entre mudanças climáticas e variáveis hidrológicas. Portanto o projeto em geral, busca através da coleta e análise de dados, conscientizar os jovens a buscar medidas que possam reduzir os danos que o ser humano vem causando durante anos, melhorando a qualidade de vida desta e das próximas gerações.

## Referências

ALVARENGA, L.A., DE MELLO, C.R., COLOMBO, A., CHOU, S.C., CUARTAS, L.A. and VIOLA, M.R. Impacts of Climate Change on the Hydrology of a Small Brazilian Headwater Catchment Using the Distributed Hydrology-Soil-Vegetation Model. **American Journal of Climate Change**, v.7, p.355-366, 2018. <https://doi.org/10.4236/ajcc.2018.72021>

DICKINSON, J.L., ZUCKERBERG, B. & BONTER, D.N. Citizen Science as an Ecological Research Tool: Challenges and Benefits. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, pp. 149-172, 2010.

FERRACIOLI, L. O 'V' Epistemológico como Instrumento Metodológico para o Processo de Investigação. **Revista Didática Sistêmica 1**: p.106-125, 2010.

INMA, Instituto Nacional da Mata Atlântica. **O Museu de Biologia Professor Mello Leitão (MBML)**. Disponível em: <https://www.gov.br/inma/pt-br> (accessada em 13/10/2022).

MITTERMEIER, R. A. *et al.* **Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions**. Cemex, Hardcover, 2005.

PBMC — Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Sumário Executivo do GT2. PBMC**, Rio de Janeiro, 2013.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, 142, p.1141-1153, 2009.

ROCHELLE, A. L. C. **Heterogeneidade ambiental: diversidade e estrutura da comunidade arbórea de um trecho da Floresta Ombrófila**. 2008. 126f.

Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) — Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, São Paulo.

ROY, H.E., POCOCK, M.J.O., PRESTON, C.D., ROY, D.B., SAVAGE, J., TWEDDLE, J.C. & ROBINSON, L.D. **Understanding Citizen Science & Environmental Monitoring**. Final Report on behalf of UK-EOF. NERC Centre for Ecology & Hydrology and Natural History Museum, pp. 5-11, 2012.

SILVERTON, J. **A new dawn for citizen science**. Trends in Ecology & Evolution. v.24, p.467-471, 2009.

MCTI — Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**, v.1, Brasília, 2016.

THOMAZ, L.D. & MONTEIRO, R. Composição florística da Mata Atlântica de encosta da Estação Biológica de Santa Lúcia, município de Santa Teresa — ES. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (Nova Série)**, v.7, p.1-48, 1997.



**OS INDICADORES DOS PROCESSOS DE PROBLEMATIZAÇÃO E  
CONTEXTUALIZAÇÃO EM UMA AULA DE FÍSICA**  
*THE INDICATORS OF PROBLEMATIZATION AND CONTEXTUALIZATION  
PROCESSES IN A PHYSICS CLASS*

*Alex Sales Leal Junior<sup>1</sup>; Rubens Silva<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Universidade Federal do Pará (UFPA) / Formando da Faculdade de Física (FacFis),  
slealalexjr20@gmail.com.

<sup>2</sup> Orientador, Universidade Federal do Pará (UFPA) / Professor da Faculdade de Física,  
rubsilva@ufpa.br

## **Introdução**

O relato de experiência a seguir busca caracterizar os elementos indicadores dos processos de contextualização e problematização como fruto das intervenções que aproximam a Física de situações do cotidiano do aluno. Tais processos foram observados em uma aula sobre as Leis da Inércia e Ação e Reação, planejada e desenvolvida por um grupo de cinco professores estagiários com alunos do 6º/7º ano do Clube de Ciências da Universidade Federal do Pará — CCIUFPA.

Este espaço é um laboratório didático-pedagógico que oportuniza uma experiência antecipada de docência, em que os discentes participam, inicialmente, de um ciclo de formação e são orientados a desenvolver planos de aula utilizando o “ensino por investigação” visando criar situações para que os alunos possam desenvolver habilidades cognitivas,

perceptivas e procedimentais, envolvendo, desta maneira, a elaboração de hipóteses, teste de hipóteses, controle de variáveis, registro de dados, análise de dados e a construção de argumentos (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

O Clube de Ciências da UFPA é composto por turmas do 1º ano do ensino fundamental até o ensino médio, em cada uma há, aproximadamente, 25 alunos oriundos em sua maioria da escola pública, que são chamados de sócios mirins, e um grupo de no máximo 6 professores-estagiários. As aulas acontecem aos sábados pela manhã e as reuniões de planejamento e supervisão do estágio ocorrem 2 vezes por semana.

Para os sócios mirins o Clube de Ciências promove um contato com a ciência através do “ensino por investigação”, tendo a possibilidade de desenvolverem trabalhos de investigação científica infanto-juvenil. Para o professor-estagiário o CCIUFPA oportuniza, além da experiência antecipada de docência, o exercício da iniciação à pesquisa em ensino de ciências.

## **1. Fundamentação Teórica**

As ciências da natureza no ensino fundamental anteriormente em sua maior parte eram exploradas mais os assuntos referentes à Biologia, deixando Física e Química com pouca parte de conteúdo. Com a ampliação da Graduação de Ciências da Natureza e com a criação da Graduação de Licenciatura Integrada (cursos que abrangem grande parte das disciplinas de Física, Química, Biologia e Matemática), além da reforma da educação por meio da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), os professores que antes, em sua maioria eram formados por pedagogos no Ensino Fundamental I e II, mas que agora passaram a ser para o ensino fundamental I profissionais formados em Licenciatura Integrada e para o Ensino Fundamental II profissionais formados em Ciências da Natureza, já para o Ensino Médio, os professores são formados nas áreas específicas (Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química). A



partir disto os assuntos de Física passaram a ser melhor explorados no ensino fundamental, mas disto surge uma dúvida para os professores: “como explorar os assuntos de Física para o ensino fundamental de maneira que os alunos possam entender e enxergar no seu cotidiano a física e sua importância na sociedade?” Essa pergunta deriva dos objetivos do PCN de Física, onde o aluno deve compreender a cidadania como participação social, assim como exercício de direitos e deveres civis. Outro ponto é que o aluno deve apreender a posicionar-se de maneira crítica, responsável e construtiva em diversas situações sociais. [1]

No intuito de responder tal pergunta e na busca de alcançar os objetivos de aprendizagem para o ensino fundamental, a escolha da metodologia e da didática adotada para cada aula deve ser muito bem pensada. Visando o máximo aprendizado é possível ver que a formato de Clube de Ciências baseando-se no ensino de Física por investigação é uma excelente forma de ensinar alunos do Ensino Fundamental, visto que nessa fase de ensino o professor tem mais tempo para organizar aulas, além claro que é uma metodologia que torna o aluno como o centro do pensamento e da sequência de aula, o professor passa a ser o mediador da linha de raciocínio, esta que ao final da aula será construída pelos próprios alunos. De acordo com Jean Piaget (1924): “o professor não ensina, mas arranja modos de a própria criança descobrir. Cria situações-problemas”.

É importante também que a ludicidade das aulas seja levada em consideração, visto que se tratam de crianças e adolescentes de 6 a 15 anos em média, este aspecto fará com que os alunos além de aprenderem, se divirtam fazendo ciência, o que ocasionará num maior interesse relacionado a disciplina e ao assunto abordado. Segundo Lev Vygotsky (1984): “ao brincar, a criança assume papéis e aceita as regras próprias da brincadeira, executando, imaginariamente, tarefas para as quais ainda não está apta ou não sente como agradáveis na realidade”.

## 2. Métodos e Materiais

Com o objetivo de caracterizar os processos de contextualização e problematização, usaremos o relato de experiência que envolve a aplicação do plano de aula sobre as Leis da Inércia e Ação e Reação. Compreendemos que a contextualização implica em um processo que busca proporcionar aos alunos a capacidade de abstrair, entender e relacionar um modelo teórico com a realidade e a problematização como sendo o processo de análise, confronto e questionamento de algo da realidade do aluno, dentro das interações em sala (Ricardo, 2010). Buscaremos nas intervenções feitas durante a aula indicadores nos alunos da presença destes processos pedagógicos. Tais indicadores consistem em um retorno por parte dos sócios mirins, através de intervenções dos mesmos em relação a problematização e contextualização inicial feita pelos professores estagiários. Estes estarão intimamente ligados aos objetivos do ensino fundamental descritos nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Ou seja, os indicadores dos processos de contextualização e problematização mostrarão para os professores se o processo de aprendizado do aluno cumpriu os objetivos do PCN para o ensino fundamental.

No planejamento da 6ª aula do primeiro semestre de 2016, nós, professores estagiários, discutimos e decidimos trabalhar com as Leis da Inércia e da Ação e Reação. Assim, surgiu a ideia de utilizar carros de brinquedo e um boneco que seria colocado no carro na tentativa de iniciar a aula de forma lúdica, almejando uma maior participação e interesse dos sócios mirins para assim chegar a aplicação das Leis de Newton em um acidente de carros.

A escolha desta aula, como objeto de estudo, se deu pelo fato de observarmos, durante o seu desenvolvimento, um comportamento mais participativo dos alunos em função de uma postura de mediação por parte dos professores. Segundo Carvalho (2016):

*O problema não pode ser uma questão qualquer. Deve ser muito bem planejado para ter todas as características apontadas pelos referenciais teóricos: deve estar dentro de cultura social dos alunos, isto é, não ser alguma coisa que os espantem, sendo interessante para eles de tal modo que eles se envolvam na procura de uma solução e na busca desta solução deve permitir que os mesmos exponham os conhecimentos anteriormente adquiridos (espontâneos ou já estruturados) sobre o assunto.*

Com este modelo poderíamos trazer o dia a dia do aluno para a sala, não só por se tratar de uma situação real, mas também por se tratar de uma “brincadeira de criança”, fazendo com que o interesse dele fique mais alto no assunto, além de que a utilização desta aula para a sua vida seja de extrema importância e de um impacto social e intelectual para ele e das pessoas próximas a ele, pelo fato do aprendizado sobre a Lei da Inércia e a Lei de Ação e Reação explicar o uso do cinto de segurança e o que acontece se não usarmos em caso de um acidente.

### **3. Resultados e Discussões**

Planejamos a aula em dois momentos: no primeiro iríamos apenas contextualizar e problematizar o tema, através das simulações com os brinquedos.

Em sala, começamos com a seguinte pergunta: “você já viram um acidente? Seja na TV ou na vida real?”.

A maioria respondeu que sim. Prosseguindo, indagamos: “o que acontece com uma pessoa que está dentro de um carro em um acidente?”.

A partir deste questionamento iniciamos a problematização com as crianças. Para simular um acidente utilizamos alguns carros de brinquedo, um boneco pequeno, um obstáculo de madeira e um pedaço de barbante.

Colocamos o boneco em cima de um dos carrinhos e após perguntarmos como seria possível mover o conjunto boneco-carrinho (CBC) que estava parado, os sócios mirins responderam: “amarrando

com uma corda e puxando”; “empurrando com as mãos”; “dando um empurrão”; entre outras coisas parecidas.

Nos atemos à ideia de empurrar o carrinho, brincando com os sócios mirins de ficar empurrando o carro um para o outro.

Direcionamos a brincadeira para o que queríamos trabalhar e propusemos a simulação de um acidente de carro, onde utilizamos o CBC e um obstáculo de madeira que foi posto no chão. Os sócios mirins efetuaram a simulação de choque entre os dois, arremessando o CBC no obstáculo de uma forma em que o boneco que estava em cima do carro foi arremessado para frente e o carro parou no obstáculo, ilustrando a ideia da Lei da Inércia. Esta simulação permitiu às crianças relacionarem a brincadeira com as situações de seu próprio cotidiano.

A partir desta primeira simulação as crianças questionaram sobre fatores que influenciam no choque, como por exemplo: a distância entre o carro e o obstáculo; a velocidade e a força com que empurraram o carro; e o peso do conjunto. Estas hipóteses propostas por eles foram testadas de imediato para que os mesmos pudessem observar se tais fatores realmente influenciaram na batida.

A esquematização de uma sequência de testes feita pelos sócios na aula, se deu pela atitude dos professores estagiários em construir uma sequência didática de investigação a ser seguida a partir da pergunta inicial no planejamento, e os estudantes reproduziram isso espontaneamente na aula.

Os testes foram organizados por eles da seguinte forma: 1º- empurrar o CBC com muita força e perto do obstáculo; 2º- empurrar o CBC com muita força e longe do obstáculo; 3º- empurrar o CBC agora com menos força e perto; 4º- empurrar com menos força e longe.



Imagem 1 — Ilustração do conjunto boneco-carrinho (CBC) batendo em um obstáculo.

Observamos que um indicador de problematização, por parte dos sócios mirins, apareceu quando as questões propostas por eles eram transformadas em hipóteses a serem testadas, situação que mobilizava o grupo para ver o que iria acontecer. Assim, sugerimos aos estudantes que, de acordo com cada teste, observassem e discutissem sobre o comportamento do boneco como, por exemplo, a que distância e direção em que ele foi lançado e, diante dessas provocações, alguns disseram: “o boneco sempre vai para a frente”; “se a batida for forte o boneco vai longe, se for fraquinha vai perto”; “o boneco só vai para a frente, porque só bate de frente”.

Até que uma delas observou o seguinte: “não tem como mover o obstáculo. E se a gente bater um carro no outro?”.

Com esta indagação, identificamos um outro indicador de problematização, que se configurou em, a partir dos testes iniciais, alterar uma das variáveis, no caso, o obstáculo parado que agora seria substituído por um carrinho em movimento. Isto colocou uma parte do grupo em dúvida diante desta nova possibilidade de teste em que apareceram contradições que os levaram a reformulações das hipóteses. Os estudantes estavam

acostumados à ideia de apenas o carro bater no obstáculo, mas, pensar em testar o choque entre dois carrinhos em movimento e imaginar o que aconteceria com o boneco, fizeram com que ponderassem o que já haviam construído.

Nesta nova etapa de testes, trocamos o obstáculo de madeira por um outro carro, assim simulando um choque entre eles. Semelhante ao que foi feito no início, incentivamos os sócios a fazerem testes, agora para saber o que acontece não só com o boneco, mas os carros também.

Como antes, eles organizaram os testes: 1º empurrar os carros um na direção do outro, com força; 2º empurrar o CBC na direção do outro carrinho parado; 3º empurrar o CBC para bater nos lados do carro parado; 4º empurrar o carro contra o CBC muito rápido e depois devagar; para desenvolver o debate, sugerimos que além de observar o que aconteceu, eles fizessem a comparação com a vez em que usaram o obstáculo.



Imagem 2 — Ilustração do CBC batendo em outro CBC.

Comparando os resultados os sócios mirins concluíram que, o que foi observado no teste com obstáculo foi muito importante pois viram que dependendo de onde o carro bate, o boneco é lançado para uma direção diferente.

Em seguida utilizando o CBC, voltamos a usar o obstáculo de madeira e agora com um pedaço de barbante para prender o boneco ao carro e lançar o CBC. O barbante foi adicionado, para ver se os sócios conseguiriam relacioná-lo com o cinto de segurança dos carros, nosso objetivo era fazer com que eles comesçassem a relacionar os resultados dos testes com o seu cotidiano, entrando em um processo ativo de

contextualização. Mas, por estarem vindo de uma série de testes tratados de maneira lúdica, os estudantes não perceberam a inserção do barbante como um novo elemento problematizador e nem seu consequente efeito durante o choque, a brincadeira entre eles predominava neste momento. A dispersão de atenção através das brincadeiras não foi interpretada como algo ruim, mas como algo previsto e desejado pois nossa intenção também era a de envolver a ludicidade durante o processo de ensino.



Imagem 3 — Ilustração da colisão do CBC com o obstáculo com o boneco amarrado ao barbante.

Desenvolver nosso plano de aula de forma lúdica fazia parte do nosso objetivo, entretanto, intervimos para que a brincadeira envolvesse a simulação do choque com o boneco preso ao carrinho, desta forma, perguntamos diretamente:

*“por que o boneco não foi arremessado como na outra vez?”.*

Esta intervenção direcionou a “brincadeira” para o raciocínio inicial da aula, fazendo as crianças entrarem em uma nova sequência de testes e problematizações. E, demonstrando que estava óbvio, elas responderam: “É por causa do barbante”; “o barbante não deixou o boneco voar”.

A partir daqui surgem indicadores do processo de contextualização por parte dos estudantes, pois, eles começam a relacionar o barbante com o cinto de segurança dos carros e, observado o comportamento do boneco preso, perguntam: “por que quando estamos no carro com o cinto de segurança e ele freia, sentimos uma dor?”; “como arrebenta o cinto num acidente?”.

Procurando manter o papel de mediadores dos processos pedagógicos, incentivamos a turma para que respondessem às perguntas feitas. E, um dos estudantes respondeu a primeira pergunta: “É porque o cinto faz uma força no corpo da gente”.

Para a segunda questão os sócios mirins sugeriram um teste, empurrar o CBC com bastante força contra o obstáculo até que o barbante arrebentasse. Assim, dividimos a turma em grupos menores para que todas as crianças participassem do teste, manipulando concretamente os objetos, observando os resultados e argumentando com seus colegas de grupo. Desta feita, assumimos a mediação da investigação e deixamos os sócios mirins a vontade para montagem dos testes e a elaboração de perguntas, caso desejassem.

Neste segundo momento do nosso planejamento, observamos que a participação dos estudantes durante o desenvolvimento de toda a aula se manteve ativa, apesar das brincadeiras e da inclusão de elementos diferentes, que se constituíram em novos desafios e, conseqüentemente, em outras ações que exigiam um pouco mais de raciocínio por parte deles. Entendemos que, ao atrelarmos o ensino de Física a elementos do mundo vivencial dos estudantes oferecemos possibilidades de esses alunos o interpretarem (Ricardo, 2010), abrindo espaço para que eles encontrem relação entre o que estão fazendo em sala de aula e seu cotidiano, entrando em um processo de contextualização.

### **3.1. Sobre os resultados e discussões**

Na aplicação do plano de aula que serviu como objeto de estudo deste trabalho, a contextualização e a problematização se apresentaram



em uma relação de interdependência, já que em alguns momentos a contextualização começava a aparecer no ato de problematizar e a problematização necessitava de uma contextualização prévia.

Em relação aos indicadores, caracterizamos as contradições como um elemento que fomentava a problematização e dava um traço de desafio para as situações proposta pelos professores, mantendo os estudantes em busca de uma resposta que desse conta de explicar o fenômeno em estudo, por exemplo, no início do experimento diziam que o boneco movia-se sempre para frente e, depois de testarem as suas hipóteses, perceberam que esse movimento dependia da forma como ocorria o choque. Entendemos que após testarem suas hipóteses, eles tiveram a iniciativa de problematizar a situação ao propor que se fizessem choques entre dois carrinhos em movimento para ver o tipo de projeção do boneco. Porém, tivemos uma problematização inicial provocada pelos professores, entretanto, nos interessa aquela que surgiu espontaneamente em função das contradições diante das situações propostas pelos professores. Desta maneira um indicador de problematização espontânea, ou seja, produzida indiretamente pelo professor, seria a contradição.

Para a contextualização, observamos que um indicador deste processo seria a ação discente de relacionar o conteúdo trabalhado durante a aula com as situações de seu cotidiano, se configurando em exercício de autonomia, já que foi permitido ao aluno, em função da postura de mediação dos professores, assumir o protagonismo desta ação. Por exemplo, os alunos ao perceberem que o barbante simulava o cinto de segurança, logo fizeram as seguintes perguntas: *“por que quando estamos no carro com o cinto de segurança e ele freia, sentimos uma dor?”*; *“como arrebenta o cinto num acidente?”*.

Assim, relacionam a simulação com as situações do cotidiano e através da manipulação do experimento buscam uma resposta para as perguntas que fizeram. E os professores, através de uma sequência de etapas, oportunizam aos alunos a possibilidade de levantarem e testarem suas hipóteses, passando da ação manipulativa à intelectual (Carvalho, 2013).

Observamos que os objetivos de aprendizagem do PCN de Física foram vistos através de tais indicadores. O indicador da contradição mostra que os alunos questionaram a realidade formulando-se problemas e tratando-os de resolvê-los, usando o pensamento lógico e sua criatividade; outro ponto é evidenciado é que os alunos se posicionaram de maneira crítica e construtiva, utilizando o diálogo como forma de tomar decisões coletivas. Já o indicador da contextualização mostra que eles observaram a importância do cinto de segurança quando estiverem em um veículo e que agora passarão a usar sempre este meio de seguranças, além de incentivar a prática do uso para todo o seu grupo social (familiares, amigos, entre outros), proporcionando assim um exercício pleno de sua cidadania, assim como de seus deveres civis e sociais, adotando uma cultura de cooperação no seu dia a dia.

#### **4. Considerações Finais**

A caracterização dos indicadores de problematização e contextualização nos fez pensar na necessidade de dominar um corpo de conhecimento que possa orientar os planos de aula, aplicados na Educação Básica, no que diz respeito a ordem de ações pedagógicas e as possíveis intervenções para viabilizá-las na prática de sala de aula. Este conhecimento viria em complemento ao conteúdo de Física e nele estaria incluso o desenvolvimento, no professor, da capacidade de construir um ensino contextualizado que “[...] é resultado de escolhas didáticas, envolvendo conteúdos e metodologias, e com um projeto de ensino bem definido” (Ricardo, 2010, p. 42).

Outro ponto importante, observado em consequência deste estudo, é que a possibilidade do aparecimento dos indicadores de problematização e contextualização estaria vinculada a postura docente de mediação assumida durante os processos pedagógicos, já que nas aulas anteriores com este mesmo grupo de alunos, não foi observada uma participação espontânea caracterizada pelas ações de contextualizar e problematizar.

Assim, é necessária uma predisposição do professor para conduzir e mediar intelectualmente o estudante, o levando a tomar consciência de suas ações através de uma série de questões que tornariam possível a construção intelectual e isto independe de conteúdo específico, no caso a Física (Carvalho, 2013).

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001.

## Referências

ARRUDA, R. S. **BNCC e ensino de física: a incógnita do ensino interdisciplinar**. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2022. Available at: <<http://hdl.handle.net/11449/216995>>.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. v. 1. 151 p.

Carvalho, A. M. P. (2016). **O Ensino de Ciências e a proposição de Sequências de Ensino Investigativas**. In: A. M. P. Carvalho, Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula (pp. 01-20). São Paulo: Cengage Learning.

PIAGET, J. **Psicologia e Pedagogia**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1976.

RICARDO, E. C. Problematização e Contextualização no Ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Física (Coleção Ideias em Ação)**. 1 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010, v., p. 29-51.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

ZÔMPERO, A. F.; LABURU, C. E. **Atividades investigativas no ensino de ciências**: aspectos históricos e diferentes abordagens. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Impresso), v. 13, p. 67-80, 2011.

**RADIAÇÕES IONIZANTES E SUAS APLICAÇÕES NO CONTEXTO DO  
ENSINO DE ONDAS COM UMA ABORDAGEM MULTIDISCIPLINAR E  
INTEGRADA A CAMPANHA DE PREVENÇÃO DO CÂNCER DE MAMA:  
OUTUBRO ROSA**

*THE IONIZING RADIATIONS AND ITS APPLICATIONS IN THE CONTEXT OF  
WAVES TEACHING WITH A MULTIDISCIPLINARY APPROACH AND  
INTEGRATED BREAST CANCER PREVENTION CAMPAIGN: OUTUBRO ROSA*

*Luís Henrique Lucas Ferreira<sup>1</sup>, Everaldo Arashiro<sup>2</sup>, Aline Guerra Dytz<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Mestrado Profissional em Ensino de Física — Polo 21 FURG, Colégio Estadual Cassiano do Nascimento, 05cre.luislucas@gmail.com.

<sup>2</sup> Instituto de Matemática, Estatística e Física (IMEF), Universidade Federal do Rio Grande (FURG), earashiro@furg.br.

<sup>3</sup> Instituto de Matemática, Estatística e Física (IMEF), Universidade Federal do Rio Grande (FURG), alinedytz@furg.br.

## **Introdução**

Embora a maioria dos alunos já tenha ouvido falar sobre radiação (em desenhos, filmes ou livros de ficção ou entretenimento), nem sempre essas informações têm alguma abordagem científica. Interagimos com a radiação proveniente de várias fontes, tanto naturais quanto artificiais, e de fato a vida na Terra depende dela, sendo um aspecto fundamental do nosso cotidiano. Ainda temos um número significativo de pessoas

que desconhecem completamente o assunto, muitos não sabem distinguir a diferença entre as radiações ionizantes e não ionizantes. Uma das justificativas para o ensino de Física das Radiações se baseia no potencial que esses conteúdos têm em fornecer a explicação científica para utensílios tecnológicos do cotidiano dos estudantes, como, por exemplo, equipamentos de raios X, além da Física das Radiações ser parte integrante dos conhecimentos de Física Moderna, conteúdo proposto pela Base Nacional do Currículo Comum (BNCC, 2018) para a área do ensino de Física.

Outro aspecto importante é que a abordagem de tal conteúdo pode ser explorada em Química e Biologia, integrando as áreas do saber das ciências da natureza, auxiliando a interdisciplinaridade na escola. A nova BNCC fala do ensino das Ciências da Natureza:

A integração de Biologia, Física e Química deve proporcionar a ampliação das habilidades investigativas e também se aprofundar conceitualmente nas temáticas exploradas pela Base do Fundamental: Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo (BNCC, 2018, p. 537).

Este trabalho foi desenvolvido para o ensino de Física das radiações contextualizando o ensino de ondas eletromagnéticas e, além de ser conectado com as atuais tecnologias, se enquadra e se adequa a uma abordagem interdisciplinar conforme proposto pelas diretrizes do novo Ensino Médio, buscando também uma abordagem multidisciplinar no sentido do conhecimento sobre radiações ionizantes poderem ser estudadas de forma simultânea, mas sem a necessidade de estarem interligadas de alguma maneira.

## **1. Fundamentação Teórica**

O termo construtivismo foi utilizado pela primeira vez por Jean Piaget e atualmente muitos psicólogos e epistemólogos utilizam o construtivismo como base das teorias de aprendizagem, dentre eles: Paulo Freire,

Vygotsky, Kelly e Ausubel. O construtivismo é um dos processos de ensino-aprendizagem pautada no cognitivismo interpretacionista (MOREIRA; OSTERMANN, 1999) e com isso entendemos que o aluno é construtor do seu próprio conhecimento.

Existem diversas teorias construtivistas, mas neste trabalho a teoria dos construtos pessoais (TCP) de George Kelly foi o processo de aprendizagem utilizado para a implantação, elaboração e avaliação do produto.

George Kelly, norte-americano nascido em 1905, fez graduação em Matemática e Física, mestrado em Sociologia Educacional e doutorado em Psicologia. Durante a maior parte de sua carreira foi professor de Psicologia na Ohio State University. Sua obra *Uma Teoria da Personalidade — A Psicologia dos Construtos Pessoais* (KELLY, 1963) tem duas noções básicas como pontos de partida e uma posição filosófica subjacente. As duas noções são:

primeira, que o ser humano poderia ser melhor entendido se fosse visto na perspectiva dos séculos, não na luz bruxuleante de momentos passageiros (KELLY, 1963, p. 3);

Segunda, que cada indivíduo contempla à sua maneira o fluxo de eventos no qual ele se vê tão rapidamente carregado. “a posição filosófica é o alternativismo construtivo:

todas nossas interpretações do universo estão sujeitas à revisão ou substituição (KELLY, 1963, p. 15).

Para Kelly, todo o processo dinâmico que leva a aprendizagem pode ser identificado em 5 momentos, que se repetem cada vez que o indivíduo reconstrói réplicas de um evento:

1. **Antecipação:** levantamento dos conhecimentos prévios sobre determinado evento

2. **Investimento:** busca de informações para se fundamentar melhor e participar do evento (pesquisa em revistas, livros, internet e outros meios de informação)
3. **Encontro:** realização do evento propriamente dito: uma sala de aula, um museu, um laboratório, um jogo didático ou ainda uma Webconferência/sala virtual
4. **Confirmação ou desconfirmação:** confirmação ou negação das hipóteses
5. **Revisão Construtivista:** revisão dos conhecimentos que foram construídos anteriormente, poderia ser uma retrospectiva dos pontos chaves das etapas anteriores.

Pela premissa da TCP de George Kelly, as pessoas nunca conhecem o mundo diretamente, mas apenas através de imagens que criam dele. Dessa forma, concebe o ser humano como um cientista que constrói e modifica os seus conhecimentos e hipóteses de acordo com a sua experiência, formando um ciclo que pode sempre se reiniciar na antecipação.

Em relação ao conteúdo de Física, este trabalho explora as ondas eletromagnéticas como sequência do estudo de ondas, com enfoque nas radiações ionizantes. As radiações são chamadas de ionizantes quando possuem energia suficiente para arrancar elétrons de átomos ou molécula produzindo íons: radicais e elétrons livres na matéria que sofreu a interação. As Radiações Ionizantes podem ser bastante penetrantes por causa do seu pequeno comprimento de onda ou alta energia. Assim, quanto maior a energia ou menor o comprimento de onda maior será a probabilidade de ela penetrar no meio. Podem ser radiações tanto corpusculares como eletromagnéticas e possuem energia suficiente para atravessarem ou penetrarem na matéria, ionizando átomos e moléculas. Essa ionização pode alterar o comportamento químico e ocasionar mutações nas células, podendo causar efeitos biológicos ou danos celulares (OKUNO; YOSHIMURA, 2010).



A interação das partículas carregadas rápidas com a matéria é subdividida em dois grandes grupos devido as interações que podem ocorrer. Um dos grupos é das partículas carregadas como partículas alfa, íons e produtos de fissão e o outro das partículas levemente carregadas como elétrons e pósitrons. (OKUNO; YOSHIMURA, 2010)

A radiação está presente em nosso cotidiano, seja ela natural ou artificial e com avanço na área tecnológica ela se apresenta em diversos aspectos nas nossas vidas como em exames de raios X, tratamento por radioterapia, aplicação industrial da gamagrafia, conservação de alimentos e esterilização. Frequentemente em meio às aulas de Física surge questionamento e discussões sobre assuntos de Física moderna e radiação seja pelo fato de vivenciar cotidianamente ou por ter tido conhecimento através de noticiários ou ainda por terem familiares que já se submeteram a exames ou tratamento, os alunos sempre se interessam em conhecer melhor e até entender os princípios físicos envolvidos (TAUHATA, 2014).

Embora existam muitas aplicações para as radiações corpusculares, o foco deste trabalho está nas radiações eletromagnéticas. Assim o enfoque foi feito para os exames de raios X, justamente para contextualizar a Física Moderna aplicada a prevenção do câncer de mama, que são as radiações eletromagnéticas: raios X e radiação gama.

## **2. Metodologia**

O público-alvo deste trabalho foram os alunos das turmas do segundo ano do Ensino Médio, turno manhã, do Colégio Estadual Cassiano do Nascimento, na cidade de Pelotas, RS, o produto foi aplicado no segundo semestre, no período de setembro até outubro de 2020 pelo sistema remoto (não presencial), num total de 8 períodos (FERREIRA, 2021). O trabalho foi feito paralelamente e durante as aulas de Física ondulatória, não causando prejuízo no conteúdo trabalhado com os alunos. O trabalho foi feito com 63 alunos, foram utilizados 8 períodos contando com as

aulas de Física ondulatória. A idade média dos alunos era de 16 anos, não discriminando o gênero.

Seguindo a premissa da TCP de Kelly:

Em *um primeiro momento*, este produto educacional iniciou com um questionário sobre o conhecimento (construtos pessoais) sobre o raio X e suas aplicações com ênfase a mamografia, os alunos responderam conforme a sua experiência de vida ou expectativa apenas com o intuito de verificar os conhecimentos sobre o assunto. Neste ponto temos a *Antecipação*, segundo Kelly: o indivíduo faz um levantamento dos conhecimentos que já possui sobre determinado evento. Assim, na primeira aula de ondas foi entregue um questionário, solicitando que os alunos respondessem conforme seu conhecimento prévio. Foi estabelecido que a participação fosse voluntária, não valendo nota, nem causando prejuízo na avaliação. Não foi antecipado o tema, para que as respostas fossem baseadas nos seus conhecimentos e crenças.

Em *um segundo momento* do trabalho foram disponibilizados e apresentados alguns vídeos sobre a campanha do câncer de mama e relatos de pacientes que passaram pelo tratamento, pois conforme Kelly desde que nascemos, estamos desenvolvendo um conjunto de construtos pessoais. São essencialmente representações mentais que usamos para interpretar eventos e dar significado ao que acontece. Eles se baseiam em nossas experiências e observações, dessa forma é disponibilizado para todos novas experiências e observações para um desenvolvimento de novos construtos de uma realidade não vivida por muitos. Neste segundo momento temos o Investimento segundo Kelly: os alunos buscam as informações propostas pelo professor.

Em *um terceiro momento* os alunos tiveram contato com os conhecimentos científicos que envolvem o tema, através de palestras de pessoas graduadas na área bem como aulas sobre a Física (ondas) para ajudar os alunos construírem uma organização hierárquica do conhecimento, pois conforme Kelly acreditava que nossas formas de ver o mundo tendem a ser organizadas hierarquicamente. Assim, poderemos

encontrar construções mais básicas na base da hierarquia; enquanto as construções mais complexas e abstratas seriam colocadas em níveis superiores. Assim, neste terceiro momento identifica-se o *Encontro*, segundo Kelly: momento em que os alunos esclarecem suas dúvidas e expõem suas percepções acerca do tema trabalhado.

Em *um quarto momento* para os encontros presenciais havia sido programado uma apresentação dos trabalhos feitos em grupos sobre o tema de radiações ionizantes. Para esta proposta deveria ser feita uma roda de conversa sobre o tema, para fazer a revisão construtivista. No caso do sistema remoto foi realizada uma revisão dos conhecimentos por encontros síncronos para discutir os pontos chaves das etapas anteriores, e os alunos responderam novamente o questionário inicial para verificar a mudança dos seus construtos pessoais que devem ter se dado através do trabalho proposto no segundo e terceiro momento, mostrando que conforme Kelly, a recorrência de uma situação desempenha um papel importante na teoria das construções pessoais. Os construtos surgem porque refletem coisas que se repetem frequentemente em nossa experiência. *Confirmação ou desconfirmação*: os alunos percebem que seus conceitos do primeiro momento (antecipação) estão em conformidade ou não com todas as novas informações recebidas acerca do tema trabalhado com eles.

Em *um quinto momento* — avaliação e comparação do questionário quando aplicado antes e depois dos conceitos propostos para os encontros. Após a análise e cruzamento das respostas, foi feita uma aula síncrona com a participação da professora orientadora Aline Dytz como convidada, com as aulas no Meet, que foi gravada para assistir depois quantas vezes for necessário. Neste último encontro, segundo Kelly, foi feita uma *Revisão Construtivista*: ao responder o questionário, uma nova avaliação dos conceitos e novas respostas podem ser obtidas em função da possível mudança de paradigmas que o trabalho propiciou aos alunos.

O uso da Teoria de Kelly na aplicação do produto educacional também está pautado na problematização e na contextualização na qual

foi associado conhecimentos de ondas como base para o entendimento da Física Moderna no que diz respeito a parte das radiações ionizantes que são comumente utilizadas como o caso de exames de raios X. A problematização consistiu em abordar questões que emergem de situações que fazem parte da vivência dos educandos e relacionados às contradições existenciais, sendo essa o ponto inicial de um processo voltado para se exercer uma análise crítica sobre a “realidade problema”, para que haja percepção desta questão e reconhecimento da necessidade de mudanças.

O produto utilizou como situação problema uma campanha anual realizada em outubro, com a intenção de alertar a sociedade sobre o diagnóstico precoce do câncer de mama: o OUTUBRO ROSA. A aplicação do produto foi no mês de outubro para os alunos se integrarem sobre a campanha do Outubro Rosa (investigação temática), onde muitos tinham ou tiveram casos de câncer na família, mesmo os que não tinham experiência se inteiraram sobre a doença (realidade problema). No decorrer do produto se descobriu que devido a pandemia tínhamos quase 3000 exames de mama esperando no HU (Hospital Universitário), visto que as mamografias estavam suspensas desde março, o que criou uma nova situação problema o que produziu segundo Freire a consciência máxima possível, e numa nova investigação se chegou ao IBA (Instituto Buquê do Amor) que pagava mamografias particulares para os casos de urgência.

### **3. Resultados e Discussões**

Além da contextualização dos conteúdos de física com alguma situação do cotidiano houve uma Live, que foi gravada pelo link da escola, e ficou inacessível ao público, desta forma foi regravada a partir do link da escola e redirecionada no YouTube, no canal da Professora Aline (DYTZ, 2021). Como resultado da apresentação da Live e do envolvimento da comunidade (alunos e familiares) no tema sobre radiações ionizantes e a questão da campanha de prevenção do câncer de mama, houve questionamentos e depoimentos que indicam a relevância da participação

dos alunos e da importância de contextualização dos conteúdos na escola. Foram escolhidos três questionamentos e três depoimentos realizados pela comunidade participante da Live. Como questionamentos escolhidos para exemplificar e ampliar alguns debates sobre o assunto com os alunos, tivemos: “vi na internet que mamografia causa câncer, está correto?”; “qual a diferença entre quimioterapia e radioterapia?”; “qual o melhor exame para câncer de mama?”.

E como depoimentos que os alunos trouxeram, podemos perceber que realmente a Live e o tema escolhido para este produto educacional foi relevante e motivador para os alunos, assim, destacamos: “minha mãe teve câncer de mama e tratou na antiga FAU (Fundação de Apoio Universitário)”; Hoje Hospital Escola (EBSERH); “não sabia que existia casas de acolhimento para pacientes em tratamento. Levamos donativos em uma delas.”; “uma vizinha tava [sic] precisando de um exame de mamografia, falei pra ela da ONG (Buquê do Amor)”.

Quanto aos questionários, perguntas do tipo: homens podem ter câncer de mama? Apenas 2% das respostas foram afirmativas antes da aplicação do produto, mas depois 100% das respostas concordaram que homens também têm câncer de mama. Assim como 5% dos alunos nunca tinham participado da campanha, embora 64% já tivesse ouvido falar dela e após a aplicação do produto todos participaram e passaram a saber do que se trata, inclusive seus familiares. Outro fato interessante é que apenas 23% dos sabiam que a mamografia é um exame de raios X e depois da aplicação do produto todos responderam que sim, mamografia é um tipo de exames que envolve raios X.

#### **4. Considerações Finais**

A proposta do desenvolvimento deste produto educacional foi feita para aulas presenciais, sem se imaginar que seríamos assolados por uma pandemia, que forçou sua adequação para um sistema remoto, ou híbrido. As adequações que foram feitas permitiram o desenvolvimento do produto,

inovando conceitos abordados em sala de aula pela introdução de aspectos da Física Moderna que temos no cotidiano, aproximando a comunidade de assuntos importantes em relação a saúde e reforçando a prevenção de doenças que podem ser fatais, como no caso do câncer de mama. Este produto propôs a inserção da Física Moderna junto ao conteúdo de ondas e com isso houve uma contextualização dos estudos de ondas conforme proposto na nova BNCC, enfocando o conteúdo de radiações ionizantes para o processo ensino-aprendizagem da disciplina de Física do Ensino Médio, através de uma abordagem adequada ao sistema remoto de ensino.

Ficou evidenciada a importância das radiações ionizantes no Ensino Médio para que os alunos tenham noção dos seus efeitos no corpo humano, tanto em exames diagnósticos como em tratamentos, bem como os possíveis e reais riscos à saúde. Ficou evidenciada uma abordagem interdisciplinar para o aluno entender a multidisciplinaridade do tema, e entendesse o porquê da abordagem multidisciplinar em saúde utilizada hoje em dia.

## **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001.

## **Referências**

BRASIL, Base Nacional Comum Curricular (BNCC). 2018.

DYTZ, A. G. Outubro Rosa: live YouTube, Física on-line, 27 de jul. 2021. Disponível em: <https://youtu.be/4kkih587vI8>. Acesso em 14 out. 2022.

FERREIRA, L. H. L. **Ensino de Física: radiações ionizantes e suas aplicações no contexto do ensino de ondas.** 2021. 76f. Dissertação

(Mestrado em Ensino de Física) — Universidade Federal do Rio Grande, FURG, Rio Grande. <https://argo.furg.br/?BDTDI3075>

KELLY, G. A. **Theory of personality:** the psychology of personal constructs. New York: Norton, 1963.

MOREIRA, M. OSTERMANN, F. **Teorias Construtivistas**, Porto Alegre: Instituto de Física — UFRGS, 1999, p. 56 il. (Textos de apoio ao professor de Física; n. 10)

OKUNO E., YOSHIMURA E., **Física das Radiações**, São Paulo: Edusp, 2010.

TAUHATA, L; SALATI, I; DI PRINZIO, R. E.; DI PRINZIO, A. **Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos**, Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD/CNEN). Rio de Janeiro, Comissão Nacional de Energia Nuclear, 2014. (10ª revisão). Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/documentos/FundamentosCORv10.pdf>





**NA TRILHA DO SABER: JOGO ADAPTADO COMO ALTERNATIVA PARA  
O ENSINO DE FÍSICA A ALUNOS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO  
AUTISTA NO ENSINO MÉDIO**

*TON THE SABRE TRACK: GAME ADAPTED AS AN ALTERNATIVE FOR  
TEACHING PHYSICS TO STUDENTS WITH AUTISM SPECTRUM DISORDER  
IN HIGH SCHOOL*

*Lerika do Amaral Poll<sup>1</sup>, Rubens Silva<sup>2</sup>, Carlos Alberto Brito da Silva  
Júnior<sup>3</sup>*

<sup>1,2</sup> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Federal do Pará (UFPA), lerikapoll@gmail.com; rubsilva@ufpa.br.

<sup>3</sup> Faculdade de Física — Polo Ananindeua (FACFIS), Universidade Federal do Pará (UFPA), cabsjr@ufpa.br

## **Introdução**

Atualmente a sociedade, já possui várias leis tratando sobre os direitos das pessoas com deficiência que são frutos de lutas sociais da qual possui o propósito de disponibilizar o acesso à educação inclusiva de qualidade como a Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994), a Declaração Mundial sobre Educação para Todos com a Conferência de Jomtien (UNESCO, 1990). No Brasil temos a Constituição Federal (BRASIL, 1988) em seu artigo 205 afirmando que a “a Educação, é direito de todos e dever do Estado e da família, da qual será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para

o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”, a Política Nacional para Integração da Pessoa com Deficiência — Decreto Lei N° 3.298 (BRASIL, 1999), a Convenção da Guatemala (BRASIL, 1999), o Estatuto da Criança e do Adolescente — ECA (BRASIL, 2015), a Lei N° 13.005/2014 que trata do Plano Nacional de Educação — PNE e a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (BRASIL, 2008); essas e outras leis trouxeram avanços possibilitando o acesso dessas pessoas à educação básica e superior.

Esse acesso à educação inclusiva quando é voltada a alunos com dificuldades na aprendizagem como acontece com os alunos com Transtorno do Espectro Autista — TEA demandam muito mais do que mudanças espaciais, que são melhorias realizadas em locais que facilitam o acesso tais como: rampas, elevadores, portas mais largas entre outras adaptações, entretanto existe a necessidade de que haja também mudanças na forma de ensinar. Pois de nada adianta possibilitar o acesso a sala de aula e não disponibilizar o seu acesso ao conhecimento.

Assim a permanência de alunos com TEA em sala de aula é um grande desafio para as instituições escolares e também aos professores em trazer novas formas de aprendizagens capazes de atender as necessidades desses alunos. O uso de metodologias e atividades direcionadas aos alunos autistas torna-se imprescindível ao ensinar FÍSICA, que é uma disciplina que apresenta conceitos abstratos e se utiliza do aporte matemático, sendo esses alguns dos motivos do ensino da FÍSICA tentar ser apresentado por meio de atividades que faça uma abordagem mais lúdica e descontraída e uma compreensão dos conceitos pelos alunos sob uma visão do seu cotidiano.

O objetivo desse trabalho é analisar a potencialidade de uso do jogo didático-pedagógico “na trilha do Saber”, na aprendizagem de alunos autistas no ensino de FÍSICA na educação básica sob a perspectiva da educação inclusiva, Além de avaliar a evolução do conhecimento desses alunos a respeito dos conceitos físicos desenvolvidos na ação pedagógica a ser estabelecida, como também o melhoramento na

linguagem/comunicação e na interação social desses alunos em sala de aula.

## **1. Fundamentação Teórica**

Aprender, nada mais é do que criar atitudes, habilidades que nos capacite a realizar atividades, resolver problemas, ou seja, aprender é adquirir novos comportamentos. É claro que para tudo isso ocorrer é necessário que haja uma comunicação entre o nosso cérebro e o sistema nervoso central — SNC, portanto o processo de aprendizagem que acontece com cada um de nós depende do funcionamento de nosso cérebro, das experiências vivenciadas, dos estímulos sensoriais, das interações ocorridas com o meio em que estamos e também das metodologias pedagógicas (GUERRA; 2015) Esse conjunto de fatores é o que ocasiona mudanças comportamentais e cerebrais no aprendiz denominado por (BLAKERMORE; FRITH, 2005; COSENZA; GUERRA, 2011) de Neuroplasticidade; que é o processo biológico responsável pela aprendizagem, pois é por meio dele que ocorre a criação de novos conceitos, desenvolvimento de novos comportamentos e ações, entretanto esse processo também é responsável por apagar informações em desuso, sendo essa a causa de sempre expor e reexpor os conceitos ao indivíduo de forma diversificada e com níveis de complexidades diferentes.

Apresentar o mesmo estímulo a pessoas diferentes não é garantia de que teremos os mesmos resultados, isso porque há muitas formas de se aprender, (JUDY; SINGER; 1999) chamou esse processo de neurodiversidade e derruba a ideia de que pessoas com dificuldades de aprendizagem sejam anormais e passam a serem vistas como pessoas que respondem de forma diferente quando exposta aos mesmos estímulos que outras pessoas. A neurociência quando utilizada de forma correta como ferramenta no processo de aprendizagem pode trazer resultados bastante satisfatórios, isso porque a partir do momento que professores passam a entender como os alunos aprendem, eles tornam se capazes de criar ou adaptar

metodologias pedagógicas que respeitam esse funcionamento biológico cerebral que ocorre quando estamos aprendendo.

Assim em 1911 o psiquiatra Eugene Bleure, utiliza a palavra autismo para caracterizar pacientes com esquizofrenia que ficavam isoladas. A palavra tem origem grega AUTÓS significando “por si mesmo”. Já em 1943 o psiquiatra infantil Leo Kanner com a publicação na revista *Nervous Childre* “autistic Disturbances of Affective Contact” relata o caso de onze crianças que apresentavam incapacidade em desenvolver com outras pessoas uma interação social de modo que Kanner atribui a elas a denominação de autistas, mas com características diversas das dadas por Bleure. (KANNER, 1943) Em 1944 o psiquiatra infantil Hans Asperger apresenta seu trabalho realizado em crianças “a Psicopatia Autista na Infância”, em seu trabalho destaca qualidades como: boa memória, alta potencialidade intelectual, fala normal, interesses por assuntos específicos mais tarde em 1983 é adotada a denominação “síndrome de Asperger” para crianças com essas qualidades (KLIN,2006).

Hoje de acordo com o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM — 5) e a classificação Internacional de Doenças (CID — 10) da Organização Mundial de Saúde — OMS o Autismo é classificado como Desvio/Transtorno do Espectro Autista — DEA ou TEA que descreve os múltiplos déficits comportamentais na área da comunicação demonstrando grandes dificuldades em iniciar ou em manter um diálogo, tanto na modalidade verbal como na não verbal apresentando déficit na linguagem, sendo ela repetitiva e estereotipada (não autêntica).De acordo com (LAMÔNICA, 1992) essa é a forma do autista tentar compreender e entender a comunicação de outra pessoa e de interagir mesmo possuindo um vocabulário escasso. Podem também apresentar movimentos motores simples desregulados.

Com a evolução do conhecimento. O ser humano também vem passando por várias mudanças na sua forma de aprender e com isso surgiram várias Teorias educacionais com o intuito de explicar como o ser humano aprende, no construtivismo tem se a busca em conhecer e

entender os processos mentais que ocorrem com o ser humano tais como: a criação da estrutura cognitiva dando a ela a capacidade de compreender, responder, associar eventos e assim possibilitar o seu aprendizado. Aqui o ser humano deixa de ser visto como reservatório de informações e ganha uma visão mais ativa no processo de ensino e aprendizagem, pois agora ele é um elemento ativo de todo esse processo.

Dentre essa corrente Lev Semenovich Vygotsky (1896 — 1943) graduado em direito e em medicina, estudou sobre distúrbios da linguagem e da aprendizagem, em 1922 lançou o trabalho sobre metodologia de aprendizagem da literatura com crianças cegas, com retardo mental, surdez e outras deficiências congênitas. Sendo adepto dos pensamentos de Marx que dizia “tudo é histórico, fruto de um processo que são mudanças históricas na sociedade e na vida material que modificam a natureza do homem em sua consciência e comportamento”.

Para Vygotsky o processo mental para a aprendizagem do ser humano tem ligação direta com o meio social, histórico e cultural em que está inserido, para ele quando nascemos carregamos apenas as funções psicológicas básicas para sobrevivência que com o passar do tempo vão sendo transformadas em funções superiores que são resultado de um controle comportamental acautelado de ações intencionadas e realizadas livremente com relação às qualidades do momento e do espaço que esta pessoa está inserida, Portanto o desenvolvimento cognitivo é mediado pelos outros, seja indicando, delimitando, explicando ou até mesmo atribuindo significados para o aprendiz que passa por um processo de apropriação comportamental, psicológico e cultural.

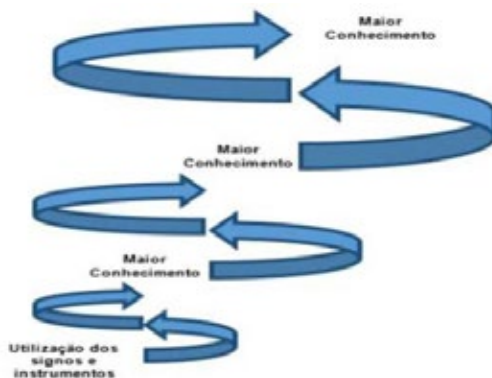
Para compreender esse processo mental superior que é a linguagem, o pensamento e o comportamento volitivo é necessário entender o seu contexto sócio-histórico e cultural e os seus signos, que é o significado dado a algo. Podendo ser esses signos do tipo indicador que é quando o ser humano associa uma causa a uma consequência, do tipo icônico que trazem como referência ao significado imagens, desenhos ou figuras, e também os simbólicos que são os que não possuem uma imagem

ou desenho para serem associados ao seu significado como também os instrumentos que são materiais criados para construir algo, pois para o autor a evolução desse processo mental superior se dá devido à socialização que o indivíduo tem.

Essa transformação ocorrida entre meio social e o processo mental não ocorre de forma direta, mais sim através da mediação ocorrida por meios dos signos e instrumentos de forma proporcional, ou seja, quanto mais se utiliza os signos e aprende se a utilizar mais instrumentos, maior será seu desenvolvimento cognitivo, pois para o autor o conhecimento ocorre em espiral, isso porque o ser humano aprende a cada nova retomada realiza sobre determinado assunto, porém ampliando seu conhecimento (Vygotsky. 1998).

Outro ponto de destaque na Teoria da Mediação de Vygotsky é a interação social; que acontece quando há no mínimo duas pessoas interagindo de forma recíproca informações. É por meio dela que o desenvolvimento cognitivo acontece, pois é ela que liga os aspectos sociais aos individuais, isso por que o processo mental superior acontece em pares, uma forma externa entre indivíduos (interpsicológica) e outra internamente, individual (intrapicológica).

Figura 1 — Apropriação do conhecimento.



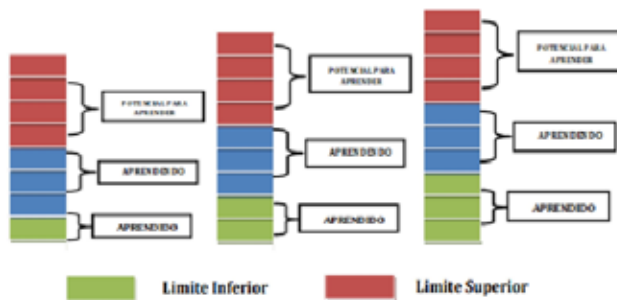
Fonte: Livro na Trilha do Saber (2022).

Hartup (1989) aponta a importância de toda pessoa experimentar o chamado Relacionamento Vertical que ocorre entre uma criança e outra pessoa adulta com maior conhecimento, mais também o Relacionamento Horizontal sendo o contato com pessoas da mesma faixa etária e que apresentem o mesmo nível de desenvolvimento social; assim por meio dessa interação a criança passa a aprender várias atividades humanas, comportamentos além de solucionar problemas e a criar hipóteses.

O crescimento do ser humano está relacionado com a internalização dos signos, que é um processo interno, da qual ocorre quando a pessoa passa a ter contato com os signos (indicadores, icônicos ou simbólicos) dos quais podem ser verbais ou não verbais atribuindo a eles um significado em consonância ao seu contexto sócio-histórico e cultural apropriando se desse significado e passando a utilizá-lo, sendo o sistema da fala o mais importante deles para Vygotsky.

Quando a pessoa possui a capacidade de resolver um problema ou realizar determinada tarefa, sem necessitar de qualquer auxílio, Vygotsky chama essa habilidade de desenvolvimento cognitivo real, entretanto quando para resolver problemas ou realizar tarefas a pessoa demandar uma ajuda, uma orientação ou observações de outras pessoas com mais capacidade sobre aquilo que se quer fazer. Ele chama de desenvolvimento cognitivo potencial (VYGOTSKY, 1988, p. 97), que é a região onde acontece o desenvolvimento cognitivo do ser humano. Porém, para que ocorra uma aprendizagem é preciso que haja uma interação social com capacidade de fazer com que a pessoa desenvolva habilidades e estimule seus processos mentais superiores e isso ocorre dentro da zona de desenvolvimento potencial, contudo, deve se levar em consideração os seus limites que são o inferior, aquele conhecimento já solidificado pelo aprendiz e o superior aquele da qual ele pode alcançar se for estimulado de forma adequada.

Figura 2 — Zonas de Aprendizagem.



Fonte: Livro na Trilha do Saber (2022).

Para Vygotsky uma aprendizagem satisfatória é aquela que está superior ao do aprendiz, ele aponta que quando a pessoa atinge determinado aprendizado em uma área do conhecimento, para que ela continue a evoluir e conveniente que ela esteja em contato com conhecimentos mais avançados, do contrário ocorre uma estagnação (Vygotsky, 1988, p. 98).

No processo de aprendizagem aluno — professor deve ser realizado de forma que o docente apresente o conteúdo ao aluno os significados aceitos socialmente e faça uma mediação, se o que o aluno internalizou está correto, em contra partida a do aluno deve certificar-se de que o que ele internalizou é exatamente o que o professor pretendia, e nesse ciclo de compartilhamento mútuo cada um deve possuir espaço para falar e perguntar (D. B. GOWIN, 1981) pois é importantíssimos para o desenvolvimento cognitivo tanto do aluno quanto do professor.

Outro destaque feito por (VYGOTSKY, 1991) é a importância das brincadeiras na aprendizagem, pois a brincadeira estimula o desenvolvimento da zona proximal, pois ao brincar a pessoa aprende ações sociais, regras, conceitos e estimula sua interação com outras pessoas e objetos, estimulando o crescimento cognitivo e conduzindo um processo de simbolização uma retratação da imaginação por meios de atividades lúdicas.



## 2. Métodos e Materiais

O Jogo “na Trilha do saber” foi desenvolvido durante o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física — MNPEF, do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará — UFPA, esse Jogo é composto de trinta e seis cartas dividido em quatro grupos definido pelas cores: verde, amarelo, azul e vermelho, e cada grupo possui nove cartas. As cores foram escolhidas entre as primárias e com tonalidades claras e harmoniosas, pois (CAMINHA. 2008) alerta que alunos autistas podem apresentar desconforto, perder a concentração ou até mesmo sentir dores devido a perturbações de cores muito fortes e vibrantes. Além das cartas o jogo possui três diferentes trilhas referentes a cada fase do jogo constituídas por peças de quebra cabeça, da qual cada grupo deverá montar sua trilha ganhando peças ao responder corretamente às perguntas, cada trilha possui um formato e a quantidade de peças aumenta de acordo com as fases do jogo. Para jogar, o indicado é que haja quatro grupos, entretanto pode ser jogado em duplas.

Figura 3 — Cartas do Jogo na Trilha do Saber.

CARTA DO JOGO	UTILIZAÇÃO
	<b>NOME:</b> CORTINA <b>UTILIZAÇÃO:</b> Utilizada para fazer de pergunta ao para pedir ajuda. <b>NÚMERO:</b> Uma Carta por grupo. <b>OBJETIVO:</b> Obter uma cartolina ao jogador.
	<b>NOME:</b> INVERSÃO <b>UTILIZAÇÃO:</b> Utilizada para inverter a direção do jogo. <b>NÚMERO:</b> Duas cartas por grupo. <b>OBJETIVO:</b> A ordem de jogadas dos participantes é alterada.
	<b>NOME:</b> RECURSO <b>UTILIZAÇÃO:</b> Utilizada para impedir que o próximo jogador jogue a rodada. <b>NÚMERO:</b> Duas cartas por grupo. <b>OBJETIVO:</b> Fazer o jogador seguinte passar a vez na rodada.
	<b>NOME:</b> PEÇA PEÇA <b>UTILIZAÇÃO:</b> Utilizada para pedir uma peça de outro jogador. <b>NÚMERO:</b> Duas cartas por grupo. <b>OBJETIVO:</b> O jogador pedir a peça a outro jogador, que pode ou não aceitar.
	<b>NOME:</b> ESCOLHA DE PEÇA <b>UTILIZAÇÃO:</b> Utilizada para tirar de jogo de peça de outro jogador. <b>NÚMERO:</b> Duas cartas por grupo. <b>OBJETIVO:</b> O jogador escolhe uma peça de qualquer outro jogador, e oferece a trilha.

Fonte: Livro na Trilha do Saber (2022).

O jogo na Trilha do Saber, foi desenvolvido com o objetivo de proporcionar um ensino de Física mais divertido e de tentar estimular as áreas da comunicação, da interação social e da imaginação, que são as áreas das quais pessoas diagnosticadas com o Transtorno do Espectro Autista apresentam dificuldades. Pois ao utilizar-se uma estratégia educacional voltada a utilização de jogos lúdicos, atribuímos aos alunos relações grupais, estimulação das habilidades, da coordenação motora, da comunicação verbal e também a não verbal. O jogo “na Trilha do Saber” possui fundamentação teórica na teoria da Mediação de Vygotsky, pensamento e linguagem, 2007 que afirma que o processo de aprendizagem é formado por meio da interação que acontece entre a pessoa e o seu meio social, histórico e cultural. E que a utilização de jogos e brincadeiras em sala de aula ajudam no desenvolvimento cognitivo e na sua aprendizagem, e essas atividades são essenciais para a educação como estratégias que auxiliam e compensam as dificuldades por meio de rotas alternativas.

A pesquisa desenvolvida durante o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física — MNPEF do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará — UFPA ocorreu após a aprovação da diretora, da qual autorizou a coleta de dados e a aplicação do jogo “na Trilha do saber” e dos questionários investigativos, autorização essa obtida por meio do Termo de Concessão da Instituição, houve também a solicitação da autorização individual ao responsável do aluno que participou da pesquisa através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento e autorização de uso de imagens. Nos dois documentos utilizados foi exposto o objetivo da pesquisa, a metodologia a ser empregada junto aos alunos, os instrumentos usados e as atividades desenvolvidas. O trabalho foi aplicado na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Luiz Nunes Direito localizada no Conjunto Cidade Nova IV, rua WE 36 SN; bairro do Coqueiro, município de Ananindeua/Pa. A instituição, possui 23 salas de aulas, diretoria, sala dos professores, laboratório com recursos multifuncionais direcionada

ao atendimento educacional especializado, biblioteca, quadra esportiva, refeitório, auditório e banheiros adequados a alunos com deficiência ou mobilidade reduzida. A escola oferece vários atendimentos a comunidade como: o Ensino Fundamental nos turnos manhã e tarde; o Ensino Médio nos turnos manhã, tarde e noite; o Ensino para Jovens e Adultos (EJA) nível fundamental e médio apenas no turno da noite e o Ensino Educacional Especializado direcionados ao atendimento de alunos que apresentem algum tipo de deficiência cognitiva ou física.

## **2.1. Descrição das Etapas do Produto Educacional**

**1º ETAPA:** O primeiro procedimento adotado foi verificar quais assuntos já haviam sido ministrados em sala de aula, o objetivo é a elaboração do questionário com vinte perguntas objetivas que contemplasse os assuntos já trabalhados pelo professor, logo em seguida esse questionário foi aplicado a toda a turma. Com isso foi possível verificar o nível de conhecimento do aluno autista e também dos alunos neuroatípicos. Com essas informações desenvolvemos uma lista com perguntas de níveis de dificuldades variadas, essa lista foi utilizada na aplicação das três fases do jogo “na Trilha do saber”.

**2º ETAPA:** O segundo procedimento ocorreu somente com o aluno autista, foi realizado um estudo individualizado com observações realizadas durante as aulas, pois assim torna-se mais fácil obter informações sobre quais são as dificuldades que esse aluno tem e em compreender os conceitos da disciplina, se ele apresenta outros transtornos além do TEA, quais comportamentos ele possui diante de situações tidas como normais para os demais alunos, mas que para ele possam ser desconfortantes.

**3º ETAPA:** Em seguida foi criada as equipes, onde cada equipe foi formada de modo a associar os alunos que possuem um nível maior de conhecimento com outros de nível menores, sendo a colocação do aluno

com TEA em uma equipe que estivesse de acordo com suas habilidades e dificuldades, de forma que seus parceiros pudessem ajudá-lo, da mesma forma ele também ajudasse a sua equipe. Depois dessa divisão, ocorreram as aplicações das fases do jogo.

**4º ETAPA:** Nessa última fase, ocorreu a aplicação do segundo questionário composto por perguntas subjetivas. O intuito foi verificar se os alunos conseguiram reter alguns dos conceitos abordados durante o jogo, como também em procurar saber suas opiniões quanto ao jogo. Assim com os resultados coletados várias análises foram feitas

### **3. Resultados e Discussões**

Com a aplicação do jogo na Trilha do Saber, como uma alternativa para o ensino de Física a alunos com Transtorno do Espectro Autista, foi possível observar que o aluno com TEA teve oportunidades de falar, de iniciar uma comunicação com os demais alunos da sua equipe, em ter a atenção deles, como também dos outros grupos, de conseguir iniciar e manter uma interação verbal e a não verbal com seus colegas de grupo, de fazer perguntas como também de ser questionado sobre as respostas que seu grupo deveria responder. Com as aplicações o aluno teve a oportunidade de conhecer os outros alunos que faziam parte da turma.

Assim podemos dizer que essa atividade apresentou-se como uma excelente ferramenta mediadora ao estimular os pontos de dificuldades que uma pessoa com TEA apresenta, que é a comunicação, a linguagem/comportamento e a imaginação ao propiciar momentos divertidos e possibilitar a esse aluno todas essas evoluções, como também pelo fato de conseguir apresentar os conceitos da FÍSICA de forma mais atrativa. Devemos pontuar que mais importante do que conseguir fazer com que alunos com TEA passem a compreender os conceitos físicos em sala de aula, é trazer a esses alunos uma qualidade de vida, um aumento na autoestima, uma interação social que acrescenta o contato de novos

alunos, que propicia uma comunicação que muitas das vezes não ocorre por falta de oportunidades, de fazer com que esses alunos autistas sejam vistos, notados e tenham a chance de mostrar que são capazes de fazer coisas das quais são tidos como incapazes.

Pois a sala de aula é uma extensão do mundo externo, apresentando áreas includentes, mas também excludentes. Outro destaque foi o interesse dos professores em conhecer o jogo, a sua metodologia e como poderia ser utilizado em suas disciplinas, isso mostra que há uma busca em melhorar o aprendizado dos alunos que apresentam alguma dificuldade no aprendizado como também a valorização da aplicação do jogo, pois o professor responsável pela disciplina de Física do colégio, fez a terceira avaliação para o aluno autista baseada no jogo. Isso só ratifica que nós educadores devemos sempre buscar contribuir com o ambiente educacional da qual estamos inseridos, seja modificando ou adaptando estratégias para que aconteça um aprendizado significativo e inclusivo.

#### **4. Considerações Finais**

Com isso, podemos afirmar, que atividades lúdicas fazem com que ocorra um melhoramento na atenção compartilhada, estimulando a imaginação, trazendo o entendimento de regras que devem ser seguidas ao jogar, também temos que pontuar que a utilização de um jogo educacional lúdico atribui ao ensino um aprendizado mais leve e descontraído proporcionando análises, observações, estimulação da linguagem, da imaginação, da interação social e da inclusão.

#### **Referências**

GUERRA, L. B; FRANCO, M. A. M. **Práticas Pedagógicas em Contexto de Inclusão: Situações de Sala de Aula.** Paco Editorial 2015.

BRASIL. **Convenção da Guatemala,** 1999.

BRASIL. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**, 2008.

BRASIL. Lei N° 13.005. **Plano Nacional de Educação**, 2014

GOWIN, D. B. **Educating**. Ithaca, N.Y: Cornell University Press, 1981.

BRASIL. **Estatuto da Criança e do Adolescente**, 2015

BLAKEMORE, S-J; FRITH, U. **The Learning Brain: Lessons for education**. Oxford: Blackwell, 2015.

HUIZINGA, J. **Homo ludens**. 4. ed. São Paulo: Perspectiva, 1996

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: E.D.U, 2012.

KISHIMOTO, T. M (Org). **O brincar e suas Teorias**. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2002a.

MANUAL DIAGNÓSTICO E ESTATÍSTICO DE TRANSTORNOS MENTAIS 5ª Edição DSM-5. American Psychiatric Association. CDU 616.89-008

VYGOTSKY, L. S. **Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem**. SP: Ed. Ícone/Edusp,1988.

VYGOTSKY, L. S. **Psicologia da Arte**. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 2001.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. Edição Eletrônica Revisada: Ed Ridendo Castigat Mores, 2009.

LAMÔNICA, D. A. C. **Utilização de variações da técnica do ensino incidental para promover o desenvolvimento da comunicação oral de uma criança diagnosticada autista**. Bauru, USC, 1992.

HARTUP, W. W. Social Relationship and treir developmental significance. **American psychologist**, 1989.

KLIN, A; Autismo e síndrome de Asperger: uma visão geral. **Revista Brasileira Psiquiatria**. São Paulo, 2006.

AUSUBEL, D.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. **Educational Psychology: a Cognitive View**. New York: 1969.





**A UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO COMO RECURSO  
DIDÁTICO NO ENSINO DE ELETRODINÂMICA**  
*THE USE OF THE ARDUINO PLATFORM AS A TEACHING RESOURCE IN  
ELECTRODYNAMIC TEACHING*

*Edson Pereira da Silva<sup>1</sup>, Marcos Antônio Tavares Lira<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Universidade Federal do Piauí (UFPI), edsonpdasilva24@gmail.com.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Piauí (UFPI), marcoslira@ufpi.edu.br

## **Introdução**

A Física é considerada a mais básica de todas as ciências, pois liga-se às outras áreas do conhecimento para tentar explicar os fenômenos da natureza em todos os seus aspectos fundamentais, que vão desde as menores partículas subatômicas até as vastas galáxias. As descobertas na área da física nos impactam em aspectos econômicos, sociais e políticos.

Dito isso, se faz necessário que os alunos tenham um bom entendimento das leis e teorias que compõem essa disciplina, que tenham a capacidade de aplicá-los em situações-problemas no seu dia-dia, tornando-se cidadãos pensativos e críticos em relação aos avanços científicos que impactam a sociedade. O conhecimento sobre Física é voltado à formação de um indivíduo moderno e ativo, com capacidade para entender, interferir e participar na sua comunidade (PCN +, 2002).

Mas o que se vê nas escolas é uma adoção didática da disciplina que coloca o aluno como um agente passivo de sua aprendizagem, pois

foca de forma exagerada no simples repasse do conteúdo contido no livro didático, e no ensino mecânico de fórmulas, contribuindo para a memorização momentânea das equações para a resolução dos exercícios dos capítulos correspondentes. Com isso o ensino de Física na escola não atende o que o que diz a Base Nacional Comum Curricular (BNCC):

Na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias (BNCC, 2017, p. 537).

Diante das dificuldades enumeradas, a que considero de maior impacto ainda não mencionada, é a não utilização da experimentação nas aulas de Física. “realizar atividades experimentais no ensino de Ciências, em particular de Física, é fundamental para a aprendizagem de conceitos científicos: não há professor, pesquisador ou educador da área que discorde desse preceito” (GASPAR,2014, p. 7).

Então, a partir desta constatação, aparece o interesse em produzir este artigo abordando o ensino de Física, no qual é desenvolvida o presente trabalho sobre a experimentação como um método de ensino dos conceitos físicos envolvidos no estudo da eletrodinâmica. Para a execução dos experimentos utiliza-se a plataforma Arduino, para a realização e algumas vezes obtenção de dados da prática experimental.

Partindo deste pressuposto, o presente trabalho tem como questão norteadora: Quais as possibilidades de utilização da plataforma Arduino, enquanto recurso tecnológicos/didático, no ensino de eletrodinâmica em uma abordagem sociointeracionista?

O trabalho desenvolvido nesta dissertação tem como objetivo geral verificar a contribuição da utilização da plataforma Arduino no ensino e na aprendizagem dos conteúdos de eletrodinâmica numa perspectiva da teoria sociointeracionista de Vygotsky, dando ênfase na interação social entre os alunos através da mediação feita pelo professor.

Com relação aos objetivos específicos, expomos os seguintes:

- Analisar as vantagens e desvantagens de uma abordagem centrada no uso da plataforma Arduino para interação dos grupos de alunos.
- Elaborar um conjunto de experimentos com a plataforma Arduino que possam auxiliar o professor numa perceptiva investigativa colaborativa.
- Examinar se através da aplicação deste trabalho ocorreu apropriação significativa por meio da teoria sociointeracionista, do conhecimento exposto sobre os conteúdos de eletrodinâmica nas aulas de Física.

## **1. Fundamentação Teórica**

### **1.1. O processo de formação do conhecimento de acordo com Vygotsky**

Um conhecimento é construído, ou seja, é formado por uma pessoa acerca de um determinado conteúdo, quando ela consegue pensar de uma forma mais estruturada com relação a este assunto. Esta forma de pensamento indica a constituição de estruturas primordiais para que ocorra a consolidação das funções superiores tipicamente humanas. Desta forma, a aprendizagem é efetivada de fato.

Segundo as concepções de Vygotsky é de fundamental importância que exista uma interação social entre os agentes participantes do processo de ensino- aprendizagem. Segundo Oliveira (1992) Vygotsky acreditava que ninguém é uma ilha, isto é, não podemos viver isolados, precisamos da interação com outros indivíduos para construção do conhecimento.

De acordo com Moreira:

Segundo Vygotsky, os processos mentais superiores (pensamento, linguagem, comportamento volitivo) têm origem em processos sociais; o desenvolvimento cognitivo do ser humano não pode ser entendido sem referência ao meio social (MOREIRA, 2018, p. 108)

De acordo com o que foi exposto, o desenvolvimento cognitivo é fruto da interação social entre as pessoas envolvidas no processo de ensino e aprendizagem (professor-aluno e aluno-aluno). Diante do que foi dito, nos vem o seguinte questionamento: Como é que se dá a transformação das relações sociais em funções psicológicas, ou seja, em processos mentais superiores?

Sobre o questionamento feito acima, Rego (2014) nos diz o seguinte: “devemos entender de que forma ocorre a mediação, pois a mesma é a encarregada pela consolidação do processo que caracteriza a transformação em funções psicológicas superiores especificamente humanas as interações sociais estabelecidas no processo”.

Então a mediação ou atividade mediada qualificada é a grande responsável pelo estabelecimento da conversão das relações sociais concretizadas no ambiente de ensino em funções psicológicas superiores segundo a teoria do desenvolvimento cognitivo de Vygotsky. O professor é o agente promotor desta mediação, o qual cabe planejar a forma de como ela se dará.

## **2. Métodos e Materiais**

Aliou-se a tecnologia às práticas experimentais didáticas, de modo a facilitar o processo de ensino e aprendizagem. Para tal, em todos os experimentos utilizou-se o Arduino, que consiste numa plataforma eletrônica, que nos auxiliou na observação dos fenômenos referentes a eletrodinâmica. Vale ressaltar que toda a aplicação metodológica dos experimentos deste artigo é pautada na teoria sociointeracionista de Vygotsky, então em toda a aplicação é feita com a mediação do professor procurando estimular a interação social, para que a partir dela ocorresse aprendizagem do conteúdo.

## **2.1. Local de aplicação do produto educacional**

Foi feita a aplicação do produto educacional na Unidade de Ensino João Leal, escola da rede pública estadual do Piauí, na qual sou professor efetivo da disciplina de física, desde abril de 2015. A escola fica localizada na cidade de Nazaré do Piauí, distante 210km da capital Teresina.

Para a realização das atividades experimentais, houve a divisão da turma em grupos, os quais permaneceriam os mesmos até o fim da última prática experimental. Os alunos foram divididos em três grupos denominados de A, B e C. Cada grupo contendo 3 integrantes.

Vale salientar que no período em que foi aplicado o produto educacional, o Brasil enfrentava uma pandemia de proporção mundial, a da Covid-19, ocasionada pelo Coronavírus. Então, devido as normas sanitárias vigentes neste período, foi necessário lidar com um número reduzido de alunos.

### **2.2. A abordagem qualitativa como meio de investigação**

O tipo de abordagem norteadora deste trabalho é a qualitativa, pois visto que são suas características a interpretação dos fenômenos com atribuição de significados. “o ambiente natural é a fonte direta para a coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave.” (FREITAS; PRODANOV, 2013, p. 70). Logo, a pesquisa é mais do que apenas coletar dados na sala de aula/ambiente, sendo o pesquisador/professor o principal instrumento de interpretação/análise e atribuição dos significados.

## **2.3. Instrumentos de pesquisa utilizados**

Para obter dados necessários para aferir qualitativamente a contribuição da aplicação do produto educacional a utilização da plataforma Arduino como suporte ao ensino de eletrodinâmica no processo de ensino e aprendizagem, foram aplicados questionários de verificação da aprendizagem como instrumentos de pesquisa, além das observações participantes, realizadas na sala de aula pelo professor do início ao fim, durante todo o período de aplicação da pesquisa.

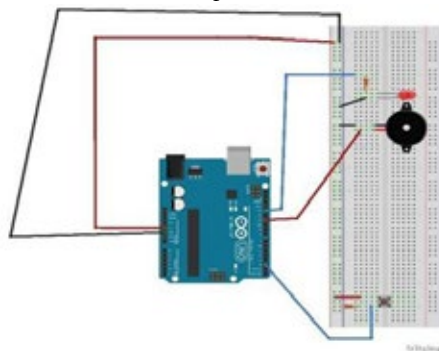
## 2.4. Primeiro experimento: corrente elétrica

Foi dado um tempo de 10 minutos para que os alunos pudessem responder um questionário de conhecimentos prévios. Ao término do tempo, inicia-se um debate sobre as respostas dos grupos no questionário, a partir deste momento é iniciado o conteúdo da aula, abordando o assunto referente a corrente elétrica.

Depois de ministrada a aula sobre corrente elétrica, inicia-se a montagem do experimento. O circuito a ser montado é visto na figura 1, no qual podemos destacar os seguintes componentes: 1 resistor de  $220\ \Omega$ , 1 resistor de  $10\text{k}\Omega$ , 1 buzzer, 1 led, 1 botão tátil. Este experimento tem o objetivo de demonstrar aos alunos alguns efeitos da corrente elétrica, tais como luminoso e sonoro.

A montagem deste experimento que aborda conceitos básicos sobre a corrente elétrica e circuitos elétricos, foram gastos em torno de R\$ 130,25 (cento e trinta reais e vinte e cinco centavos).

Figura 1 — Circuito do experimento: corrente elétrica.



Fonte: próprio autor.

## 2.5. Segundo experimento: resistores

Esta prática experimental é composta por duas partes intituladas: montagem da prática experimental 1- ohmímetro e montagem da

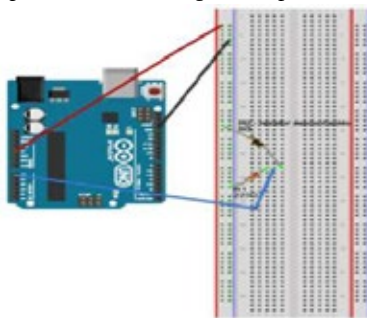
prática experimental 2 — potenciômetro. A aplicação inicia-se com o questionário de conhecimentos prévio, onde é dado um tempo de 10 minutos para que os alunos pudessem responder o questionário. Com posterior debate sobre as respostas dos grupos ao questionário, iniciando o conteúdo da aula.

Depois de ministrada a aula sobre resistores, inicia-se a montagem da prática experimental 1- ohmímetro. O circuito que será montado é visto na figura 2, no qual podemos destacar os seguintes componentes: 1 resistor de 220  $\Omega$  e mais 3 resistores de resistências desconhecidas, os quais terão os seus valores determinados através do experimento.

O experimento tem o objetivo de demonstrar aos alunos a propriedade física denominada de resistência elétrica. Como também conhecerem e manusearem os resistores, esse componente tão diversificado e usado em circuitos elétricos e eletrônicos.

Para a confecção deste experimento que aborda o conceito de resistência elétrica e também o funcionamento e aplicação dos resistores, foram gastos em torno de R\$ 136,00 (cento e trinta e seis reais).

Figura 2 — Circuito do experimento: montagem da prática experimental 1- ohmímetro.



Fonte: próprio autor.

## 2.6. Terceiro experimento: associação de resistores

Os alunos inicialmente responderam a um questionário de conhecimentos prévios para auxiliar na sondagem do entendimento deles sobre o

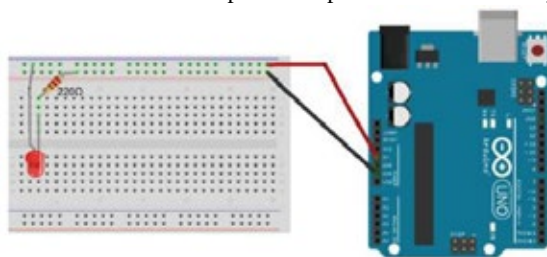
conteúdo a ser ensinado. É dado um tempo de 10 minutos para responderem ao questionário, ao fim é levantado questionamentos acerca do assunto, dando assim, início da aula abordando o assunto de associação de resistores.

Para a construção do referido experimento que trata sobre os tipos de associações de resistores e suas características, foram gastos em torno de R\$ 160,00 (cento e sessenta reais).

Inicialmente é abordado a associação em série, falando sobre as suas principais características. Terminado a aula dá-se início a primeira prática experimental, entregando aos grupos o roteiro do experimento. A primeira prática é denominada de prática experimental 1 — associação em série.

Esta prática tem como objetivo o aluno analisar as principais características deste de tipo de associação, denominada de prática experimental 1 — associação em série. O começo do experimento é a montagem do primeiro circuito, que pode ser visto na figura 3.

Figura 3 — Primeiro circuito da prática experimental 1 -associação em série.

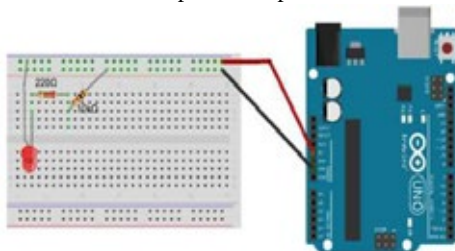


Fonte: próprio autor.

Lopo após a essa etapa, o grupo monta o segundo circuito do experimento, que pode ser visualizado na figura 4, neste circuito também é efetuado as medidas das tensões dos componentes, anotando os valores obtidos na tabela correspondente no roteiro de montagem do experimento, e os alunos analisam que a soma das tensões nos dois resistores e no led, é próxima do valor da tensão oferecida pelo Arduino.



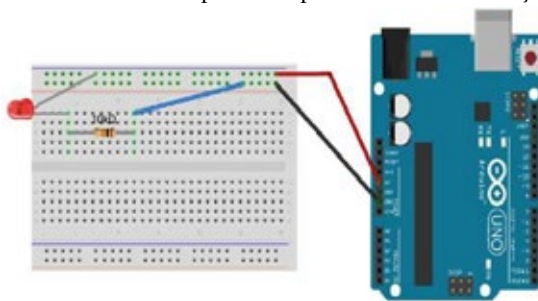
Figura 4 — Segundo circuito da prática experimental 1 -associação em série.



Fonte: próprio autor.

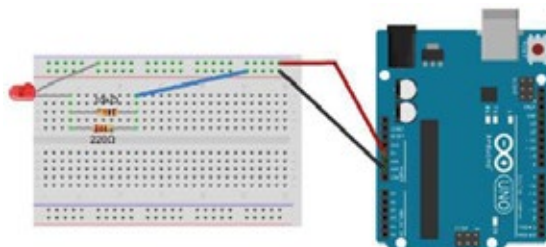
Agora nesta parte da prática experimental é denominada prática experimental 2 — associação em paralelo. O primeiro circuito a ser montado é da figura 5, onde pode-se destacar os seguintes componentes: um led e um resistor de  $10k\Omega$ . Liga-se o Arduino ao notebook. O próximo passo é ligar em paralelo um resistor de  $220\Omega$  ao resistor de  $10k\Omega$  (ver figura 6), e os alunos observam que o brilho do led aumenta, fato relacionado ao tipo de associação entre os resistores, como aprendido durante a aula do conteúdo.

Figura 5 — Primeiro circuito da prática experimental 2- associação em paralelo.



Fonte: próprio autor.

Figura 6 — Segundo circuito da prática experimental 2- associação em paralelo.



Fonte: próprio autor.

Ao término de cada prática experimental, foi aplicado um questionário de verificação da aprendizagem aos alunos participantes dos experimentos, este questionário foi utilizado para analisar a eficácia dos experimentos na aprendizagem dos alunos.

### 3. Resultados e Discussões

A utilização da plataforma Arduino como um recurso instrucional no ensino de física, teve o objetivo de proporcionar um instrumento de ensino que torna a aula um ambiente mais propício ao aprendizado por meio do envolvimento ativo dos discentes nas práticas, possibilitando uma relação de cooperação aluno-aluno, como também aluno-professor.

Tabela 1 — Acertos e erros nas respostas no questionário da aprendizagem sobre corrente elétrica.

	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4
Grupo A	Acertou	Acertou	Acertou	Acertou
Grupo B	Acertou	Acertou	Acertou	Acertou
Grupo C	Acertou	Acertou	Acertou	Acertou

Fonte: próprio autor.

Tabela 2 — Acertos e erros nas respostas no questionário da aprendizagem sobre resistores.

	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4
Grupo A	Acertou	Acertou	Acertou	Errou
Grupo B	Acertou	Acertou	Acertou	Acertou
Grupo C	Acertou	Acertou	Acertou	Acertou

Fonte: próprio autor.

Tabela 3 — Acertos e erros nas respostas no questionário da aprendizagem sobre associação de resistores.

	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4
Grupo A	Acertou	Acertou	Acertou	Acertou
Grupo B	Acertou	Acertou	Acertou	Acertou
Grupo C	Acertou	Acertou	Acertou	Acertou

Fonte: próprio autor.

Em comparação com a constatação obtida através dos questionários prévios e os resultados obtidos nos questionários de verificação da aprendizagem (demonstrados nas tabelas), vemos a evolução cognitiva dos discentes perante os assuntos tratados na aplicação do produto educacional. Ao final, os alunos demonstraram segurança e entusiasmo em relação aos conteúdos de eletrodinâmica, corroborando a contribuição dos conjuntos de experimentos que compõem o presente artigo.

Em suma, os objetivos propostos pela utilização de um recurso tecnológico como instrumento instrucional, em particular da Plataforma Arduino, neste trabalho foram atingidos. Uma vez que os discentes apresentaram as habilidades esperadas para o entendimento do conteúdo referente à eletrodinâmica. Foi um resultado que nos deixa bastante contente em ter visto a seriedade e a vontade de aprender dos estudantes.

## **4. Considerações Finais**

A proposta desenvolvida nesta dissertação, insere o uso da plataforma Arduino como uma forma de promover o ensino e a aprendizagem, fundamentando-se na teoria sociointeracionista de Vygotsky com o incentivo das interações sociais tendo a mediação do professor, entre os alunos envolvidos neste processo. As atividades experimentais têm o suporte de roteiros ilustrados dos experimentos, que servem para proporcionar autonomia e confiança aos discentes.

É importante destacar o papel do professor na condução do processo de aplicação da prática experimental, pois ele deve guiar o aluno no desenvolvimento de seu conhecimento, deixando-o à vontade para explorar o que já se sabe do assunto, e confrontar com o que está sendo ensinado, dando ênfase à construção cognitiva do aluno.

Em suma, por meio da aplicação deste trabalho procura-se mostrar uma nova abordagem no ensino de física, com o intuito de ajudar o professor a desenvolver uma aula mais participativa que ocasione um aprendizado verdadeiramente significativo, onde os alunos possam conectar o que é aprendido em sala de aula, ao seu cotidiano.

## **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001.

## **Referências**

ANTUNES, C. Vygotsky, quem diria?! Em minha sala de aula. 10. Ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2015.

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. 1. ed. Porto Alegre: Penso, 2018.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular/ BNCC**. Conselho Nacional de Educação/ CNE. Ministério da Educação/ MEC, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+)** — Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2000.

CULKIN, J.; HAGAN, E. **Aprenda eletrônico com Arduino: um guia ilustrado de eletrônica para iniciantes**. 1. ed. São Paulo: Novatec, 2018.

OLIVEIRA, K de. **Vygotsky e o processo de formação de conceitos**. La Taille y otros. Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão, p. 23-34, 1992.

FREITAS, E. C.; PRODANOV, C. C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Rio Grande do Sul: Feevale, 2013.

GASPAR, A. **Atividades experimentais no ensino de Física: Uma nova visão baseada na teoria de Vigotski**. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

KNIGHT, R. D. **Física uma abordagem estratégica: Eletricidade e Magnetismo**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. v. 3.

LAKATOS, E. V.; MARCONI, M. A. **Metodologia Científica**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2004.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: GEN, 2018.

REGO, T. C. **Vygotsky**: uma perspectiva histórico-cultural da educação. 25. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2014.

**SALA DE AULA INVERTIDA NO ENSINO DE FÍSICA PARA OS ANOS  
INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**  
*FLIPPED CLASSROOM IN PHYSICS TEACHING FOR THE EARLY YEARS OF  
FUNDAMENTAL EDUCATION*

*Thais Teixeira da Costa Portes Brusdzenski*<sup>1</sup>, *Valéria Nunes Belmonte*<sup>2</sup>,  
*Bernardo Mattos Tavares*<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Colégio Municipal Renato Martins, thaistcportes@gmail.com.

<sup>2</sup> Instituto Politécnico — Centro Multidisciplinar UFRJ-Macaé, batista.nunes@gmail.com.

<sup>3</sup> Instituto Politécnico — Centro Multidisciplinar UFRJ-Macaé,  
bernardotavares@macae.ufrj.br.

## **Introdução**

Conforme Bergmann e Sams exemplificam (2012, p.1-2), cada indivíduo é único e, numa sala de aula diversa, os alunos aprenderão de formas diferentes e em tempos diferentes. É muito comum observarmos as salas de aulas brasileiras de ensino público (principalmente) muito cheias e nossos alunos, mesmo os pequenos, já demonstram experiências e hábitos bem diferenciados dos que costumávamos ver antigamente. Suas rotinas geralmente envolvem muita tecnologia, porém com uso demasiado e/ou sem objetivos pedagógicos. No universo da sala de aula, além de alunos faltosos, hoje são identificadas inúmeras Necessidades Educacionais Especiais (NEE). Transtornos, síndromes e dificuldades de aprendizagem permeiam o ambiente escolar e o torna cada vez mais

desafiador. Com um modelo de aula padronizado é impossível atingir a todos os alunos, conforme já descrito em documento oficial sobre Políticas Educacionais na Educação Especial, do Ministério da Educação (2006). Para alunos tão diferentes é interessante uma proposta de ensino que seja personalizada para cada aluno. Mas como fazer isso se muitas vezes o professor leciona em mais de uma escola e tem um número grande de alunos? Como garantir que cada aluno aprenda todos os conteúdos propostos no programa curricular se o tempo é curto?

A personalização do ensino se mostra como uma forma eficaz quando o que se deseja é o efetivo aprendizado e nessa proposta, a Sala de Aula Invertida (Flipped Classroom) se mostra como uma alternativa profícua, pois é facilmente ajustável às idiosincrasias de cada região, de cada sala de aula e de cada professor (BERGMANN e SAMS, 2012). Essa metodologia de ensino proporciona interação com a tecnologia e entre os próprios alunos. A utilização de vídeos dialoga de forma muito particular com o dia a dia dos mesmos, pois, hoje em dia, assistir vídeos pela internet faz parte da rotina de muitos deles. Além disso, essa metodologia permite que: alunos com mais dificuldades vejam e revejam o conteúdo quantas vezes forem necessárias; que alunos faltosos recuperem o conteúdo da aula e que os alunos com bom rendimento efetivamente aprendam e não somente reproduzam o conteúdo da forma como a avaliação exige, sem ter realmente compreendido o conteúdo. É interessante destacar que essa metodologia se enquadra no ensino das mais variadas disciplinas, porém o enfoque deste trabalho será o Ensino de Física. Disciplina esta que se apresenta no currículo de Ciências Naturais, conforme a Base Nacional Comum Curricular — BNCC (MEC, 2018) para os anos iniciais do ensino fundamental (1º ao 5º ano) e que muitas vezes é negligenciada pelos próprios professores pois a maioria deles prioriza o ensino de Língua Portuguesa e Matemática, o que explica também o grande déficit do aprendizado desta área do conhecimento quando os mesmos chegam aos anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º ano).



O Ensino de Física (no currículo de Ciências) para os alunos de anos iniciais através da proposta da Sala de Aula Invertida (SAI) propõe, portanto, uma forma leve e interessante na abordagem desses conteúdos minimizando e otimizando o tempo gasto em relação a uma aula convencional, já que o que tradicionalmente era feito em sala, agora será feito em casa; o que era executado como trabalho de casa, agora será feito em sala. Também permite um passo além nas estratégias de ensino proporcionando o uso das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs). Para tanto, este trabalho de pesquisa e o produto educacional final desenvolvido tiveram por objetivo principal verificar o potencial pedagógico de sequências didáticas aliadas à metodologia SAI no Ensino de Física para os Anos Iniciais, além de colaborar com a formação do professor desta etapa de ensino abordando algumas ideias sobre a SAI e sua aplicação numa turma do 4º ano de escolaridade, de uma escola municipal do município de Macaé, no Rio de Janeiro.

## **1. Fundamentação Teórica**

Quando se opta por utilizar metodologias ativas de aprendizagem em suas aulas, o professor coloca o foco do processo de ensino e de aprendizagem no aprendiz, fazendo-o participar da descoberta, investigação e/ou resolução de problemas. Tais modelos se contrapõem ao ensino tradicional ao qual o foco é a transmissão de informação e conteúdos pelo professor. Porém, a proposta de um ensino menos focado no professor não é nova. John Dewey já concebia e colocava em prática um modelo de educação baseado num processo ativo, em que o estudante exerceria sua liberdade pela busca do conhecimento; sua proposta baseava-se no aprender-fazendo, ou seja, a aprendizagem perpassava pela ação (BACICH; MORÁN, 2018).

Para Chassot (2011), ensinar ciência traz consigo a responsabilidade de fazer com que os alunos se tornem cidadãos mais críticos e agentes de transformações do mundo em que eles vivem. Alfabetizar os alunos

cientificamente e letrá-los frente às suas capacidades, confronta ao professor — como mediador — a sempre instigar a curiosidade em seus alunos, permitindo que essa atração por conhecimentos permaneça. Favorecemos o diálogo inicial quando nos baseamos no que o aluno já sabe — seus conhecimentos prévios — e estabelecemos uma relação de confiança que será a base para novos aprendizados. David Ausubel utiliza-se deste parâmetro para basear sua teoria sobre aprendizagem significativa. Para ele, a aprendizagem ocorre de forma significativa quando uma nova informação se apoia em um conceito prévio (MOREIRA e MASINI, 1982). Como exemplo, podemos dizer que novos conceitos sobre a atmosfera — um dos temas dos vídeos — serão integrados a conceitos pré-existentes sobre o assunto na estrutura cognitiva do aluno. Os conceitos facilitadores, que Ausubel chama de subsunçores, crescem e se modificam à medida em que novos conceitos são “ancorados” (MOREIRA, 1999).

Aprender de forma significativa requer que a aprendizagem mecânica seja posta de lado em virtude de modelos ativos de aprendizagem. Em Física, decorar fórmulas e conceitos de forma não-contextualizada, traz consigo um modelo de aprendizagem mecânica que não se relaciona com conhecimentos prévios e, por não estabelecerem relações de significado com eles, também não ficam registrados na estrutura cognitiva do aluno.

Visto a quantidade de informações e facilidades que as tecnologias oferecem na implementação das metodologias ativas de aprendizagem, o papel do professor como transmissor de informação não faz mais sentido. Freire (1970) afirma que o que impulsiona o educando no ensino é justamente a superação de desafios, a resolução de problemas e a oportunidade de construir novos conhecimentos.

### **1.1. O processo de aprendizagem na perspectiva de Jean Piaget**

Quando refletimos sobre métodos de ensino que valorizam a construção ativa do conhecimento pelo aluno quando não lhe é dado algo pronto, estamos fazendo referências também aos estudos de Jean William F. Piaget

(MUNARI, 2010). A colaboração do trabalho coletivo, as relações sociais e o “poder falar” na sala de aula, vem contrapondo metodologias tradicionais empregadas comumente. Ao pensar na teoria do desenvolvimento de Piaget (1976), estamos assumindo que nenhum conhecimento é absoluto, mas que qualquer conhecimento está sempre em modificação e em crescimento. Para os quatro estágios de desenvolvimento propostos por Piaget, o aprendizado ocorre a partir de um movimento constante de construir e reconstruir, também já descrito por ele, e da relação do sujeito com o objeto. Ao explicar o mecanismo de construção do conhecimento pelos indivíduos, Piaget propõe conceitos como assimilação, acomodação e equilíbrio (Piaget, 1976). Este último, é composto por inúmeros movimentos de equilíbrio — desequilíbrio — reequilíbrio. A Epistemologia Genética de Jean Piaget visa explicar de forma composta e integrada os dispositivos intelectuais do desenvolvimento cognitivo e para sua compreensão.

As perguntas norteadoras apresentadas nos vídeos têm a característica de provocar a construção cognitiva dos conceitos a partir da interação entre sujeito e objeto. O aluno possui conhecimentos prévios sobre o assunto, é a sua equilíbrio. Ao ser confrontado com a pergunta norteadora na videoaula, o processo sofre um desequilíbrio. Ao assistir toda a videoaula, realizar as atividades propostas (tanto na videoaula, quanto na aula presencial), o processo de aprendizagem é reequilibrado, ocorrendo a acomodação do novo conceito. Neste sentido, o que importa nesta teoria é compreendermos que tudo o que podemos aprender tem origem num conhecimento anterior.

## **1.2. Sala de Aula Invertida**

As metodologias ativas têm sido implementadas, geralmente, através de diversas estratégias como a aprendizagem baseada em projetos, aprendizagem por meio de jogos, o método de solução de casos e a aprendizagem em equipes ou grupos (MORÁN, 2015). Ressaltamos que o uso das tecnologias, que tanto tem alterado a dinâmica escolar, tem

ajudado na implementação das metodologias ativas de aprendizagem. O ensino híbrido tem sido definido como um programa de educação formal que mescla momentos em que o aluno estuda conteúdos usando recursos online e outros em que o ensino ocorre em sala de aula, envolvendo interação entre professor e alunos (STAKER; HORN, 2012). De acordo com o proposto por Morán (2015), nas metodologias ativas de aprendizagem o aprendizado se dá a partir de problemas e situações reais, o que torna o aluno um agente ativo do processo.

Precisamos compreender que um aluno (independentemente da idade) que está acostumado a consumir um alto volume de informações com a rapidez e a agilidade proporcionadas pelas diferentes mídias — o que não significa que ele tenha assimilado essa demanda —, encontra na escola tradicional, que é lenta na elaboração e utilização dos materiais didáticos, um problema. Outro problema é a não contextualização dos conteúdos, não construindo assim, algum tipo de significado para o aluno.

É contraditório pensar que alunos de uma geração multitarefas, consigam entrar numa sala de aula e sentar passivamente para receber informações do professor (o transmissor de conhecimentos), de forma unimídia (utilizando-se apenas de uma forma de ensino), com apenas um tipo de linguagem. Como reflexo disso, podemos encontrar relatos de indisciplina, falta de interesse pelos estudos e falta de motivação em aprender. Aprender de forma significativa requer uma predisposição em aprender, conforme nos diz Ausubel (FIASCA, 2018) mas, da mesma maneira, requer uma predisposição em fazer com que o aprendizado ocorra, por parte do professor. Ao adotar uma metodologia ativa de aprendizagem, o professor toma para si a responsabilidade de fazer com que o aluno se motive e construa seu próprio aprendizado.

A metodologia ativa escolhida como metodologia deste trabalho foi a Sala de Aula Invertida (Flipped Classroom) — SAI, desenvolvida por Jonathan Bergmann e Aaron Sams (BERGMANN e SAMS, 2012). De acordo com os autores, em seu livro *Sala de Aula Invertida: Uma Metodologia Ativa de Aprendizagem* (2012), o conceito que descreve a sala de aula

invertida é: o que tradicionalmente é feito em sala de aula, agora é executado em casa, e o que tradicionalmente é feito como trabalho de casa, agora é realizado em sala de aula. O método nasceu da necessidade de fazer com que os alunos traduzissem o conteúdo das aulas em conhecimentos úteis, que os permitissem concluir as tarefas, que poupasse o tempo dos professores ao atender os alunos faltosos (e conseqüentemente, das suas aulas regulares) e auxiliasse os alunos com maiores dificuldades de aprendizagem na revisão desses conteúdos.

Desta forma, a SAI, se enquadra num processo de ensino híbrido e vem como resposta a necessidade de um ensino personalizado nos dias atuais e que reforça a busca por um aprendizado efetivo. A SAI, apesar de ter sido divulgada como uma metodologia de aprendizagem que utiliza vídeos na transmissão dos conteúdos, não necessariamente precisa de vídeos para acontecer. Os alunos podem fazer a leitura de um capítulo do livro em casa, por exemplo, ou de outro material que possua a base teórica necessária para o aprendizado de determinado conteúdo. Aqui defenderemos os argumentos que tornam a SAI um método tão interessante para o aprendizado das novas gerações ao utilizarmos videoaulas.

Outro dado importante destacado por Bergmann e Sams é que os vídeos ou videoaulas utilizadas para a inversão da sala de aula não precisam ser criados pelo professor da turma, podem ser escolhidos vídeos que já estejam disponíveis na web. Contudo, se a ideia é a personalização do ensino e a mudança do papel do professor em sala de aula, propomos que cada professor crie suas videoaulas, verificando anteriormente o que os alunos já sabem e o que realmente precisam aprender. Neste trabalho, as videoaulas que propomos serviram de base para as aulas ministradas em sala de aula e funcionaram como uma tarefa para casa. Os alunos poderiam acessá-las em qualquer ambiente, porém foi combinado de que deveriam ser assistidas, obrigatoriamente, antes das aulas. Entretanto, caso ainda surgisse alguma dúvida posterior às aulas presenciais, os alunos

poderiam retomar o conteúdo estudado através das videoaulas e assim sanar alguma incerteza que permanecesse.

## 2. Métodos e Materiais

Este trabalho está alicerçado na pesquisa qualitativa que, de acordo com Godoy (1995), demonstra “um fenômeno que pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre”. Sob essa perspectiva, foi analisado o desenvolvimento da aplicação da metodologia SAI utilizando diário de bordo (caderno para registro das ações realizadas durante o desenvolvimento de um projeto, bem como das reações dos alunos em resposta a este projeto, seus comentários e outras reflexões) e questionários (prévios e finais) como ferramentas para registro dos dados posteriormente discutidos e analisados à luz da pesquisa qualitativa. Esta é uma pesquisa translacional (WEHLING, 2010 apud MALLET *et al.*, 2017) que se enquadra nos moldes de uma pesquisa qualitativa descritiva por descrever todo o processo e trazer relatos de experiência. Os vídeos deste trabalho, foram construídos dentro da lógica da SAI, observando-se três momentos: pergunta norteadora (ou questão inicial, a provocação), a explicação teórica do conteúdo e uma tarefa a ser realizada em casa, antes da aula, que chamamos de “tarefa do Vídeo”. As atividades de correção e discussão dessas tarefas tiveram um tempo reservado no planejamento. Os vídeos iniciaram com uma pergunta norteadora com o objetivo de aguçar a curiosidade e o interesse em assistir aos vídeos, bem como manter o foco durante o estudo em casa.

É importante que o aluno compreenda que grande parte do seu aprendizado agora está sob sua responsabilidade. Ao assistir às videoaulas em casa, realizar a atividade proposta e levar suas dúvidas para a sala de aula, o aluno assume seu papel no processo ensino-aprendizagem. Assim como também é importante que o professor se enquadre no processo como aquele que será o orientador. Esse dinamismo exige tempo, planejamento e vontade por parte do professor e do aluno, principalmente.

Os vídeos foram disponibilizados num canal do *Youtube*<sup>1</sup> que foi criado exatamente para a aplicação da metodologia. O canal foi nomeado “pra Reforçar” (Figura 1). A intenção é que o canal seja utilizado no auxílio aos professores das mais variadas disciplinas, mas principalmente em Física (Ciências). As videoaulas foram inicialmente disponibilizadas em caráter não listado, o que significa que somente as pessoas que tivessem o link dos vídeos poderiam acessá-los, o que nos permitiu um controle maior do acesso realizado pelos alunos.

Os links de cada vídeo foram enviados semanalmente para os pais via WhatsApp. Antes de cada aula, um link por vez. Também foram gravados DVDs com os vídeos, para que fosse garantido o acesso aos vídeos a todos alunos que não possuísem acesso a celulares. **Videoaula 1 — “atmosfera”** — Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=RLlzBbU-U0U>; **Videoaula 2 — “orientação durante o dia e Relógio de Sol”** — Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=5BYSO\\_TzwyY](https://www.youtube.com/watch?v=5BYSO_TzwyY); **Videoaula 3 — “orientação durante a noite e uso da bússola”** — Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=WdWWknULbJc>.

## 2.1. Roteiro das aulas

Para esta pesquisa, as atividades seguiram um roteiro pré-estabelecido, que se repetiu na apresentação de todos os conteúdos. Os questionários prévios (QP) e finais (QF) aplicados foram criados com o objetivo de avaliar os conhecimentos prévios dos alunos, bem como seu aprendizado, respectivamente. Os QPs e QFs sobre um mesmo conteúdo não foram iguais: aumentamos o número de questões nos questionários finais ou alteramos a ordem das mesmas, ao menos. As questões foram criadas pela autora deste trabalho e foram baseadas nos conteúdos a serem trabalhados. **1º encontro presencial** — Questionário prévio (QP) sobre o conteúdo a ser trabalhado (aproximadamente, 20 minutos); **Tarefa de Casa** — Vídeo para ser assistido em casa (média de 5 a 8 minutos)

---

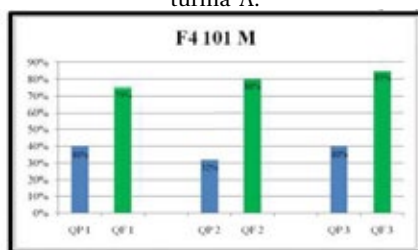
<sup>1</sup> Link para o Canal “Pra Reforçar” <https://www.youtube.com/channel/UCCBzji6gsPS5yXljmQvYA0Q>

e “tarefa do vídeo”; **2º encontro presencial** — Em grupos, atividades simultâneas (15 a 20 minutos cada atividade): Cada grupo de alunos recebeu uma tarefa das relacionadas a seguir e após o fim do tempo, as atividades dos grupos passavam de um para o outro; Atividade 1 — Leitura e Atividades no livro didático; Atividade 2 — Debate sobre o conteúdo dos vídeos, em sala, levantamento das dúvidas e correção das tarefas de casa; Atividade 3 — Experimento em aula; Atividade 4 — Estudo dirigido (sistematização); **3º encontro presencial** — Questionário final (QF) sobre o conteúdo já trabalhado (20 minutos);

### 3. Resultados e Discussões

Através dos resultados, buscamos responder à questão: A SAI revelou-se um processo eficaz no Ensino de Física nos anos iniciais? Neste tópico, iremos detalhar os resultados com base nos Questionários Prévios (QP) e Questionários Finais (QF) respondidos pelas turmas. Na figura 3.1, podemos analisar os resultados da turma A no qual encontramos uma média de 37% de acertos nos Questionários Prévios e de 80 % de acertos nos Questionários Finais, um aumento significativo de 116% de acertos entre os resultados dos questionários.

Figura 3.1: Percentual de acertos dos Questionários Prévios (QP) e Finais (QF) da turma A.



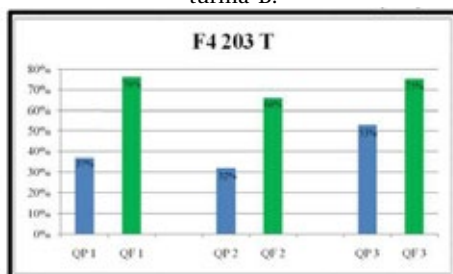
Fonte: Autoria própria (2021).

Na figura 3.2, referente aos resultados da turma B, encontramos uma média de 40% de acertos nos Questionários Prévios (QP) e de 72% de



acertos nos questionários finais. Um aumento de 80% de acertos entre os resultados dos questionários.

Figura 3.2: Percentual de acertos dos Questionários Prévios (QP) e Finais (QF) da turma B.



Fonte: Autoria própria (2021).

Conforme resultados demonstrados, conseguimos conferir a eficiência esperada na aplicação da metodologia SAI nas turmas relacionadas. Mediante o avanço representativo das turmas em relação aos Questionários Prévios, podemos concluir que a SAI foi um método eficaz no Ensino de Física para estas turmas de 4º ano do Ensino Fundamental. Outro fator observado é que a aula foi voltada para os alunos e suas dúvidas e não para os saberes do professor — o protagonismo se inverteu. Os estudantes demonstraram compromisso ao assistir aos vídeos e fazer perguntas pertinentes aos assuntos trabalhados. O professor estava presente apenas para prover um feedback especializado e orientar os alunos durante as atividades experimentais e de sistematização. Os alunos foram motivados a aprender, ao invés de apenas memorizar os conteúdos, bem como recorrer ao professor em caso de dúvida ou quando precisavam de ajuda para compreender os conceitos.

O fator tempo demonstrou-se essencial na organização da aula. Mesmo com a sequência didática pré-estabelecida e o material organizado, a primeira aula (para as duas turmas) demorou em torno de três horas. Já na terceira e última aula, o tempo investido foi a metade! Sobre este aspecto, foi possível verificar que a adaptação a metodologia foi um

processo. Não aconteceu de um momento para o outro. Ao longo do processo, os alunos e os pais foram se acostumando com a proposta e com isso, o desenvolvimento das aulas fluiu melhor e mais rápido também. Além disso, conhecer o que os alunos já sabem sobre um conteúdo (através dos questionários prévios) foi um importante aspecto para avançar no aprendizado (PIAGET, 1976), pois assim conseguimos focar nos principais erros e sanar as dúvidas durante as explicações dos experimentos e aproveitar melhor o tempo em sala de aula.

### **3.1. Comentários dos estudantes**

No último questionário que os alunos responderam, havia um espaço para que escrevessem um pequeno texto respondendo às seguintes perguntas: Você gostou das nossas aulas de Ciências? O que você considerou mais importante? O que mais chamou a sua atenção? Assistir aos vídeos foi uma forma interessante de aprender? Dentre todas as respostas, verificamos que o conteúdo mais citado como o que chamou mais a atenção dos estudantes foi o referente a aula 3, Orientação durante a noite e uso da Bússola. Durante os textos, verificamos também que, aproximadamente, 50% dos alunos mencionaram que consideraram as videoaulas uma forma interessante de aprender; os outros 50% não mencionaram esse tópico nas respostas.

## **4. Considerações finais**

A implementação da metodologia da Sala de Aula Invertida demonstrou ser uma proposta inovadora no Ensino de Física sobretudo nos anos iniciais do ensino fundamental, visto que é nesta fase que a curiosidade e o interesse pela ciência se revelam de forma mais intensa. Assim como os autores da metodologia, verificamos que o método também funciona muito bem com crianças (BERGMANN; SAMS, 2012). Através da metodologia SAI, conseguimos aproveitar melhor o tempo das aulas e investir nos processos de construção do conhecimento pelo aluno,

extinguindo o argumento de falta de tempo em sala de aula para os experimentos e atividades práticas tão importantes para o aprendizado significativo nesta fase escolar (PIAGET, 1976). O tempo que era investido excessivamente na teoria pode ser aproveitado de uma melhor forma pelo professor.

Além disso, atestamos com este trabalho, que seu produto final, com o Canal “pra Reforçar” no site Youtube contendo as videoaulas poderá ser utilizado para a melhoria do Ensino de Física por todos que desejarem. A proposta de utilização de vídeos nessa metodologia aproximou os alunos dos conteúdos de Física e do uso das tecnologias de forma consciente e útil, numa linguagem simples que instigou ainda mais a curiosidade e alcançou o interesse cada vez maior das crianças (e até mesmo dos seus pais). A utilização desta metodologia auxiliou também no desenvolvimento do aprendizado dos alunos sob as perspectivas de Jean Piaget: construir o aprendizado com autonomia, segurança e senso crítico baseado em conhecimentos prévios. O constante movimento de construir e reconstruir, também descrito por Piaget, esteve presente nas etapas das sequências didáticas. Partindo do que o aluno já sabia para aprimoração desses conhecimentos ou para sua reconstrução, concluímos que o conhecimento não é absoluto, ou seja, está sempre em modificação e em crescimento. Realizar experimentos simples, de baixo custo, e relacionar os conceitos físicos estudados ao dia a dia foram essenciais para facilitar o aprendizado, pois na fase de desenvolvimento em que nossos alunos se encontravam, esses fatores foram importantes para a sistematização dos conceitos.

Em 2020, vivemos um momento atípico na Educação. A pandemia do COVID-19 afastou professores e alunos das salas de aula desde o dia 13 de março. Uma pneumonia de causas desconhecidas detectada em Wuhan, China, foi reportada pela primeira vez pelo escritório da Organização Mundial de Saúde (OMS) em 31 de dezembro de 2019. O surto foi declarado como Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional em 30 de janeiro de 2020. A OMS declarou, em 11 de

março de 2020, que a disseminação comunitária da COVID-19 em todos os continentes a caracterizando-a como pandemia. Para contê-la, a OMS recomendou três ações básicas: isolamento e tratamento dos casos identificados, testes massivos e distanciamento social.

Seguindo essas orientações, após estudos realizados pelo Conselho Nacional de Educação, o mesmo publicou, na tarde do dia 30/04/2020, o Parecer nº 05/2020, que dispõe sobre a reorganização do calendário escolar e sobre a possibilidade de cômputo de atividades pedagógicas não presenciais para fins de cumprimento da carga horária mínima anual, em razão da pandemia da Covid-19. Dentre as orientações voltadas para o Ensino Fundamental (Anos Iniciais), constam aulas gravadas para televisão organizadas pela escola ou rede de ensino de acordo com o planejamento de aulas e conteúdos, ou via plataformas digitais de organização de conteúdo (...) (pág. 11). Ao ler este documento, ficamos felizes em poder contribuir com este momento tão atípico da Educação Mundial. Este parecer veio formalizar e concretizar tudo o que pensamos e fizemos neste trabalho. Comprovando a necessidade imediata da implementação da tecnologia na sala de aula e de metodologias ativas de aprendizagem como a Sala de Aula Invertida que, principalmente num contexto de pandemia, torna-se uma importante ferramenta na constituição do ensino a distância. Embora o produto educacional tenha sido planejado e aplicado em contexto anterior ao atual, de pandemia, adicionamos sugestões de adaptação das atividades presenciais para o ensino remoto. As adaptações estão disponíveis no produto educacional.

É interessante destacar que, ao iniciarmos o projeto, nossa expectativa era que 100% dos alunos fossem alcançados com os vídeos e que os resultados fossem também de 100% de acertos nos Questionários Finais (ou muito próximo disso), porém a realidade demonstrou-se diferente por diversos fatores: nem todos os alunos possuem acesso fácil a internet (nos relatos anteriores à aplicação das aulas sob a metodologia SAI, os alunos relataram que teriam acesso à smartphones ou computadores com internet, porém, no decorrer da pesquisa, alguns alunos tiveram problema

com esse tipo de acesso), nem todos os pais estavam presentes na linha de transmissão do WhatsApp, nem todos os alunos estavam 100% disponíveis para aprender desta forma — alguns possuem tarefas domésticas bem definidas e pouco ou nenhum tempo para o estudo em casa. Entretanto, alcançamos 100% dos alunos diversificando o material! Ou seja, Vídeos, DVDs ou roteiros dos vídeos todos tiveram acesso.

## **Agradecimentos**

A autora Thais Portes agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa recebida durante o mestrado.

## **Referências**

BACICH, L.; MORAN, J. (Orgs.). **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora**. Penso Editora, Porto Alegre, 2018.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de Aula Invertida: Uma Metodologia Ativa de Aprendizagem**. Editora LTC, Rio de Janeiro, 2018.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica, Questões e Desafios para a Educação**. 5 ed. Ijué: Ed. Unijuí. 2011.

CNE. Conselho Nacional de Educação. **Reorganização do Calendário Escolar e da possibilidade de cômputo de atividades não presenciais para fins de cumprimento da carga horária mínima anual, em razão da Pandemia da COVID-19. Parecer nº 05/2020**. 28 de abr. de 2020. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=145011-pcp005-20&category\\_slug=marco-2020-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=145011-pcp005-20&category_slug=marco-2020-pdf&Itemid=30192)

FIASCA, Angelo Bruno de Andrade; BELMONTE, Valéria Nunes; TAVARES, Bernardo Mattos. **Aplicando Metodologias Ativas e Explorando**

**Tecnologias Móveis em Aulas de Relatividade Restrita no Ensino Médio.** Dissertação de Mestrado (MNPEF). UFRJ, 2018.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia.** Editora Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1996.

GODOY, Arilda Schmidt. **Pesquisa Qualitativa: tipos fundamentais.** Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v. 35, n.3, p. 20-29. Mai./Jun.1995.

MALLET, Lethícia; LIPPI, Maria Clara? SILVA, Guido Vaz? NAVARRO, Leonardo L. L.? PROENÇA, Adriano. **Pesquisa Translacional como abordagem para acelerar a inovação tecnológica em saúde.** Revista ESPACIOS Vol. 38 (Nº 14), 2017. Pág. 25. ISSN 0798 1015. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n14/a17v38n14p25.pdf>

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretaria de Educação Especial. **A inclusão escolar de alunos com necessidades educacionais especiais.** Brasília — DF 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/deffisica.pdf>

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **BNCC — Base Nacional Comum Curricular. Ministério da Educação.** Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf)

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Fundamentação Filosófica da Educação Inclusiva.** Brasília, 2004. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/fundamentacaofilosofica.pdf>.

MORÁN, J. **Mudando a educação com metodologias ativas.** Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens, v. 2, p. 15-33, 2015.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa**. Brasília, 1999: Editora da UnB.

MOREIRA, M. A., MASINI, E. A. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo, 1982.

UNDIME. União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação. **CNE divulga parecer com orientações sobre a reorganização do calendário escolar e atividades pedagógicas não presenciais em razão da pandemia da Covid-19**. 30 de abr. de 2020. Disponível em: <https://undime.org.br/noticia/30-04-2020-19-39-cne-divulga-parecer-com-orientacoes-sobre-a-reorganizacao-do-calendario-escolar-e-atividades-pedagogicas-nao-presenciais-em-razao-da-pandemia-da-covid-19>,





**FÍSICA, ASTRONOMIA E A BNCC**  
*PHYSICS, ASTRONOMY AND THE CNCB*

*Demison Correia Motta<sup>1</sup>, Nathalia Mariz do Amaral<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Departamento de Física (DFIS), Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), demison.motta@unirio.br.

<sup>2</sup> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (egressa) — MNPEF  
mariz.nathalia@gmail.com.

## **Introdução**

O ensino de Ciências tende a sofrer profundas reformulações em virtude da entrada em vigor da BNCC. No EF, a tarefa de apresentar os conceitos iniciais de Física aos estudantes é delegada aos licenciados em Ciências Biológicas e afins. Porém, diversos estudos levam a uma conclusão quase hegemônica: a formação acadêmica inicial desses professores deixa a desejar em relação à conceituação física que seria necessária para um exercício profissional exitoso (MOREIRA *et al.*, 2018; SILVA; LOPES, 2020).

Esse quadro parece incompatível com algumas das exigências presentes na BNCC. Afinal, seu texto estabelece que a unidade temática Terra e Universo deve permear todo o EF e tem como objetos de estudo, entre outros, a “vida humana fora da Terra” e “evolução estelar”.

No primeiro deles, o caráter interdisciplinar deve necessariamente ser evocado, uma vez que esse tema envolve um ramo específico da Astrobiologia. Em geral, as possibilidades de vida estão atreladas às

viagens espaciais de longa duração em ambientes de microgravidade. Desse modo, efeitos fisiológicos associados à microgravidade são relevantes: atrofia muscular e redução da fixação de cálcio nos ossos, entre outros efeitos indesejáveis. A exposição à radiação também pode ser prejudicial, assim como distúrbios oftalmológicos provenientes do acúmulo de fluidos nas regiões superiores do corpo (CLEMENT, 2011; ALECI, 2020). Todas, questões complexas que envolvem Biologia, Fisiologia, Química e Física, exibindo, portanto, caráter multidisciplinar.

Em relação à Evolução Estelar, a fusão nuclear e a nucleossíntese de elementos leves são cruciais, bem como é imperioso compreender o comportamento das estrelas quando se encontram na sequência principal que é regida pelo equilíbrio hidrostático, conforme a equação

$$\nabla_r P(r) = \frac{Gm(r)\rho}{r^2}, \quad (1)$$

onde  $\rho$  é a densidade,  $m(r)$  é a massa contida no raio  $r$  e  $\nabla_r$  é o gradiente de pressão na direção radial que atua sobre a função pressão  $P(r)$ . Note-se que a Eq. (1) é válida apenas para simetria esférica, entre outras simplificações.

Diante desses desafios, dois aspectos devem ser considerados: a compreensão do papel desempenhado pelas ações interdisciplinares na formação inicial dos professores; a interpretação dos textos oficiais e sua implementação no âmbito escolar. Então, a reflexão aqui apresentada terá como foco a seguinte questão: A formação inicial dos futuros professores de Ciências é eficaz no sentido de prepará-los para a futura prática pedagógica diante dos temas propostos na BNCC?

Na estratégia adotada, os participantes são alunos de cursos de Licenciatura e Bacharelado em Ciências da Vida. A coleta de dados se deu a partir de respostas a um formulário e entrevistas complementares foram realizadas. Os dados refletiram a capacidade dos alunos em responder corretamente às perguntas e permitiu identificar eventuais fragilidades em sua formação inicial.

## 1. Fundamentação Teórica

O discurso oficial é marcado pelo estímulo à prática de ações interdisciplinares no ambiente escolar. Atualmente, soma-se a ele a BNCC em fase recente de implantação. Mas apesar de alguns desses documentos terem sido elaborados há mais de 20 anos, verifica-se que as disciplinas permanecem sendo ministradas de forma segmentada nas escolas e universidades.

Em 2003, Pietrocola, Filho e Pinheiro (2003, pág. 136) já sugerem que: “os professores deveriam, então, ser capazes de implementar atividades de cunho interdisciplinares. Mas isto pressupõe espaço no currículo das licenciaturas para discutir, preparar, aplicar e avaliar tais atividades.” De fato, a formação acadêmica inicial dos futuros professores é marcadamente disciplinar. Com isso, não é incomum que esses professores, em seu exercício profissional, reproduzam a forma como os conteúdos lhes foram apresentados durante sua formação. Mas quando a BNCC estabelece que na unidade temática “terra e Universo” se explore a possibilidade de vida humana fora da Terra, elementos interdisciplinares emergem de forma natural. Inclusive, esse aspecto interdisciplinar é explicitado no próprio texto ao se propor que seja estudada a “viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares” (BNCC, 2018). Há, portanto, a exigência de que sejam construídas pontes entre diferentes áreas pela superposição de conceitos provenientes delas.

Na mesma unidade temática, é proposto o estudo do “ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta” (BNCC, 2018). Neste caso, as possibilidades são multifacetadas, pois os documentos oficiais são interpretados por profissionais da educação em diferentes contextos. A multiplicidade de interpretações impulsiona processos de coautoria conforme a perspectiva

de Bakhtin. Portanto, polissemia e polifonia são elementos sempre presentes na interpretação. Afinal, “as pessoas não trocam orações, assim como não trocam palavras (...), trocam enunciados” (BAKHTIN, 1992, pág. 298). Logo, aquele que não experimenta certas esferas da atividade humana pode ter dificuldades de dominar um sólido repertório de ações, pois a aprendizagem se dá a partir de diálogos com novos enunciados.

Em suma, a concepção dialógica entre textos oficiais e professores é o ponto central daquilo que se quer implementar, de modo que os processos de ensino-aprendizagem assumem caráter polifônico, composto por vozes que afloram em função do contexto sócio-histórico daquele que lê.

Sendo assim, nesse momento é necessário destacar que o trabalho de pesquisa aqui em voga, sugere um retrato, geográfica e socialmente demarcado, relacionado à realidade específica de uma universidade federal do sudeste do país.

Há, ainda, alguma polissemia em relação ao estudo da Evolução Estelar, uma vez que pode ser estudada apenas em termos físicos, mas que também permite a abordar mudanças climáticas, efeitos biológicos provenientes da radiação, ou mesmo a persistência da vida humana na Terra.

## **2. Métodos e Materiais**

Nessa pesquisa, o grupo de participantes foi formado por estudantes do Ensino Superior da área das Ciências da Vida. Esta escolha se justifica porque os licenciados dessa área são aqueles que ministram Ciências no EF e, segundo a legislação, devem “atuar multi e interdisciplinarmente, interagindo com diferentes especialidades e diversos profissionais, de modo a estar preparado a contínua mudança do mundo produtivo” (BRASIL, 2001).

Participaram 26 alunos, distribuídos em 3 turmas das disciplinas: Física para o Ensino de Ciências (obrigatória para licenciatura) e Introdução à Cosmologia (disciplina optativa). Do total de participantes,

21 são de cursos de licenciatura e os demais cursam bacharelados. Estes foram incluídos, uma vez que não é raro que complementem sua formação acadêmica em licenciatura.

No laboratório de informática todos foram informados a respeito da atividade: preenchimento de um formulário com 12 perguntas que tratavam de temas inseridos na Unidade Temática “terra e Universo” da BNCC. Após os esclarecimentos, eles acessaram o link do formulário para envio ao final da atividade. Foi recomendado que não deveriam consultar sites de busca — solicitação que foi plenamente atendida, conforme verificado pelos professores presentes.

Os participantes informaram: curso de graduação, período acadêmico e um código de identificação. As perguntas englobavam, predominantemente, questões sobre: “vida humana fora da Terra” e “evolução estelar”. Algumas questões eram abertas e outras de múltipla escolha.

Após uma análise preliminar dos dados, os participantes foram entrevistados no sentido de esclarecer pontos que nos chamaram atenção e que serão mencionados em seguida.

### **3. Resultados e Discussões**

A análise dos dados apresentados se deu pela comparação das respostas dos participantes em relação às respostas esperadas, sendo que, inicialmente, as perguntas abertas lidavam com as possibilidades de se encontrar ambientes favoráveis aos seres humanos dentro dos limites do Sistema Solar. Também se investigava quais fatores poderiam dificultar a busca por locais ambientalmente amigáveis. Como esperado, os alunos participantes destacaram que composição da atmosfera, existência de água e temperatura seriam relevantes.

Em outra questão aberta, os alunos foram orientados a indicar quais seriam os efeitos fisiológicos provenientes da longa exposição a situações de microgravidade.

As respostas evidenciaram que mais de 50% dos alunos discorreu corretamente a respeito dos efeitos fisiológicos da microgravidade compatíveis com a literatura (CLEMENT, 2011). Foram apontados: problemas circulatórios, atrofia muscular e perda de massa óssea. Porém, nenhum dos participantes apontou os distúrbios oftalmológicos como sendo uma resposta fisiológica em virtude do acúmulo de fluidos nas regiões superiores do corpo.

Esse bom resultado não é exatamente uma surpresa, pois esses estudantes têm significativa carga horária de disciplinas das ciências da vida. Por outro lado, a realidade na futura prática profissional se distancia desse cenário favorável. Afinal, estudantes do EF, cuja faixa etária é de 11 a 14 anos, não se encontram preparados para compreender conceitos de Biofísica, Fisiologia e outros mais complexos — necessários para se argumentar com profundidade a respeito do tema. Até mesmo a influência da microgravidade sobre as articulações — interferindo na altura dos indivíduos — pode ser de difícil compreensão neste nível de ensino. Com isso, ainda que o professor tenha sólida formação acadêmica, pode ser uma árdua tarefa discutir no EF a possibilidade de vida humana fora do nosso planeta.

Nessa linha, cabe destacar um problema relacionado ao texto registrado na BNCC. Há a proposta de “selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra (...) em viagens interplanetárias e interestelares” (BNCC, 2018). Ora, em que medida a discussão sobre viagens interestelares se insere numa perspectiva científica? Afinal, a estrela mais próxima do Sol se encontra a cerca de 4 anos-luz de distância e como os objetos mais rápidos produzidos pela humanidade não chegam a alcançar 1 milhão de km/h, uma viagem até essa estrela levaria milhões de anos. Logo, a proposta expressa na BNCC a respeito de viagens interestelares, se aproxima da ficção científica e não da ciência real.

Também foi perguntado aos estudantes quais processos físicos estão envolvidos na formação estelar. Esperava-se que eles mencionassem

a fusão nuclear, mas esta expectativa não se cumpriu. Apenas um dos participantes fez esse registro. No entanto, quando indagados em outra questão sobre qual processo físico seria responsável pela energia proveniente do Sol, cerca de 40% dos estudantes citaram a fusão nuclear. Não pode ser descartado que eles entendam que o Sol realiza fusão nuclear, mas que esse entendimento não é estendido para outras estrelas. Essa possibilidade será examinada posteriormente.

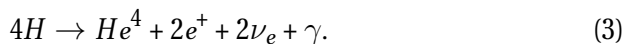
Em contrapartida, a mera associação entre formação estelar e fusão nuclear não é, em si, elucidadora. Aqui, recorremos a uma entrevista de Feynman realizada em 1981. Ele diz: “você pode saber o nome de um pássaro em várias línguas, mas, ainda assim, não saber nada sobre ele.” Contextualizando, poderíamos afirmar que compreender os princípios físicos que envolvem processos de fusão nuclear é que, de fato, se faz necessário aos futuros professores de Ciências.

Nesse sentido, os processos de fusão nuclear que ocorrem no interior das estrelas foram desvelados por Bethe, em 1939. Para que ocorra a fusão, é necessário que seja vencida a barreira coulombiana que pode ser expressa pelo potencial

$$V = K \frac{Z_1 Z_2}{R} e^2, \quad (2)$$

onde  $Z_1$  e  $Z_2$  são os números atômicos dos componentes da reação nuclear e  $R$  é a distância de separação entre eles.

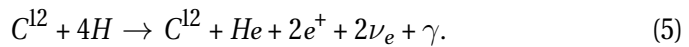
De acordo com os atuais dados observacionais, a temperatura no interior do Sol é da ordem de  $15 \cdot 10^6 K$  e nessa temperatura, o ciclo próton-próton é dominante (BETHE, 1939). Esse ciclo se caracteriza pela ocorrência da seguinte reação



Uma vez que a massa final da reação é menor do que a massa inicial, fica caracterizada a transformação dessa diferença de massa em energia que pode ser calculada pela equação

$$E = \Delta mc^2. \quad (4)$$

Diante do exposto, é possível concluir que esses processos de transformação devem ser estudados com maior profundidade em cursos de licenciatura, pois envolvem conceitos distantes da física clássica. Inclusive, cabe ressaltar que outras reações nucleares também são viáveis no interior de estrelas, conforme a temperatura do seu núcleo. Para estrelas cujo núcleo tenha temperaturas da ordem de  $20 \cdot 10^6 K$  o ciclo do carbono predomina:



Tal informação pode permitir que os futuros professores sejam capazes de inferir que os processos de fusão nuclear ocorrem em todas as estrelas ativas.

Mas a evolução estelar vai além da sequência principal, pois, conforme sua massa, a estrela pode evoluir de diferentes formas. Logo, nos parece que o texto oficial ao propor “analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta” extrapola o conhecimento adquirido pelos futuros professores em sua graduação. Além disso, parece usar termo impróprio ao se referir às dimensões das estrelas e não às suas massas. Enfim, considerando a abordagem desse tema no EF, pode ser utópico considerar que esses estudantes tenham a maturidade conceitual necessária para se apropriarem desses princípios.

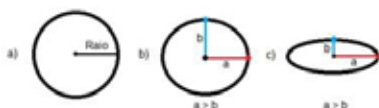
Há, ainda, menção à “morte” do Sol. Este passará pela fase de gigante vermelha até apresentar apenas atividade residual ao alcançar o estágio de anã branca daqui a 4,5 bilhões de anos, quando terá uma densidade de cerca de 2 bilhões de  $kg/m^3$ . Cabe então perguntar: Qual o significado que essa fase final da vida do Sol pode representar para estudantes de nível fundamental? Nesse caso, novos esforços de pesquisa devem ser adotados junto a esses alunos.

Durante a realização da pesquisa, um achado foi identificado e ainda que não faça diretamente parte do escopo dessa reflexão, nos parece recomendável apresentá-lo.



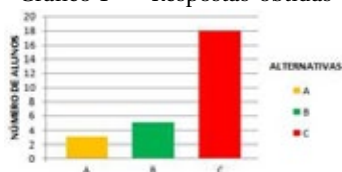
Numa das questões objetivas, foi solicitado que os estudantes escolhessem a alternativa que melhor representava as órbitas planetárias ao redor do Sol, de acordo com as leis de Kepler. Abaixo estão apresentadas as alternativas da questão (Figura 1) e as respostas (Gráfico 1):

Figura 1 — Alternativas das órbitas planetárias



Fonte: elaboração própria (2022).

Gráfico 1 — Respostas obtidas



Fonte: elaboração própria (2022).

Segundo as leis de Kepler, os planetas orbitam o Sol cumprindo trajetórias elípticas de baixa excentricidade nas quais o Sol ocupa um dos focos. A questão apresentava três alternativas, conforme a Figura 1. A primeira delas representa um círculo, enquanto que as alternativas (b) e (c) apresentavam elipses de baixa e alta excentricidade.

Apenas 19,2% dos alunos acertaram a questão, enquanto que 69,2% optaram pela alternativa (c). Ao serem questionados a respeito do que os levou a essa escolha, cerca de 80% afirmaram que fizeram associação com as ilustrações dos seus livros didáticos no Ensino Básico.

#### 4. Considerações Finais

Essa investigação teve por objetivo avaliar alguns aspectos a respeito da formação inicial dos futuros professores de Ciências, em relação aos objetos de estudo da unidade temática Terra e Universo estabelecidos na BNCC: Vida humana fora da Terra e Evolução estelar. Esse trabalho buscou fornecer subsídios para o desenvolvimento de reflexões a respeito da viabilidade de se discutir tais objetos no EF. Ficou claro, ainda que preliminarmente, que há fortes indícios de que os licenciandos das áreas de Ciências da Vida tendem a enfrentar muitas dificuldades em sua futura

prática profissional. Essas dificuldades, possivelmente estão relacionadas à baixa carga horária de Física e Astronomia em sua formação acadêmica inicial e conseqüentemente pela pouca profundidade como os conceitos e princípios físicos atrelados a essa temática são estudados durante essa formação. Porém, pelo caráter exploratório dessa investigação, há lacunas que precisam ser preenchidas em etapas posteriores. É necessário, por exemplo, ampliar o número de licenciandos participantes e investigar como a vida humana fora da Terra e a evolução estelar estão sendo tratadas na prática no âmbito escolar e como os professores interpretam o discurso oficial diante do seu contexto histórico-social.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Natally Valle e ao Professor Jaime Fernando Villas da Rocha pela colaboração durante algumas etapas dessa pesquisa.

## Referências

ALECI, C. From international ophthalmology to space ophthalmology: the threats to vision on the way to Moon and Mars colonization. **Int Ophthalmol.** 40(3):775-86, 2020.

BETHE, H. A. Energy Production in Stars, **Phys. Rev.** 55, 434, 1939.

PIETROCOLA, M.; FILHO, J. P. A.; PINHEIRO, T. F.; Prática Interdisciplinar na Formação Disciplinar de Professores de Ciências. **Inv. em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 2, p. 131-152, 2003.

SILVA, A. L. S.; LOPES, S. G. Licenciatura em ciências biológicas e formação de professores para o ensino de física no ensino fundamental, **Rev. bras. Ens. Ci. Tec.**, v. 13, n. 3, p. 109-125, 2020.

BAKHTIN, M. Os gêneros do discurso. In: BAKHTIN, M. **Estética da criação verbal** (p. 277–326). São Paulo, SP/Brasil: Martins Fontes, 1992.

CLEMENT, G. **Fundamentals of Space Medicine**, Ed Springer, 2nd ed., 2011.

MOREIRA, C. H.; ROCHA, G. B.; TENÓRIO, A. C.; SILVA, R. M.; ROCHA, I. C. P. A Biofísica na formação do biólogo e a opinião dos docentes formadores da área. In: **Anais do 16º Congresso Internacional de Tecnologia na Educação**, Recife, Pernambuco, 2018.

BRASIL. <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1301.pdf>, 2001.

BNCC. **Base Nacional Comum Curricular**, 2018.



**ENSINAGEM DOS FENÔMENOS DE ABSORÇÃO E EMISSÃO DE  
ENERGIA VIA OBJETOS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM E  
METODOLOGIAS ATIVAS**  
*TEACHING OF ENERGY ABSORPTION AND EMISSION PHENOMENA VIA  
DIGITAL LEARNING OBJECTS AND ACTIVE METHODOLOGIES*

*Luciana Da Cruz Barros<sup>1</sup>, Mateus Gomes Lima<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física [lucianauepa2010@gmail.com](mailto:lucianauepa2010@gmail.com).

<sup>2</sup> Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará — UNIFESSPA/Faculdade de Física,  
[mateus.lima@unifesspa.edu.br](mailto:mateus.lima@unifesspa.edu.br).

## **Introdução**

A ciência Física vem contribuindo significativamente no que diz respeito à construção do conhecimento científico e nos avanços tecnológicos na sociedade atual. Dessa forma, torna-se indispensável a inserção de temáticas ligadas ao conhecimento científico e tecnológicos no ambiente educacional, de modo que os estudantes necessitam compreender que não vivem de maneira isolada, ou seja, os estudantes devem construir os processos de ensino e aprendizado, não apenas com relação aos conceitos das temáticas trabalhadas em sala de aula, mas também eles devem compreender sobre esses conceitos e, assim relacioná-los aos conjuntos de saberes que são adquiridos através das experiências vivenciadas no seu cotidiano.

Assim, uma das áreas da Física, a Física Moderna e Contemporânea (FMC) que é bastante relevante e permite uma compreensão mais fidedigna, dos princípios científicos associados a diversas tecnologias que permeiam o cotidiano da sociedade moderna. Porém, poucos usuários dessas tecnologias modernas compreendem o papel significativo da FMC no desenvolvimento das mesmas. Isso ocorre, entre outros fatores, pelo fato de a FMC ainda permanecer restrita aos círculos acadêmicos de nível superior (GRECA; MOREIRA; HERCOVITZ, 2001).

Nesse seguimento, a presença das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) tornou-se, progressivamente, mais perceptível nas diferentes áreas do contexto humano e apresenta potencialidades para promover mudanças nas relações do cotidiano, inclusive, nos processos de ensino e aprendizagem de Física (OLIVEIRA, 2015), chamados pelo professor Nelson Studart (2019) de “ensinagem de Física”, visto que são processos que não devem ser dissociados.

A utilização das TDIC tem potencial para promover um ensino mais abrangente e eficiente, resolvendo alguns problemas do ensino tradicional, sobretudo no ensino de física, como a pouca atratividade das atividades tradicionais (COSTA, 2017). A proposição de atividades motivadoras, por meio das TDIC, passa pela implementação dos Objetos Digitais de Aprendizagem (ODA), que são recursos digitais que auxiliam a prática pedagógica, dentro e fora da sala de aula, como: sites educativos, hipertextos, áudios, vídeos, infográficos, mapas conceituais e/ou mentais, jogos digitais, animações e simulações computacionais, entre outros (WILEY, 2000; ALMEIDA e MORAN, 2005).

Um caminho possível para estabelecer uma ligação, entre a FMC ensinada no nível superior e aquela da educação básica está na inserção de estratégias pedagógicas-metodológicas que sejam pautadas nas teorias de educação e aprendizagem significativa críticas (FIOLHAIS e TRINDADE, 2003; FERREIRA e OLAVO, 2018). Entre as estratégias que alcançam os melhores resultados na ensinagem, de forma geral, se destacam aquelas que fazem uso das MA que são estratégias centradas na participação ativa

dos estudantes na construção do processo de ensinagem, por meio de atividades e/ou discussões que apresentam um caráter flexível, estejam interligadas e, geralmente, envolvam trabalho em grupo (FREEMAN *et al.*, 2014).

Nesta perspectiva, a utilização desses recursos tecnológicos, propiciam um ensino com mais dinamismo, principalmente quando se trata do ODA simulações computacionais, sobretudo no ensino de física. Neste seguimento, Rosa, Treitin e Biazus (2017) afirmam que:

Por simuladores computacionais entendem-se os que envolvem a criação de ambientes que simulam situações reais, possibilitando explorar as que, por vezes, são difíceis de serem visualizadas ou vivenciadas em sala de aula (ou laboratório) (ROSA; TREINTIN; BIAZUS 2017, p. 30).

Mediante a isso, neste trabalho buscou-se abordar um tópico de FMC para a atualização do currículo do estudante de educação básica inserindo as temáticas de absorção, emissão espontânea e estimulada de energia em um sistema de dois níveis de energia junto a uma simulação computacional, por meio da adaptação da metodologia ativa ensino híbrido sala de aula invertida com os três momentos pedagógicos de Delizoicov, com uma turma de 9º ano de 26 estudantes do ensino fundamental, durante o período da pandemia da Covid19, em uma escola pública no interior do Pará. Metodologia pautada no processo ativo dos estudantes, onde eles passam a ser ativos na construção do processo de aprendizagem dos conceitos estudados, tanto no ambiente sala de aula como fora da sala de aula, dividida em três momentos pedagógicos (STUDART, 2019; BACICH; MORAN, 2018).

## **1. Fundamentação Teórica**

A construção do processo de ensino e aprendizagem pauta-se em uma busca de práticas pedagógicas-metodológicas que visem tanto um engajamento ativo dos estudantes quanto uma aprendizagem dos conceitos com mais significados.

Nesta direção a Base Nacional Comum Curricular (2018) reforçar por meio das competências e habilidades, que tais ações citadas anteriormente devem ser incorporadas no currículo dos estudantes da educação básica. Entre as competências destaca-se a de número 3:

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BNCC, 2018. p. 554).

Assim, desse modo, uma outra questão a ser levantada quando se trata da disciplina Física, que gera bastante debate é a não inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no currículo dos alunos da educação básica, na maioria das escolas brasileira, tendo em vista que eles estão habituados com muitos recursos tecnológicos ligados, principalmente no que tange os conceitos da (FMC) nos seus cotidianos, ou seja, fora do ambiente escolar. O que não faz sentido é que os estudantes dentro do ambiente escolar tenham que estudar apenas os conceitos ligados a Física Clássica (MOREIRA, 2015).

Nesse segmento, autores vêm destacando a importância das Teorias de Aprendizagem junto às Metodologias Ativas para a construção dos processos de ensino e aprendizagem. Assim, ressalta-se que dentro da aprendizagem significativa, pode-se destacar que processos são consideráveis bem relevantes quando se leva em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes, adquiridos a partir de experiências que ele vivenciou em suas vidas, tanto no ambiente escolar, quanto no ambiente fora da sala de aula. Deve-se considerar que o professor utilize os organizadores prévios para promover a aprendizagem dentro do ambiente sala de aula para a consolidação dos assuntos trabalhados. Desta forma deve-se levar em consideração os conhecimentos que os estudantes trazem de suas vivências (Moreira,1999).



O autor acrescenta questões bem relevantes no que diz respeito aos organizadores prévios e classifica eles da seguinte forma:

- 1 — identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material;
- 2 — dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes;
- 3 — prover elementos organizacionais inclusivos que levem em consideração, mais eficientemente, e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material, ou seja, prover um contexto ideacional que possa ser usado para assimilar significativamente novos conhecimentos (MOREIRA, 1999, p. 3).

Em suma, outro ponto a ser tratado são sobre as formas metodológicas, as Metodologias Ativas, que colaboram de maneira significativa nesses processos. As Metodologias Ativas são práticas pedagógicas em que os estudantes participam de maneira ativa nos processos de ensino e aprendizagem como (MOREIRA 1999; STUDART 2019; BACICH; MORAN 2018). Duas que vem se destacando são as metodologias dos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e o Ensino Híbrido Sala de Aula Invertida é forma por ensino misto, um momento presencial, onde é disponibilizado os links para os alunos pesquisarem os assuntos em casa e o momento on-line em que o estudante passa a ser ativo no processo de ensino e aprendizagem na realização da pesquisa nos meios digitais.

Em síntese, a Sala de Aula Invertida é uma das modalidades do Ensino Híbrido, Metodologia Ativa. Nesta modalidade, os estudantes são levados a participarem das atividades realizadas em sala de aula, de duas maneiras, a primeira na forma presencial e a outra no formato on-line, quando o professor disponibiliza os links para os estudantes pesquisarem com antecedência os assuntos a serem tratados na aula seguinte. De maneira resumida a Sala de Aula Invertida ocorrem assim, em três fase: Primeira Fase- Antes da aula: o professor disponibiliza os materiais para estudantes pesquisarem; Na Segunda Fase- Durante a aula: ocorre uma

aula expositiva com a interação do professor e dos estudantes e por fim a Terceira Fase- Depois da Aula: Realiza-se atividades para verificar se houve aprendizagem com relação aos assuntos abordados.

## 2. Métodos e Materiais

O desenvolvimento deste trabalho foi realizado basicamente em quatro etapas, descritas a seguir:

**1ª Etapa — Escolha do tema.** A primeira etapa deste trabalho foi selecionar um conteúdo programático relacionado à FMC, especificamente, um tema que envolvesse Interação da Radiação com a Matéria. Assim, foram escolhidos os seguintes efeitos: Absorção, Emissão Espontânea e Estimulada de Energia. A escolha destes conteúdos se deu pelo fato deles serem extremamente relevantes para a compreensão de fenômenos ligados a Luminescência e ao desenvolvimento de tecnologias, como o Laser e o LED (diodo emissor de luz). Embora estes conteúdos estejam presentes (mesmo que indiretamente) no cotidiano dos estudantes, esses temas são pouco explorados nos materiais didáticos voltados para a educação básica, conforme o levantamento bibliográfico realizado pelos autores deste trabalho.

**2ª Etapa — Produção do Simulador Computacional.** A segunda etapa consistiu na confecção do Simulador Computacional *Rad&Mat*<sup>1</sup> para o estudo dos efeitos escolhidos: Absorção, Emissão Espontânea e Estimulada de Energia em um Sistema de Dois Níveis. A simulação foi confeccionada no software de modelagem 3D Blender®, através do seu motor de jogo integrado na versão 2.79 (BLENDER).

---

<sup>1</sup> O Simulador *Rad&Mat* pode ser acessado e instalado em modo “off line” de maneira gratuita em sistemas operacionais Windows® e Linux® e encontra-se disponível para testes no sítio a seguir, bem como o guia de atividades (Produto Educacional):

<https://drive.google.com/drive/folders/1Wv2xnq4qlRfBy1LSLOTBBV2lSV3utxC2?usp=sharing>.

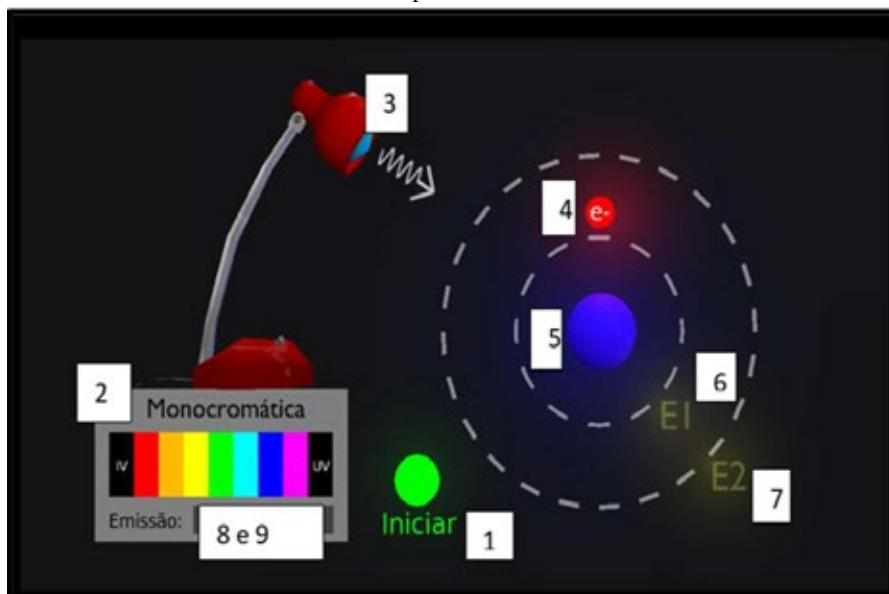
O objetivo geral do Simulador *Rad&Mat* é ressaltar as interações da radiação eletromagnética (fóton) com a matéria (elétron) em um sistema de 2 níveis de energia, de maneira clara e eficiente, para aplicar-se na pesquisa de campo com os estudantes. Entre os objetivos específicos, se destaca a variação de parâmetros na simulação, buscando relações de causa e efeito sobre os processos físicos envolvidos. Exemplos de telas do Simulador *Rad&Mat* estão representadas nas Figuras 1 e 2.

Figura 1: Tela Inicial da Simulação Computacional Rad&Mat.



Fonte: Elaboração própria (2021).

Figura 2: Tela da Simulação Computacional Rad&Mat sobre o efeito absorção e emissão espontânea.



Fonte: Elaboração própria (2021).

O Painel de Comando da Simulação Computacional Rad&Mat está ilustrado na figura 3, na qual, cada número indica:

- 1 — Botão iniciar — inicia a simulação;
- 2 — Painel de luz monocromático — permite a seleção de uma frequência/comprimento de onda pré-estabelecido para a fonte externa de radiação eletromagnética, possuindo valores que vão do Infravermelho (IV), até o Ultravioleta (UV);
- 3 — Fóton — emitido pela fonte emissora de luz (radiação eletromagnética);
- 4 — Elétron — orbitando o núcleo atômico;

- 5 — Núcleo do átomo;
- 6 — Nível de energia  $E_1$  — estado fundamental de energia do átomo;
- 7 — Nível de energia  $E_2$  — estado excitado de energia do átomo;
- 8 e 9 — Botão de seleção — permite a escolha entre os processos de emissão espontânea ou estimulada.

**3ª Etapa — Elaboração da Sequência Didática.** A terceira etapa consistiu na elaboração de uma sequência didática que abordasse os efeitos físicos mencionados anteriormente, utilizando o *Simulador Rad&Mat*, como uma ferramenta no processo de ensino e aprendizagem, associada a adaptação ao ensino remoto da Metodologia Ativa dos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov. Como o nome sugere, esta metodologia divide-se em três momentos sumarizados a seguir:

**1º Momento Pedagógico — Problematização Inicial** — Momento em que se verifica os conhecimentos prévios dos estudantes;

**2º Momento Pedagógico — Organização do Conhecimento** — Momento em que os conhecimentos prévios são tratados com uma abordagem científica e,

**3º Momento Pedagógico — Aplicação do conhecimento** — Momento para verificar se houve a consolidação do processo de ensino e aprendizagem (STUDART, 2019).

A sequência didática elaborada está disposta no Quadro 1:

Quadro 1: Sequência Didática adaptada ao ensino remoto.

Momentos Pedagógicos	Atividades Desenvolvidas
<b>1º (Carga Horária: 2,5h)</b> <b>Problematização Inicial</b> + <b>Antes da aula</b>	<b>Apresentação do planejamento das atividades:</b> - Questionário objetivo prévio com 20 questões; - Diálogo entre os alunos e professor sobre o tema, buscando uma problematização e geração de questionamentos; - Apresentação de vídeos curtos que exploram conceitos e aplicações, ligados com a temática abordada;
<b>2º (Carga Horária: 2,5h)</b> <b>Organização do Conhecimento</b> + <b>Durante a aula</b>	<b>Aula expositiva virtual sobre o tema:</b> - Interação da Radiação com a matéria: Absorção, Emissão Espontânea e Emissão Estimulada de Energia; - Questionário misto (discursivo e objetivo) conceitual com 08 questões. <b>Atividades com o simulador computacional -- Rad&amp;Mat:</b> - Questionário discursivo sobre os processos radiativos apresentados, com 02 questões; - Questionário discursivo sobre aplicações tecnológicas, com 06 questões.
<b>3º (Carga Horária: 2,5h)</b> <b>Aplicação do Conhecimento</b> + <b>Depois da aula</b>	<b>Atividades avaliativas:</b> - Questionário discursivo para o preenchimento do mapa conceitual e dos mapas mentais, com 03 questões ( <a href="https://forms.gle/yHGVS7Pt7ViiXxGK7">https://forms.gle/yHGVS7Pt7ViiXxGK7</a> ); - Questionário misto para avaliar as atividades desenvolvidas, com 10 questões ( <a href="https://forms.gle/rbatEEEMfCdcF6Ls6">https://forms.gle/rbatEEEMfCdcF6Ls6</a> ).

Fonte: Elaboração própria (2021).

**4ª Etapa — Intervenção Didático-Pedagógica.** A quarta etapa consistiu na aplicação da Sequência Didática disposta no Quadro 1 em um ambiente virtual de ensino, mediado através da plataforma *GSuite®* (Google Sala de Aula, Google Sites e Google Meet), com 26 estudantes do 9º ano do ensino fundamental da rede pública, na cidade de Sapucaia-PA.

### 3. Resultados e Discussões

A partir da observação e análise das atividades desenvolvidas durante a Intervenção Didático-Pedagógica constatou-se que os estudantes aprovaram o formato de aula *online*, com a utilização das TDIC e emprego de Metodologias Ativas. Além disso, eles reconheceram a relevância dos conteúdos ensinados, para além da sala de aula.

As atividades realizadas com os *Simulador Rad&Mat* no 2º Momento Pedagógico foram o ponto alto da Intervenção Didático-Pedagógica, gerando grande engajamento dos estudantes nas atividades e discussões propostas, sobre os três processos de interação da radiação com a matéria apresentados. A maneira como os estudantes interagem e percebiam a diferença entre os três processos foi formidável, levando em conta que se fosse apenas uma aula expositiva, dificilmente ter-se-ia atingido a compreensão dos assuntos tão rápido.

As avaliações do *Simulador Rad&Mat*, enquanto agente facilitador da compreensão dos conteúdos e facilidade de uso, estão dispostas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente, de onde percebe-se que o simulador foi muito bem avaliado em ambos os quesitos.

Os resultados apresentados na Tabela 01 evidenciam que a aplicação da SD proposta, mediada pelo uso das TDIC e ODA, e associada às MA dos 3MP e SAI é capaz de gerar um ambiente real de Ensino de Física, especificamente, a ensinagem dos fenômenos de *Absorção, Emissão Espontânea e Emissão Estimulada de Energia e algumas de suas Aplicações Tecnológicas*. Além disso, **92,4%** dos alunos mostraram-se satisfeitos com o formato geral das atividades desenvolvidas durante os três encontros virtuais.

Tabela 1: Percentual avaliativo do *Simulador Rad&Mat* enquanto agente facilitador na compreensão dos conteúdos, numa escala de 1 a 5.

Pontuação: 1	Pontuação: 2	Pontuação: 3	Pontuação: 4	Pontuação: 5
0%	0%	7%	25,6%	67,4%

Fonte: Elaboração própria (2021).

Tabela 2: Percentual avaliativo do *Simulador Rad&Mat* enquanto a facilidade no seu uso.

Pontuação: 1	Pontuação: 2	Pontuação: 3	Pontuação: 4	Pontuação: 5
0%	0%	7%	25,6%	67,4%

Fonte: Elaboração própria (2021).

## 4. Considerações Finais

Muitos são os desafios encontrados para conduzir os processos de ensino e aprendizagem da disciplina Física, quando se trata da Física Moderna e Contemporânea, os desafios são ainda maiores devido tratar do “mundo microscópico” na educação básica. Contudo, a associação dos Objetos Digitais de Aprendizagem e das Metodologias Ativas têm sido constatado por meio de autores como Moreira, Moran, Sturd, Bachic entre outros que tais práticas exercem um grande potencial para a realização de uma aprendizagem significativa e despertar nos estudantes uma maneira crítica de pensar. Esta prática pedagógica permitiu mostrar que o conteúdo apresentado se faz importante, quanto sua aplicabilidade, além de tornar as aulas mais dinâmicas, dialogadas e centradas na figura do aluno como construtor do seu conhecimento. Destaque os principais resultados alcançados na pesquisa e anuncie as lacunas e possibilidades de continuidade.

A utilização dos ODA, especialmente, as Simulações Computacionais produzidas através das TDIC, são úteis para potencializar uma aprendizagem significativa de temas ligados à Física Moderna e Contemporânea, junto aos estudantes da Educação Básica, já que proporcionam um dinamismo diferente, no que tange às aulas consideradas tradicionais. Entretanto, a introdução dos simuladores não pode ser pensada como um fim para promover um ambiente de aprendizagem, ou substituir integralmente a figura do professor durante o processo.

O uso do *Simulador Rad&Mat* permitiu a abordagem dos conteúdos ligados à interação da radiação com a matéria de forma mais lúdica e uma melhor compreensão das relações de causa e efeito entre as variáveis envolvidas, ampliando a capacidade de imaginação e intuição dos estudantes. Mediante os resultados alcançados durante a realização da intervenção didática, conclui-se que a associação do *Simulador Rad&Mat* à Metodologias Ativas proporcionam indícios de uma aprendizagem significativa, visto que os estudantes foram capazes de transportar tais



conhecimentos adquiridos, para o ambiente externo da sala de aula, por meio de trocas de experiências com seus colegas.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001.

## Referências

ALMEIDA, M. E. B.; MORAN, J. M. **Integração das tecnologias na Educação**. Salto para o futuro. Brasília: MEC, SEED, 2005.

BACICH, L; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BRASIL, **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/02/bncc-20dezsite.pdf>. Acesso em: 23 de ago. 2020. p.537.

BECK, R.J. Learning objects: what? Center for Internation Education. University of Winsconsin: Milwaukee, 2002. Disponível em: <<https://revista.facfama.edu.br/index.php/PedF/article/view/187/163>>. Acesso em: 17 de fev. 2020.

COSTA, M. D. Simulações computacionais no ensino de física: revisão sistemática de publicações da área de ensino. **XIII Congresso Nacional de Educação**. Curitiba. 2017. ISSN 2176-1396. Disponível em: <[https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/24200\\_12224.pdf](https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/24200_12224.pdf)>. Acesso em 10 de março de 2020.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.

FERREIRA, M. e OLAVO, L.S.F. Teorias da Aprendizagem e da Educação como Referencias em Práticas de Ensino: AUSUBEL E LIPMAN. **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 2, n. 2, p. 104-125, 2018. Disponível em: <<http://www.periodicos.unb.br>>. Acesso em 10 de março de 2020.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 259-272, 2003. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25\\_259.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25_259.pdf)>. Acesso em 10 de março de 2020.

FREEMAN, S. *et al.* *Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics.* **PNAS**, v. 111, n. 23, p. 8410-8415, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>>. Acesso em 10 de março de 2020.

GRECA, I. M.; MOREIRA, M. A.; HERSCOVITZ, V. E. Uma Proposta para o Ensino de Mecânica Quântica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 444-457, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v23n4/v23n4a10.pdf>>. Acesso em 10 de março de 2020.

MOREIRA, Marcos Antônio. **Organizadores prévios e aprendizagem significativa.** Disponível em: Revista Chilena de Educación Científica, ISSN 0717-9618, Vol. 7, Nº. 2, 2008 , pp. 23-30. Revisado em 2012. Acesso em: 13 de mai. 2020

MOREIRA, Marcos Antônio. **Teorias da Aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, Marcos Antônio. **Aprendizagem significativa crítica.** Moreira.if.ufrgs. 2000.

MOREIRA, Marcos Antônio. **Orientações sobre o Currículo**. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/mnpef/orientacoes-sobre-o-curriculo>. 2015. Acesso em: 17 de fev. 2020.

OLIVEIRA, C. D. TIC'S NA EDUCAÇÃO: A UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO. **Pedagogia em ação**. Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 75-95, 2015. Disponível em <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/pedagogiacao/article/view/11019>>. Acesso em 10 de março de 2020.

ROSA, Cleci Teresinha Werner da; TREINTIN, Marco Antonio Sandini e BIAZUS, Marivane de Oliveira. Disponível em: **Tecnologias Educacionais no ensino de física: Retrato das pesquisas nacionais**. Revista Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista Vol. 7, n. 2. jul./dez.p.30. 2017. Acesso em: 17 de fev. 2022.

STUDART, N. Inovando a Ensino de Física com Metodologias Ativas. **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 3, n. 3, p. 1-24, 2019. Disponível em: <<http://www.periodicos.unb.br>>. Acesso em 10 de março de 2020.

WILEY, D. A. *Conecting learning objects to instructional theory: a definition, a methaphor, and a taxonomy*. **The instructional use of learning Objects**. Wiley, D. (Ed.). 2000. Disponível em: <<https://opencontent.org/docs/dissertation.pdf>>. Acesso em 10 de março de 2020.



**O ENSINO DE ASTRONOMIA E A EDUCAÇÃO INCLUSIVA: RELATOS DE  
EXPERIÊNCIA DO PROJETO DE EXTENSÃO “ASTRONOMIA:  
DESVENDANDO O CÉU”**

*ASTRONOMY TEACHING AND INCLUSIVE EDUCATION: EXPERIENCE  
REPORTS FROM THE EXTENSION PROJECT “ASTRONOMY: UNRAVELING  
THE SKY”*

*Fábio Andrade de Moura<sup>1</sup>, Rubens Silva<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Instituto Federal do Pará Campus Bragança (IFPA), fabio.moura@ifpa.edu.br.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Pará (UFPA), rubsilva@ufpa.br.

## **Introdução**

A educação inclusiva tem por princípio oportunizar que todas as pessoas possam participar de todas as atividades realizadas nas escolas independentemente da classe social, sexo, origem étnica, opção sexual ou deficiência. Segundo a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (BRASIL, 2008), a educação inclusiva fundamenta-se na concepção dos direitos humanos, que associa igualdade e diferença como valores indissociáveis e que implementa a ideia de equidade formal, contextualizando a exclusão dentro e fora da escola, levando em consideração suas circunstâncias históricas (AINSCOW, 2020).

Paralelamente ao contexto da educação inclusiva, Langhi (2009) afirma que em relação ao ensino de astronomia, onde alguns tópicos da astronomia fazem parte do currículo escolar previsto na Base Nacional

Curricular Comum (BNCC), os professores, em sua maioria, não foram capacitados para ministrar estes conteúdos durante sua graduação. Desta forma os temas relacionados à astronomia não são abordados conforme é previsto nas competências e habilidades da BNCC. Segundo o autor, cursos de formação, palestras, observações astronômicas e as atividades práticas que envolvem a astronomia são ferramentas que minimizam os prejuízos causados durante a formação docente e sua reflexão na educação básica.

Considerando a educação inclusiva, a formação inicial docente e o ensino de astronomia, em 2016 teve origem o projeto de extensão "astronomia Desvendando o Céu" que tem como objetivo contribuir com a formação inicial docente dos licenciandos em física do IFPA, na cidade de Bragança — PA, e realizar ações junto à comunidade local por meio de palestras, cursos, eventos, observações astronômicas através de telescópios e principalmente proporcionar aulas sobre a astronomia em escolas públicas, associações comunitárias e praças para atender a comunidade que não tem acesso à educação em astronomia.

Este trabalho tem como objetivo apresentar, discutir e refletir as ações do projeto Astronomia: Desvendando o Céu que estão relacionadas ao contexto da educação inclusiva e o ensino de astronomia; refletir sobre as práticas de ensino realizadas inseridas no contexto da educação inclusiva.

## **1. Fundamentação Teórica**

A Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (BRASIL, 2008) delineou diversas diretrizes para a educação inclusiva. Entre essas diretrizes destacamos a inclusão no espaço escolar regular dos alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades/superdotação. Nesse sentido, destacamos que a intenção é assegurar a participação, a aprendizagem e a continuidade nos níveis mais elevados do ensino; a transversalidade de educação especial desde a educação infantil até a educação superior; a oferta do atendimento educacional especializado; a formação de

professores para o atendimento educacional especializado e demais profissionais da educação para a inclusão.

Consideramos a educação como um fenômeno social, pois estabelece a relação entre educação e sociedade além de considerar as demandas sociais dos discentes no espaço educacional. Assim, desta forma, a educação inclusiva não separa ou privilegia interesses, e, sim, engloba as diferentes realidades dos sujeitos, entendendo sua importância e sua história. Por tanto, refletir sobre a educação inclusiva nas escolas é enxergar a exigência de um currículo transformador, inovador, flexível e que está firmado nas bases da diversidade (LIBÂNEO, 2013).

Concordamos com Forlin (2018) ao considerar a educação inclusiva como o método mais justo e abrangente para educar todas as crianças, jovens e adolescentes. Pois é amplamente aceito como a forma mais eficaz de apoiar todos os alunos. Para a autora, permanece uma enorme diversidade dentro e entre países em relação ao desenvolvimento, responsabilidade e governança para a implementação de políticas para apoiá-la. Nesse sentido reafirmamos que a educação inclusiva é, além de uma meta educacional, uma metodologia que busca identificar e dismantelar as barreiras à educação de todas as crianças, para que elas tenham acesso, presença, participação e bons resultados acadêmicos na escola.

Entendemos a importância e o desafio em levar os temas relacionados à astronomia e a prática da observação astronômica para as crianças e jovens com necessidades especiais além das crianças que vivem em situação de vulnerabilidade social, pois todas as atividades precisam ser adequadas e adaptadas para esse público. verifica-se a existência da relação entre educação inclusiva, formação docente e a necessidade de preparo do professor para exercer seu papel frente ao desafio da educação inclusiva (ANDRADE, 2014; CUNHA, 2017).

Pimenta e Anastasiou (2005) apontam a formação inicial e/ou continuada de professores em Astronomia como uma das soluções para combater a problemática da formação deficiente de professores. Langhi

e Nardi (2004, p.10) afirmam que “não basta que os cursos de formação inicial e/ou continuada privilegiem a capacitação em termos de conteúdos, divorciados das metodologias de ensino correspondentes, o grande desafio é a questão da transposição didática, ou seja, investir também, concomitantemente, no conhecimento pedagógico do conteúdo”. Langhi (2009), complementa afirmando que nos cursos de formação devem ser analisadas as concepções, necessidades, expectativas, e preocupações dos docentes participantes.

Para Langhi e Nardi (2010) espaços de educação em astronomia são caracterizados por práticas que objetivam tornar os conhecimentos e a cultura científica acessíveis, considerando as necessidades e expectativas de seu público-alvo fugindo da rigidez dos conteúdos proporcionados pela educação nas escolas. Dessa forma, a educação formal e não formal em astronomia constitui-se uma área de divulgação científica privilegiada devido à dimensão cultural desta ciência.

A BNCC traz as competências e habilidades que precisam ser desenvolvidas e entre as competências, podemos destacar, a capacidade de analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos; realizar interpretações sobre a vida, terra, cosmos, evolução do ser vivo e do universo; analisar situações-problema, propor soluções e publicar descobertas e soluções, por meio de diversas mídias (BRASIL, 2018).

Essas competências que a BNCC traz, remete-nos à reflexão sobre as temáticas que devem ser discutidas em sala de aula. O documento cita que, para estas competências, podemos mobilizar conhecimentos relacionados à/aos: origem da vida; modelos cosmológicos; astronomia; gravitação; mecânica newtoniana e a dinâmica da vida na Terra e do cosmos (BRASIL, 2018).

Considerando o ensino de astronomia na perspectiva da educação inclusiva, percebemos a existência de conhecimentos específicos necessários para medir de forma adequada a construção de conhecimentos para que possamos promover relações e ações necessárias para os estudantes.



## 2. Métodos e Materiais

A pesquisa apresentada é realizada por meio de princípios da abordagem qualitativa, cujas possibilidades referem-se à compreensão da realidade, do mundo e dos significados, sem a pretensão de quantificar sujeitos e opiniões; tal abordagem possibilita a apreensão dos significados, aspirações das crenças e valores dos sujeitos envolvidos no fenômeno estudado (MINAYO, 2008). Na visão de Yin (2001, p.32) trata-se de uma “investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”.

Segundo Godoy (1995), a pesquisa qualitativa apresenta características inerentes ao fenômeno a ser investigado, inserindo o pesquisador no campo da investigação, onde ele pode recorrer aos mais variados tipos de instrumentos para coletar os dados e analisá-los da melhor forma possível para que possa, então, compreender a dinâmica do fenômeno.

Esta pesquisa propõe abordar tópicos da astronomia, por meio da educação inclusiva, a crianças e jovens com necessidades especiais e/ou que vivem em situação de vulnerabilidade social na região da cidade de Bragança no estado do Pará. As atividades são desenvolvidas através do projeto de extensão “astronomia: Desvendando o Céu” que leva os tópicos de astronomia relacionados ao sistema solar e proporciona aos estudantes a prática da observação astronômica com o auxílio de telescópios que permitem ao público ver a lua e alguns planetas mais de perto.

Além das práticas de observação astronômica, durante as atividades do projeto apresentamos, em forma de aula ou palestra, conteúdos que se referem ao sistema solar destacando a relação Terra-Lua; as fases da Lua; formação das crateras e mares lunar; origem da Lua; a movimentação aparente dos planetas e das estrelas; a sequência dos planetas do sistema solar; planetas anões; composição química dos planetas. Para cada público alvo é organizado uma sequência de conteúdo respeitando as características dos discentes.

### 3. Resultados e Discussões

Para analisar as atividades do projeto “astronomia: Desvendando o Céu” discutiremos a seguir as ações desenvolvidas que envolvem a educação inclusiva.

O projeto visitou a comunidade Vila do Bonifácio que fica a 30km de Bragança — PA para atender estudantes do ensino fundamental que são, em maioria, filhos(as) de pescadores que realizam a pesca em mar aberto e tem a prática de orientar-se durante a noite realizando a leitura do céu.

Na atividade, que foi realizada na igreja da vila, apresentamos uma aula expositiva interativa com o auxílio do aplicativo *Solar System Scope* para apresentar o sistema solar. Durante a aula demonstramos as características dos planetas com suas órbitas e luas. Realizamos uma aula interativa para demonstrar os movimentos de rotação e translação dos planetas e ao final da aula levamos os discentes para realizar a observação da Lua, Júpiter, Saturno e Vênus pelo telescópio conforme demonstrado na Figura 1.

Durante a prática de observação astronômica realizamos perguntas sobre a localização dos planetas; como diferenciar uma estrela de um planeta a noite observando a olho nu; e sobre os pontos cardeais para que os estudantes aprendessem a identificar os polos sul e norte da terra. Estas informações são bastante utilizadas pelos pescadores para orientação.

Figura 1 — Ações realizadas na Vila do Bonifácio.



Fonte: Autores (2021).

Na Vila dos Pescadores que fica localizada na Praia de Ajuruteua em Bragança, realizamos mais uma aula expositiva e interativa sobre o sistema solar, conforme Figura 2. Esta vila, assim como na Vila do Bonifácio, é composta por pescadores que realizam seus trabalhos em mar aberto. Durante a ação não foi possível realizar a sessão de observação astronômica devido às condições climáticas que interferiram na ação.

Durante a aula expositiva interativa com o apoio do aplicativo *Solar System Scope*, apresentamos o sistema solar e seus planetas. Durante a ação destacamos a movimentação da lua e a sua influência nas marés e conseqüentemente na atividade pesqueira local. Finalizamos a ação com a apresentação dos pontos cardeais e demonstramos na prática como encontrar os polos sul e norte olhando para o céu.

Figura 2 — Ação realizada na Vila dos Pescadores na Praia de Ajuruteua.



Fonte: Autores (2021).

Outra ação, realizada pelo projeto, aconteceu em uma escola municipal no bairro Perpétuo Socorro localizado na periferia da cidade de Bragança. Realizamos uma sessão de observação astronômica com o objetivo de proporcionar às crianças desta escola a experiência de usar um telescópio e gerar curiosidades sobre a temática da astronomia. No período que visitamos a escola não foi possível realizar a aula sobre o sistema solar, pois a escola não estava funcionando e realizamos a visita em um horário em que as crianças não tem aula regular.

Durante a atividade foi possível observar os planetas Júpiter, Saturno e Vênus além da Lua. No percorrer da atividade algumas crianças

perguntaram qual das “estrelas”, referindo-se aos planetas, é a estrela D’alva. Explicamos os nomes dados ao planeta Vênus e em quais momentos é possível ver o planeta no céu.

Sobre os planetas Júpiter e Saturno, questionamos as crianças se elas já tinham visto os planetas em alguma revista, filme ou pela internet. Algumas crianças ainda não conheciam os planetas e realizamos a atividade para apresentar os planetas e realizar a observação pelo telescópio conforme Figura 3. Aproveitamos as perguntas das crianças para explicar o mito sobre São Jorge e o dragão na lua e através dos telescópios as crianças perceberam que se trata de uma ilusão óptica.

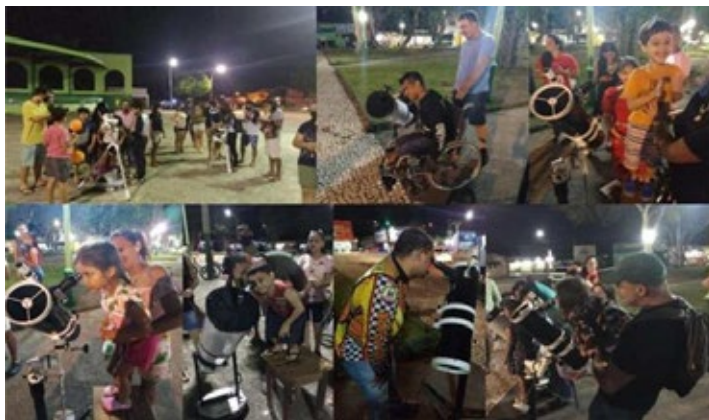
Figura 3 — Ações realizadas na escola municipal no bairro Perpétuo Socorro.



Fonte: Autores (2021).

Paralelamente às ações de visitar escolas e vilas, realizamos diversas seções de observações astronômicas nas praças da cidade de Bragança, conforme ilustra a Figura 4. Os telescópios que usamos permitiram que crianças, jovens, adolescentes, adultos, idosos e pessoas usuárias de cadeira de roda e/ou necessidades especiais pudessem ver a lua e os planetas mais de perto.

Figura 4 — Ações realizadas em praças na cidade de Bragança.



Fonte: Autores (2021).

Na cidade de Santa Luzia do Pará, que fica localizado a 200km de Belém, realizamos a apresentação da aula expositiva interativa e observação astronômica para as crianças atendidas pela Associação de Pais e Amigos dos Deficientes de Santa Luzia do Pará — Associação Bem Viver.

Durante as atividades realizamos conversas com as crianças para saber quais as principais dúvidas sobre o nosso sistema solar e as estrelas visíveis no céu. Durante a aula apresentamos os planetas através do aplicativo *Solar System Scope* e projetamos através do telescópio e um Datashow, ver Figura 5, os planetas que estavam visíveis durante a noite: Júpiter e Saturno. Além dessas informações, as crianças relataram curiosidades sobre algumas estrelas, nebulosas e devido a estas perguntas explicamos a origem das estrelas e como uma estrela morre podendo gerar um buraco negro.

Ao finalizar a aula sobre o sistema solar, realizamos a seção de observação astronômica com o apoio de dois telescópios, onde um desses é adaptado para pessoas usuária de cadeira de rodas e/ou necessidades especiais.

Figura 5 — Ação realizada na cidade de Santa Luzia do Pará.



Fonte: Autores (2021).

Analisando as ações desenvolvidas, concordamos com Gonçalves e Barbosa-Lima (2013) ao afirmar que a educação inclusiva não diz respeito somente às crianças com deficiência, mas diz respeito a todas as pessoas que enfrentam dificuldades para o êxito escolar. Compreendemos que as crianças, jovens e adolescente que vivem em situação de vulnerabilidade também precisam de políticas públicas na inclusão a educação.

As ações desenvolvidas no projeto “astronomia: Desvendando o Céu” proporcionaram, aos docentes e licenciandos em Física, compreender a educação em astronomia na perspectiva inclusiva possibilitando conhecer a realidade educacional e social do público atendido durante o projeto. Langhi e Nardi (2004) refletem sobre a formação docente em astronomia e reconhecem que em vários cursos de licenciatura os tópicos relacionados a astronomia não fazem parte da grade curricular de vários cursos e que a formação inicial e/ou continuada são ferramentas que podem minimizar os prejuízos na formação docente. No entanto, os autores lembram de que o conhecimento pedagógico do conteúdo e a transposição didática são fundamentais para o êxito da formação docente.

Andrade (2014) entende que o professor ao preparar e planejar as suas aulas, deve considerar as habilidades que os discentes

precisam desenvolver. Essa atitude tem como objetivo contemplar a heterogeneidade dos alunos, considerando sua diversidade e inserindo a pessoa com deficiência nesse processo.

As ações realizadas pelo projeto, como descrito anteriormente, resumiu-se a levar aulas expositivas interativas sobre o sistema solar e sessões de observações astronômicas com telescópios adaptados para atender todos os públicos. No entanto, cada aula foi ministrada em ritmo diferente, pois percebemos, na prática, que cada criança, jovem ou adolescente tem seu ritmo de aprendizagem e que a linguagem e a metodologia adotada pelo docente precisam ser adaptadas constantemente. Comprendemos, também, que cada aluno é parte central desse processo.

#### **4. Considerações Finais**

O projeto de extensão “astronomia: Desvendando o Céu”, que atua na comunidade da região de Bragança no estado do Pará desde o ano 2016, tem como objetivo levar aos alunos das escolas da região a educação em astronomia conforme é previsto na BNCC. Ao longo dos anos percebemos a necessidade de atuar além das paredes da sala de aula, pois a astronomia é uma ciência que pode ser estudada olhando para o céu.

Ver a lua e alguns planetas de perto com a ajuda do telescópio proporciona um ambiente propício para a divulgação da ciência a partir do conhecimento prévio que o estudante apresenta. É através desse ambiente que as ações do projeto conseguem apresentar o sistema solar e discutir sobre curiosidades que envolve a astronomia.

As ações do projeto envolvendo a educação em astronomia no contexto da educação inclusiva nos permitiu estudar a legislação para a educação dos direitos humanos e mostrar a necessidade da capacitação docente para atuar com dignidade junto às crianças, jovens, adolescentes com e sem deficiência além das crianças que vivem em situação de vulnerabilidade social.

Concordamos com Prieto (2000) que a inclusão é uma possibilidade que se abre para o aperfeiçoamento da educação e para o benefício de todos os alunos. Para o autor, ensinar é marcar um encontro com o outro, e a inclusão escolar provoca uma mudança de atitude diante do outro, esse que é alguém especial e que requer do professor ir além.

## Referências

AINSCOW, Mel. Inclusion and equity in education: making sense of global challenges. **Prospects**, [S.L.], v. 49, n. 3-4, p. 123-134, 17 set. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11125-020-09506-w>.

ANDRADE, F. **A pedagogia do afeto na sala de aula**. Ilustrações: Vanessa Alexandre. 2. ed. Recife: Prazer de Ler, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Ministério da Educação: Secretaria de Educação Especial, 2008.

CUNHA, E. **Autismo e inclusão: psicopedagogia práticas educativas na escola e na família**. 7. ed. Rio de Janeiro: Wak Ed., 2017.

FORLIN, C. **The inclusive education policy conundrum: A realism for enabling sustainability, accountability and high-quality education** Inclusive Education Policy Dialogue. 2018.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, 35(2), 1995.



GONÇALVES, C. de O. BARBOSA-LIMA, M. da C. (2013). INCLUSÃO DE DEFICIENTES VISUAIS NO PROGRAMA DE VISITA ESCOLAR PROGRAMADA DO MUSEU DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS AFINS (MAST). **Revista Latino-Americana De Educação Em Astronomia**, (15), 7-26. <https://doi.org/10.37156/RELEA/2013.15.007>

LANGHI, Rodolfo. **ASTRONOMIA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: repensando a formação de professores**. 2009. 372 f. Tese (Doutorado) — Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação Para A Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. FORMAÇÃO DE PROFESSORES E SEUS SABERES DISCIPLINARES EM ASTRONOMIA ESSENCIAL NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 205-224, ago. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172010120213>.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental In: **Revista Tecné, Episteme y Didaxis**, nº 16 (Facultad de Ciencia y tecnología, Bogotá), 2004.

LIBÂNIO, José Carlos. **Didática**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2013

MINAYO, M. C. de S. O desafio da pesquisa social. In: \_\_\_\_\_ (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 27. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008. p. 9-29.

PIMENTA, S.G.; ANASTASIOU, L.G.C. **Docência no ensino superior**. São Paulo: Cortez, 2005.

PRIETO, Rosângela Gavioli. **Políticas públicas de inclusão: compromissos do poder público, da escola e dos professores**. São Paulo: Cortez, 2000.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 2<sup>a</sup>. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

**O USO DA PLACA MAKEY MAKEY PARA O ENSINO DE CIRCUITOS  
ELÉTRICOS SIMPLES NA PERSPECTIVA DA CULTURA MAKER**  
*THE USE OF MAKEY MAKEY PLATE FOR SIMPLE ELETRIC CIRCUITS  
TEACHING IN THE MAKER CULTURE PERSPECTIVE*

*Gabriel dos Santos Feitosa<sup>1</sup>, Clebes André da Silva<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Instituto Federal do Pará Campus Bragança (IFPA), fabio.moura@ifpa.edu.br.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Pará (UFPA), rubsilva@ufpa.br.

## **Introdução**

Com a vinda do novo ensino médio, a BNCC (Base nacional curricular comum) deixa de ser multidisciplinar e passa a ser prioritariamente interdisciplinar e transdisciplinar. Com isso, as disciplinas passam a ter maior interação entre elas, então faz-se necessário um ensino diferenciado, como por exemplo pôr a utilização de metodologias ativas. Nesse sentido, “as instituições educacionais atentas às mudanças escolhem fundamentalmente dois caminhos, um mais suave-mudanças progressivas e outro mais amplo, com mudanças profundas” (Morán, 2015). Desse modo, o trabalho será desenvolvido com base às competências previstas na BNCC e com o uso de metodologias ativas.

Primeiramente, é valido ressaltar a importância dessa metodologia no cenário da sociedade contemporânea onde segundo Morán (2015), a educação formal está num impasse para evoluir e se tornar relevante e conseguir com que todos aprendam de forma competente a conhecer, a

construir seus projetos de vida e conviver com os demais. Dessa maneira, o aspecto socioemocional se mostra algo muito importante no estado atual da sociedade, assim prevê uma das competências gerais da BNCC, a empatia e a cooperação, que é de importante discussão no cenário atual da educação.

Segundo Raabe (2016), estamos vivendo no campo pedagógico um período de valorização de vertentes educacionais, que incentivam o protagonismo do aluno no ambiente educacional. Com relação a essa afirmação, o ambiente escolar multiplica-se por iniciativas que usam abordagens baseadas em projetos, resolução de problemas e com práticas alinhadas ao design thinking, um método na qual o objetivo é resolver problemas com base no trabalho colaborativo (trabalho em equipe) no desenvolvimento de projetos, com influência pelo movimento conhecido como maker, que valoriza a cultura do faça você mesmo, estimulando pessoas comuns a construir, consertar, modificar e fabricar objetos utilizando se sua própria criatividade.

A cultura do faça você mesmo (*DIY- Do it Yourself*) apresenta a ideia de reaproveitamento de objetos, ou seja, utilizar se materiais de fácil acesso e baixo custo, como papelão, sacolas plásticas, garrafas pets etc. Blinkstein (2016) discorre acerca de uma das coisas mais importantes quando tocamos no assunto sobre educação maker que é fazer com que o professor dê mais atenção no processo do que no produto, mostrar ao aluno que o processo é mais importante que apenas chegar ao resultado indo de contraponto com a educação prioritariamente tradicional e tecnicista e colocando o aluno como centro do processo e o professor sendo um mediador do processo com um aspecto que segundo Libânio (1992) chama-se de crítica social. Nesse sentido, o discente pode utilizar os conhecimentos adquiridos nas aulas expositivas e aplicar de forma prática com a construção/fabricação de algum objeto relacionado ao conhecimento adquirido em sala.

A partir do que foi apresentado, esse artigo tem como objetivo destacar a importância de se utilizar metodologias ativas no exercício da docência

e a importância da educação maker como ferramenta importante no processo de ensino-aprendizagem. A proposta é apresentar os objetos desenvolvidos pela turma de eletiva do Colégio Estadual José Lobo, situado na cidade de Goiânia, na eletiva sobre circuitos elétricos. Desse modo, é importante ressaltar que a finalidade dessas metodologias alternativas não são para substituir ou eliminar o ensino convencional, mas sim agregar valores, através do uso da criatividade com o uso de novas tecnologias e uma educação mais flexível, com a proposta de desenvolver a autonomia e pensamento crítico do estudante.

## 1. Fundamentação Teórica

Na sociedade contemporânea a tecnologia tornou-se um instrumento de suma importância, faz parte de nossa cultura e de nossos costumes, apesar disso, a aplicação desta ferramenta na prática docente ainda pode ser um desafio para muitos educadores, seja por falta de recurso, seja pelo pouco conhecimento de sua aplicação em sala de aula. Uma alternativa para o uso eficiente dessas tecnologias em sala de aula pode se dar pela cultura maker, pois, através dela alunos e professores podem entrar em contato com a cultura do *DIY*, aproximando a tecnologia e as pessoas de faixas etárias diferentes (Silva *et al.*, 2018).

Na educação a maior parte do tempo seja presencial ou a distância, ensinamos com materiais e comunicações escritos, orais e audiovisuais, previamente selecionados ou elaborados. Apesar desse modelo ser de extrema importância, e possível agregar e melhorar esse modelo já conhecido aliando a teoria com a prática, como por exemplo, para aprender a dirigir, não basta ler muito sobre esse tema; tem que experimentar, rodar com ele em diversas situações com supervisão, para depois assumir o comando do veículo sem riscos (Morán, 2015).

As metodologias devem acompanhar os objetivos de aprendizagem. Para que os alunos sejam proativos, e necessário que seja adotado metodologias em que os alunos se envolvam ativamente em atividades

que vão das mais simples até às mais complexas, em que tenham que fazer tomadas de decisões e avaliar resultados, com o apoio do professor mediador (Morán, 2015). Nessa perspectiva, a cultura maker com o *DIY* apresentam eficiência nessa perspectiva de exercitar a flexibilidade dinâmica, a construção dinâmica, o socioemocional e o pensamento sistêmico, para no fim desenvolver um indivíduo mais autônomo e sócio emocionalmente mais desenvolvido e preparado para os desafios do futuro.

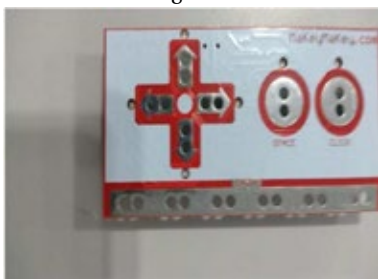
Os desafios e as atividades podem ser dosados, planejados e acompanhados e avaliados com apoio de tecnologias (Morán, 2015). Os desafios quando bem planejados contribuem para o desenvolvimento de competências desejadas previstas na BNCC como, intelectuais, emocionais, pessoais e comunicacionais, com o trabalho colaborativo gerando inclusive maior interatividade entre a relação professor/aluno e aluno com aluno. Por meio desses desafios, será exercitado a pesquisa, a avaliação de situações a partir de pontos de vistas diferentes, fazer escolhas e assumir alguns riscos, aprender pela descoberta e a partir dos erros, melhorar, caminhar do mais simples até o mais complexo. Segundo Morán (2015), nas etapas de formação, os alunos precisam de acompanhamento de profissionais mais experientes para ajudá-los, sendo papel do professor mediador.

Diante do exposto, a partir do uso das metodologias ativas aliadas a cultura maker será desenvolvido um trabalho pelos estudantes por meio do *DIY* sobre circuitos elétricos com o uso do equipamento *makey makey*. O experimento proposto se baseia em colocar os alunos em atividade constante e desenvolver seu próprio projeto com o equipamento disponibilizado a ele, aliando assim a teoria com a prática, o objetivo é passar o conhecimento com ênfase na experimentação e com base nas teorias apresentadas.

## 2. Métodos e Materiais

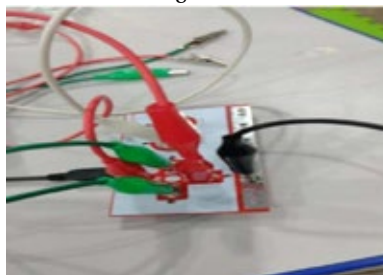
A partir da perspectiva *Maker* se utilizará da criatividade dos estudantes para criar objetos com base nos conhecimentos sobre circuitos elétricos simples. Por meio da placa eletrônica *Makey Makey* de 12 V como demonstra a Figura 1. Inicialmente utilizou-se cabos de ponta de jacaré para produzir um circuito elétrico simples, assim como mostra a Figura 2, na placa temos *inputs* (entradas) com direções para cima, para baixo, para a esquerda e para a direita, *space* (espaço) e *click* (clique) para que esses inputs funcionem é necessário colocar os cabos de jacaré em cada um deles e também colocar um cabo na parte de metal como indica a Figura 2 para assim gerar um DDP (Diferença de potencial) quando se coloca algo que conduza energia, o cabo funciona como um “fio terra”.

Figura 1



Fonte: Arquivo do autor (2022).

Figura 2



Fonte: Arquivo do autor (2022).

Com os conceitos apresentados então, criou-se *joysticks* (controle) como mostra a Figura 3 para usar com jogos eletrônicos, trazendo então o aspecto da diversão e da aprendizagem baseada em jogos, que pode trazer benefícios como o desenvolvimento do aspecto emocional e melhora no trabalho em equipe, além de se aproximar da linguagem do aluno do século XXI. Segundo Stephen Noonoo (2019), “os jogos são uma forma eficaz de aprender porque simulam e mantêm nossos cérebros alegremente envolvidos”, os jogos aliados ao princípio *DIY* trás o

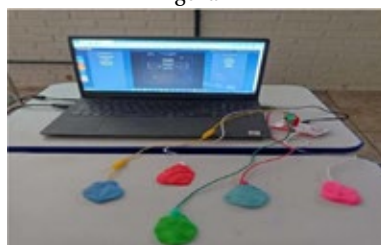
aspecto criatividade de volta aos estudantes de ensino médio e em algum momento podem ter perdido tal característica de imaginar e criar.

Figura 3



Fonte: Arquivo do autor (2022).

Figura 4



Fonte: Arquivo do autor (2022).

Para o uso desses *joysticks*, foi utilizado em grande parte jogos de ritmo, pois é uma ótima forma de se trabalhar com esses controles feitos com as placas e materiais condutores como apresentado nas Figuras 3 e 4, pode-se utilizar de materiais de baixo custo e fácil acesso para a produção desses *joysticks*, podendo até mesmo utilizar de frutas, massinhas, papel alumínio e afins. Contudo, possíveis problemas podem surgir, como mal contato com os cabos e o “fio terra” e atraso de resposta por se tratar de um controle baseado em diferença de potencial, pois sem essa DDP não é possível o funcionamento, porém é possível resolver esses problemas, utilizando de condutores que geram mais DDP para assim diminuir o tempo de resposta entre a ação no *joystick* e a vista no jogo.

### 3. Resultados e Discussões

A partir do uso das placas *Makey Makey*, os alunos de eletiva de robótica do Colégio Estadual José Lobo transformaram objetos do cotidiano em *touchpads* como guitarras, baterias e tapetes de dança, com o uso de uma placa somente somado aos cabos ponta de jacaré, assim como mostra as Figuras 5, 6 e 7.



Figura 5



Fonte: Arquivo do autor (2022).

Figura 6



Fonte: Arquivo do autor (2022).

Figura 7



Fonte: Arquivo do autor (2022).

Todos os aparelhos foram criados com uso de materiais de baixo custo e fácil acesso, foi utilizado papelão, papel alumínio, papel EVA e a placa foi fornecida pelo professor mediador, a partir da explicação de como funciona o sistema das placas, os alunos produziram esses objetos com esse conhecimento sobre circuitos elétricos simples. Nota-se então, um alto interesse dos discentes quanto ao projeto em questão, por se tratar de algo diferente que chama a atenção dos alunos do século XXI, além de que o aprendizado é feito de forma divertida e colaborativa, onde todos devem trabalhar em conjunto para alcançar um objetivo em comum, os alunos se mostraram muito proativos e interessados. Nas Figuras 8 e 9, mostram

rapidamente como estava funcionando os aparelhos desenvolvidos pelos estudantes, que foram de grande eficiência e funcionaram corretamente.

Figura 8



Fonte: Arquivo do autor (2022).

Figura 9



Fonte: Arquivo do autor (2022).

De acordo com o que foi apresentado, pode-se notar que a cultura Maker com seu princípio faça você mesmo pode fazer a diferença na educação e despertar tamanha criatividade por parte dos alunos envolvidos no projeto.

#### 4. Considerações finais

Diante do exposto, fica evidente que o uso de metodologias ativas como a cultura *Maker* podem desenvolver o pensamento crítico dos estudantes de ensino médio, trazer benefícios como maior autonomia por parte dos discentes, a melhorar nas habilidades socioemocionais, a melhora com lidar com trabalho em equipe.

Pode-se perceber que a prática *Maker* possui uma grande importância nas habilidades necessárias para o estudante do século XXI, é de se notar que com base no ensino por projetos o aprendizado como o de circuitos elétricos torna-se mais lucido, aliando a teoria com a prática assim como as novas competências e habilidades da BNCC sugerem.

Por fim, fica nítido que o ensino da física mediada por metodologias ativas se mostra muito eficiente estimulando o protagonismo dos alunos em sala, despertando ideias neles além do que foi passado em sala nas aulas tradicionais. Portanto é notável que com as metodologias ativas como a *DIY* os alunos aplicam o conhecimento e vão além das aulas teóricas, contribuindo com o crescimento pessoal de cada discente.

## Referências

BLIKSTEIN, Paulo. **Digital fabrication and 'making' in education: the democratization of invention.** Stanford: Stanford University, 2013.

Brasil. Ministério da Educação. Brasília : Base Nacional Comum Curricular, 2018.

LIBÂNEO, José Carlos. **Tendências pedagógicas na prática escolar.** In: Democratização da Escola Pública — a pedagogia crítico-social dos conteúdos. São Paulo: Loyola, 1992. cap 1.

MORÁN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. **Coleção Mídias Contemporâneas.** Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. Vol. II, v. 2, 2015.

NOONOO, Stephen, **PLAYING Games Can Build 21st-Century Skills.** Research Explains How. EdSurge, 2019.

RAABE, A. L. A. *et al.* **Educação criativa: multiplicando experiências para a aprendizagem.** Recife: Pipa Comunicação, 2016.

SILVA, Maria Aparecida; JAELSON, SILVA. Cultura maker e educação para o século XXI: relato da aprendizagem mão na massa no 6º ano do ensino fundamental/integral do sesc ler Goiana. **XVI Congresso Internacional de Tecnologia na Educação.** Anais, Recife: SENAC. 2018.



# **PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO**

## *TEACHING PROPOSAL FOR TEACHING PHYSICS AND ASTRONOMY IN HIGH SCHOOL*

*Taisy Fernandes Vieira<sup>1</sup>, Michel Corci Batista<sup>2</sup>, Fernanda Peres Ramos<sup>3</sup>, Oscar Rodrigues dos Santos<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Secretaria de Educação do Estado do Paraná (SEED), tay\_fvieira@hotmail.com.

<sup>2,3,4</sup> Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEF), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), michel@utfpr.edu.br.

## **Introdução**

Atualmente a Física não é ensinada nas escolas de maneira interdisciplinar, e não leva em consideração que os alunos já possuem alguma compreensão do tema em discussão (MOREIRA, 2018). Batista, Coneglian e Rocha (2018) enfatizam que, o que se presencia nos diversos contextos escolares da educação básica é a falta de interação entre os conhecimentos, a fragmentação não só das diferentes disciplinas escolares, como também, entre os próprios profissionais da educação, da escola.

Nesse sentido, Japiassu (1976), Manacorda (1991) e Fazenda (2011), entre outros, relatam em suas pesquisas que o conhecimento difundido nos estabelecimentos de ensino vem sendo organizado de forma estanque e fragmentado, contribuindo para a formação de um indivíduo incompleto, dividido, alienado e desumanizado.

No intuito de proporcionar um ensino menos fragmentado, mais dinâmico e mais envolvente torna-se necessário que as metodologias de ensino tradicionais<sup>1</sup> sejam alinhadas a metodologias ativas e/ou que sofram alterações e até modificações.

Para que esse alinhamento entre as metodologias seja possível faz-se necessário pensar em uma teoria de aprendizagem que dê condições para que isso se torne viável. Nesse sentido, a teoria de Gagné pode ser bem apropriada, pois, de acordo com Moreira (1999), esta teoria é classificada como uma transição entre as teorias behavioristas e cognitivistas, uma vez que incorpora elementos das duas teorias.

A partir desse referencial podemos pensar em uma aprendizagem ativa dos educandos. Aprendizagem ativa, neste contexto, envolve a realização de atividades de ensino que permitam aos alunos se engajarem cognitivamente e refletirem ao longo do processo sobre aquilo que estão fazendo.

Com base nessas reflexões esse trabalho objetivou investigar as potencialidades de uma proposta didática interdisciplinar, à luz da teoria de aprendizagem de Gagné e da metodologia da sala de aula invertida, para o ensino de Física e Astronomia no Ensino Médio.

## **1. Fundamentação Teórica**

Segundo Moreira (1999), a teoria de ensino e aprendizagem de Gagné pode ser classificada como uma transição entre as teorias behavioristas e cognitivistas, uma vez que incorpora elementos das duas teorias.

De acordo com esse autor, a aprendizagem é uma modificação na disposição ou na capacidade cognitiva do homem que não pode ser simplesmente atribuída ao processo de crescimento. Gagné se preocupa com o processo de aprendizagem, com o que se realiza “dentro da cabeça” do indivíduo.

---

<sup>1</sup> Aquelas centradas no professor.

Com isso, ele distingue entre eventos externos e internos da aprendizagem, sendo o primeiro a estimulação que atinge o estudante e os produtos que resultam de sua resposta e o último são atividades internas que ocorrem no sistema nervoso central do estudante (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011).

Para Gagné (1975), a aprendizagem passa por processos atingidos por meio de eventos de aprendizagem que, quando estimulados externamente, travam um conflito interno não observável, porém validados por meio da mudança de comportamento que por sua vez pode ser verificado.

Na perspectiva gagniana, a aprendizagem ocorre dentro de cada um, “dentro do cérebro de cada pessoa”. Moreira (1999), discorrendo sobre Gagné, afirma o processamento da informação procura a todo ciclo de aprendizagem buscar indícios de conceitos anteriormente adquiridos (conhecimentos prévios), não estabelecendo um processo cumulativo de conhecimento, mas sim complementar e aprimorado.

As fases determinadas por Gagné servem como norte para professores. São fases baseadas nos estímulos necessários para o cérebro reter seja qual for a informação, começando com “chamar a atenção dos ouvintes”, passando pela apresentação dos objetivos e promoção da prática, até a retenção e possibilidade de transferência do conhecimento.

Para o desenvolvimento de estratégias instrucionais, Gagné (1975) propôs que em qualquer processo de aprendizagem, esteja presente uma sequência de nove eventos de instrução, divididos em três categorias (preparação, desempenho e transferência de conhecimento), que servem de guia para o trabalho. A nossa proposta está alicerçada na teoria de aprendizagem de Robert Gagné. A Teoria da Instrução de Gagné está relacionada teoricamente no behaviorismo sob referência do estímulo — resposta e no cognitivismo com a construção individualizada do conhecimento. Para o desenvolvimento de estratégias instrucionais, Gagné propõem nove eventos de instrução, que serviram de guia para o trabalho.

### **Categoria I: Preparação**

Evento 1: *Ganhar a Atenção*: O primeiro evento instrucional proposto por Gagné destaca a necessidade de ganhar a atenção do aluno, de modo a despertá-lo para a importância de aprender sobre determinado conteúdo. Evento 2: *Descrever os objetivos*: Mostrar o que o aluno vai aprender e como poderá utilizar o novo conhecimento. Evento 3: *Estimular a conexão com o conhecimento anterior*: Estimular a memória e as anteriores aprendizagens (pré-requisitos).

### **Categoria 2: Desempenho**

Evento 4: *Apresentar o material a ser aprendido*: Por meio de simulações, demonstrações, aula expositiva, dialogada, entre outras. Evento 5: *Orientar a aprendizagem*: O quinto evento busca proporcionar ao aluno orientação para a aprendizagem, com o propósito de auxiliar os estudantes a compreenderem, organizarem e perceberem a importância de usar a codificação semântica (verbalização). Evento 6: *Propiciar desempenho*: O sexto evento busca evidenciar o desempenho, a resposta esperada, permitindo ao aluno demonstrar a aprendizagem ou os problemas da aprendizagem por meio do estímulo à memorização, às aplicações, resumos e generalizações. Evento 7: *Dar feedback*: Informar, de forma imediata, se o estudante aplicou corretamente ou não os conhecimentos trabalhados que seriam uma espécie de devolutiva ou de avaliação do aluno acerca do seu desempenho nas diferentes atividades da aplicação

### **Categoria 3: Transferência de Conhecimento**

8. *Avaliar o desempenho*: O oitavo evento refere-se à avaliação do desempenho, existem diferentes formas de avaliação, em atenção à necessidade de diversificação, de modo a possibilitar que os alunos possam exercitar seus conhecimentos em tarefas distintas e com objetivos igualmente diferenciados. 9. *Generalização*: O novo e último evento instrucional refere-se ao estímulo, à retenção e à transferência da aprendizagem, com o propósito de proporcionar ao aluno oportunidades de aplicar e generalizar o que foi aprendido



## 2. Métodos e Materiais

Nosso trabalho possui natureza qualitativa do tipo exploratória, tendo em vista que a constituição de dados se deu de forma empírica e realizada em grande parte, por meio de observação direta (MINAYO 2003). Podemos dizer ainda que nossa pesquisa é uma pesquisa aplicada do tipo translacional, pois visa descrever com detalhes as situações de ensino e aprendizagens implementadas em sala a partir da constituição de um produto educacional.

Os dados para a realização da pesquisa foram constituídos no segundo semestre do ano de 2020, com um grupo de 10 alunos, sendo 5 meninas e 5 meninos, que estudavam no terceiro ano do Ensino Médio em uma instituição da rede pública de ensino da cidade de Campina da Lagoa, região centro-oeste do Estado do Paraná.

Nosso trabalho foi dividido em seis módulos, construídos à luz da teoria de aprendizagem de Gagné<sup>2</sup>, com o equivalente a treze aulas de 45 minutos sempre no contraturno das atividades regulares. Os alunos escolheram o horário que queriam para a realização dos encontros síncronos, tais encontros ocorreram sempre as quintas-feiras no período noturno das 21h às 22h30.

Para a constituição dos dados de pesquisa utilizamos como instrumentos: 1. questionários, no início e no fim da implementação da proposta a fim de recolher informações sobre os conteúdos conceituais relacionados a temática da proposta; 2. documentos produzidos pelos alunos ao longo da implementação; 3. diário de campo dos pesquisadores, no qual foi registrado as impressões dos mesmos sobre a participação dos alunos nos encontros síncronos e 4. mapa mental, com o intuito de verificar quais relações os alunos estabeleceram sobre o tema abordado.

---

<sup>2</sup>A proposta didática não foi apresentada no artigo por conta do Número de páginas, a mesma constitui-se em um produto educacional do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, que foi transformada em livro e pode ser encontrada em: <https://www.atenaeditora.com.br/catalogo/ebook/ensino-remoto-intencional-sala-de-aula-invertida-e-interdisciplinaridade-possibilidades-para-um-ensino-de-astronomia-no-ensino-medio>

Para esse artigo utilizaremos apenas um recorte, com o instrumento mapa mental, o qual analisamos a partir da perspectiva teórica de Novak e Gowin (1984), Buzan (2009) Batista e Gomes (2021).

### **3. Resultados e Discussões**

Ao final da implementação da proposta de ensino para o tema gravitação solicitamos aos alunos a construção de um mapa mental, que havia sido devidamente explicado aos mesmos o procedimento de construção. Para esta etapa de análise contamos com a produção de 10 mapas mentais, ou seja, todos os alunos participantes da proposta produziram o mapa ao final do trabalho. Os mapas foram produzidos em casa pelos alunos e encaminhados via plataforma online.

Para a análise dos mapas mentais produzidos pelos alunos utilizamos como referência alguns dos critérios descritos por Novak e Gowin (1984) e Buzan (2009), em seus trabalhos, ou seja, além da observação da hierarquia e da relação válida entre os conceitos, apresentados por Novak e Gowin (1984), também buscamos verificar a abrangência dos assuntos tratados, a inserção de ideias próprias e a utilização de técnicas (cores, símbolos, imagens, desenhos, equações) que facilitam o aprendizado, esses são critérios citados por Buzan (2009). Ao final ainda buscamos evidenciar quais mapas estabeleciam relações interdisciplinares em sua estrutura. Na figura 1 apresentamos um gráfico com os respectivos critérios de avaliação dos mapas mentais.

Na análise dos mapas mentais entregues pelos alunos, verificamos que, seguindo os critérios estabelecidos, 100% dos alunos seguiram uma hierarquia na organização dos conteúdos, porém apenas 30% dos alunos conseguiram estabelecer uma abrangência dos assuntos expressos no mapa. É importante ressaltar que fizemos um mapa de referência e que estabelecemos parâmetros para o item abrangência do assunto.

Assim, só consideramos os mapas com abrangência dos assuntos aqueles que apresentaram os conceitos físicos mais importantes, como as leis de Newton, as leis de Kepler e a lei da Gravitação Universal.

Quanto ao critério de estabelecimento de relações entre conceitos podemos dizer que 9 dos 10 alunos (90%) participantes conseguiram estabelecer a relação entre os conceitos, visto que além dos conteúdos de Física, também foram capazes de trazer para seus mapas palavras que mostravam as relações interdisciplinares estabelecidas em sua estrutura de pensamento.

Ressaltamos aqui que além dos conceitos físicos o aluno 1 apresentou em seu mapa termos como: corrida espacial, guerra fria, segunda guerra mundial, cita o filme assistido estrelas além do tempo e explicita a palavra interdisciplinaridade. Podemos dizer que para o aluno 1 o termo indutor do mapa gravitação representa mais do que apenas conteúdos de Física, e isso é o que consideramos importante no processo de aprendizagem.

Figura 1 — Gráfico demonstrativo da incidência dos critérios analisados nos mapas mentais.



Fonte: Autoria própria (2021).

Esta amostra deixa evidente que a maioria dos alunos conseguiram estabelecer em suas mentes uma organização para os novos conceitos apreendidos e construir relações de dependência entre eles.

Quanto a inserção de ideias próprias, percebemos uma dificuldade por parte dos alunos, apenas 50% deles conseguiram apresentar as mesmas em algum lugar do mapa. Essa dificuldade de acordo com Viacelli (2020), pode ser fruto da dependência criada no processo de ensino mecânico ao qual eles foram submetidos ao longo dos anos de estudos escolares.

Mesmo o professor oferecendo aulas planejadas no intuito de promover a autonomia e o protagonismo estudantil, esse processo de mudança pode ser lento, em virtude de necessitar um movimento mental de reconstrução e reorganização da sua estrutura cognitiva (VIACELLI, 2020, p. 82). Em relação ao uso de técnicas, pôde-se observar que, 70% dos alunos conseguiram utilizá-las na elaboração de seus mapas.

#### **4. Considerações Finais**

A partir da análise dos mapas mentais é possível inferir que os alunos de maneira geral ressaltaram as leis físicas pois, as palavras destacadas com maior hierarquia foram: Leis de Newton e Leis de Kepler, seguidas dos seus respectivos nomes.

Também conseguimos perceber que os alunos estruturaram em seus pensamentos alguns conceitos de Física estudados durante a implementação da proposta, tais conceitos são representados pelas palavras: Força, Gravidade, Geocêntrico, Heliocêntrico, Periélio, Afélio, também apresentadas na nuvem.

Por fim evidenciamos que os alunos conseguiram estabelecer relações interdisciplinares para o tema gravitação universal a partir das palavras: Astronomia, Guerra, Fria, União, Soviética, EUA, Confronto, Nasa, Cientista, Machismo.

De maneira geral, observamos a partir dos mapas mentais que os alunos conseguiram estabelecer relações importantes sobre os conceitos

de Física estudados, bem como perceber as relações interdisciplinares estabelecidas com os mesmos.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001

## Referências

BATISTA M. C.; CONEGLIAN, D. R.; ROCHA, D. R. Interdisciplinaridade no ambiente escolar: uma possibilidade para formação integral no Ensino Fundamental. **Revista Pontes**, Paranavaí, v. 1, nº 1, p. 107-122, 2018.

BATISTA, M. C.; GOMES, E. C. Diário de campo, gravação em áudio e vídeo e mapas mentais e conceituais. In: Magalhães Júnior, C. A. O.; Batista, M.C. (org.). **Metodologia da Pesquisa em Educação e Ensino de Ciências**. Maringá: Massoni. 288- 300, 2021.

BUZAN, Tony. **Mapas Mentais**/Tony Buzan [Tradução de Paulo Polzonoff Jr.]. Rio de Janeiro, 2009. Ed. Sextante.

FAZENDA, I.C.A. (org). **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: Efetividade ou ideologia**. 6, ed. Loyola Jesuítas: São Paulo, 2011.

GAGNÉ, R. M. **Como se realiza a aprendizagem**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975.

JAPIAUSSI, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago,1976. 220 p.

MANACORDA, M.A. **Max e a pedagogia moderna**. São Paulo: Cortez, 1991.

MINAYO, M.C. de S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 22<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro, Vozes, 2003.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**. v.32, n. 94, 2018.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Learning how to learn**. New York, NY: Cambridge University Press, 1984.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. **Teorias de Aprendizagem**. Porto Alegre: Evangraf; UFRGS, 2011.

VIACELLI, K. A. G. **Uma proposta de sequência didática para o ensino de eletricidade com o uso de atividades experimentais e simuladores educacionais**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2020.

**UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O  
ESTUDO FÍSICO E MUSICAL DA VIBRAÇÃO DE BARRAS  
HOMOGÊNEAS POR MEIO DA KALIMBA**  
*POTENTIALLY SIGNIFICANT TEACHING UNIT FOR THE PHYSICAL AND  
MUSICAL STUDY OF HOMOGENEOUS BARS VIBRATION THROUGH  
KALIMBA*

*Vinicius de Oliveira Moraes<sup>1</sup>, Francisco Nairon Monteiro Júnior<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) — Polo 58, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), [vinicius-78@outlook.com](mailto:vinicius-78@outlook.com).

<sup>2</sup> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) — Polo 58, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), [naironjr67@gmail.com](mailto:naironjr67@gmail.com).

## **Introdução**

Existe um vasto universo de possibilidades de diálogo entre ciência e cultura, particularmente, no nosso caso, entre acústica física e acústica musical. Alguns interessantes produtos educacionais relacionados a este tema já foram desenvolvidos no âmbito do polo 58 — UFRPE do MNPEF. Tais produtos utilizaram-se da aprendizagem significativa enquanto teoria cognitivista, articulando-a com metodologias de aplicação, tais como os três momentos pedagógicos e o ensino sob medida no estudo da velocidade do som e sua medição (OLIVEIRA FILHO, 2022), a sequência didática potencialmente significativa para o estudo da equação representativa da onda estacionária numa corda fixa (CUNHA, 2019), para

a compreensão do conceito de ressonância (MEDEIROS, 2019) e ainda no estudo dos tubos sonoros (MACIEL NETO, 2019), bem como uma sequência de ensino investigativa (SEI) para o estudo de físico e musical de cordas homogêneas, fixas em ambas as extremidades.

Quase não há trabalhos sobre o uso da kalimba como instrumento da análise física e musical da vibração de uma barra homogênea, presa em uma de suas extremidades. Na revisão bibliográfica em que analisamos os principais periódicos e encontros de ensino de física do Brasil (Experiências em Ensino de Ciências, Investigações em Ensino de Ciências, Revista Brasileira de Ensino de Física, Revista do Professor de Física, A Física na Escola, Aprendizagem Significativa em Revista, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Ensaio — Pesquisa em Educação em Ciências, Simpósio Nacional de Ensino de Física, Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Congresso Nacional de Educação, Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências), não encontramos nenhum trabalho versando sobre esse tema, o que aponta para a originalidade da pesquisa que realizamos, consistindo, assim, numa nova contribuição para a apropriação da relação entre física e música, voltada para o desenvolvimento de produtos educacionais.

É, portanto, neste esforço de pesquisa que ofertamos a presente contribuição para este maravilhoso e instigante mundo do estudo das vibrações de fontes de instrumentos musicais. Encontramos na kalimba um corpo sonoro que levou ao desenvolvimento de interessantes atividades no ensino da física do som — estamos nos referindo, especificamente, ao estudo de vibração de barras, no contexto do funcionamento de uma importante fonte sonora de instrumentos musicais da família dos lamelofones.

## **1. Fundamentação Teórica**

Segundo a teoria de David Ausubel (MOREIRA, 2011), o processo de aprendizagem acontece quando envolve a interação da nova informação



abordada com a estrutura cognitiva do aluno. Assim, devemos sempre considerar os conhecimentos prévios como ponto de partida para um novo conhecimento. Dessa forma, é necessário que o aluno encontre significado no que está aprendendo, para que significativamente possa aprender. Essa metodologia de ensino deve ser feita por meio de uma sequência didática, através de uma linha cognitivista, onde o foco está nos processos mentais como percepção, resolução de problemas, tomadas de decisões, informações processadas e compreensão a partir de uma avaliação do que os alunos previamente sabem.

A teoria cognitiva de Ausubel incentiva o uso de organizadores prévios que servem como instrumentos para uma nova abordagem. Elementos introdutórios devem ser apresentados antes de ser aprendido. Não somente a nova informação, mas também o antigo conceito acaba sofrendo modificações pela interação entre ambos. O ponto central da teoria é o termo *subsunção*, que pode ser entendido como o ponto cognitivo do aluno que dará sentido a um novo conhecimento. Essa associação dos conhecimentos prévios com os novos conhecimentos resulta na aprendizagem significativa.

Foi neste contexto investigativo que utilizamos a Kalimba, a qual consiste de um conjunto de lâminas (também chamadas de teclas) fixado no tampo superior de uma caixa de ressonância, possuindo um ou mais orifícios, cuja função é a de otimizar a propagação do som produzido pela vibração das lâminas e amplificado pela caixa de ressonância. Tal caixa de ressonância é, em geral, construída em madeira e possui a mesma função da caixa de um violão ou violino ou ainda de um piano, qual seja, a de amplificar o som. A figura 1 mostra a Kalimba e sua afinação mais comum.

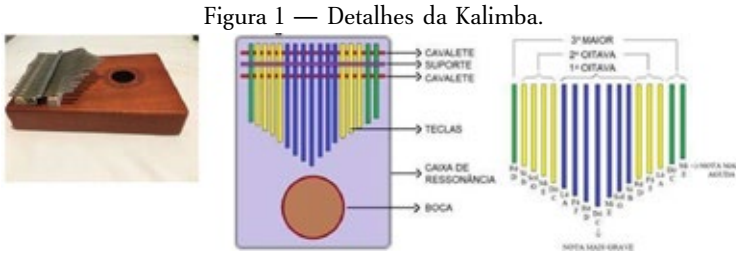
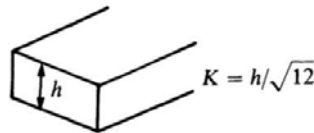


Figura 1 — Detalhes da Kalimba.

Fonte: os autores.

Sabemos que quando uma lâmina, presa em uma das extremidades, é posta para vibrar, ela vibra em frequências que dependem, fundamentalmente, da sua elasticidade e comprimento. O detalhamento do modelo físico para a vibração de uma lâmina homogênea encontra-se na dissertação de mestrado (MORAES, 2022) e não será apresentado aqui por exiguidade de espaço. Para uma lâmina de espessura  $h$  e comprimento  $L$ , os modos naturais de vibração, tomando a condição de que ela está presa numa das extremidades, como no caso da kalimba, são dados por:

$$f_n = \frac{\pi K}{8L^2} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$



onde  $E$  é o coeficiente de elasticidade,  $K$  o raio de giração, e  $\rho$  a densidade linear.

Partindo dessa relação matemática, podemos observar que a frequência do modo fundamental varia com o inverso do quadrado do comprimento da lâmina, ou seja,  $f_1 \sim \frac{1}{L^2}$ . Isso significa que quando a lâmina vibra com a metade de seu comprimento, sua frequência quadruplica, alcançando duas oitavas, enquanto que na corda vibrante, quando a vibração se dá com a metade do seu comprimento inicial, a frequência apenas dobra (uma oitava), consistindo numa diferenciação progressiva.

## 2. Métodos e Materiais

Nossa pesquisa se insere na perspectiva qualitativa do tipo etnográfico, mais especificamente “empírica experimental qualitativa”, na medida em que nos inserimos enquanto professor e pesquisador na aplicação do produto, utilizando, para tanto, as UEPS. Utilizamos como instrumento de coleta de dados o questionário inicial, bem como os questionários e resultados das atividades experimentais. Na análise, criamos três categorias, quais sejam:

**CATEGORIA 1:** viabilidade do debate entre os componentes de cada grupo, criados com vistas à integração de ideias e pensamentos em torno das respostas ao questionário inicial, no entendimento de que as frequências de vibração de um corpo sonoro dependem de suas dimensões.

**CATEGORIA 2:** viabilidade de atividades experimentais, sendo a 1ª atividade a construção ou o reforço da subsunção necessária ao entendimento da física da vibração de uma lâmina, reforçando a ideia de que a frequência de vibração é função do comprimento da lâmina.

**CATEGORIA 3:** viabilidade de atividades experimentais, sendo a 2ª atividade de reconciliação integrativa dos conhecimentos e experiências vivenciados nas duas atividades anteriores, buscando fatores positivos ou negativos do produto educacional. A seguir apresentamos a estrutura da UEPS:

### **Aula 1:**

*Atividade 1 (10 minutos):* apresentação do tema valorizando o protagonismo dos estudantes e a experimentação envolvendo física e música, evidenciando que se trata do fechamento do estudo que está sendo feito sobre ondas mecânicas e som.

*Atividade 2 (20 minutos):* aplicação do questionário inicial, mostra de um vídeo sobre a kalimba e debate sobre o que eles acharam interessante,

procurando relevar se observaram detalhes da confecção da kalimba, bem como conceitos de acústica que aparecerem nas falas dos alunos.

*Atividade 3 (20 minutos):* atividade experimental 1 sobre a vibração de uma lâmina de serra, com ficha de laboratório com passos a serem executados e questionário dos conhecimentos prévios.

## **Aula 2:**

*Atividade 4 (25 minutos):* a partir a socialização das respostas da atividade experimental, introduzir a equação matemática que descreve o modo fundamental de vibração da lâmina em função do seu comprimento, discutindo os conceitos de frequência e altura.

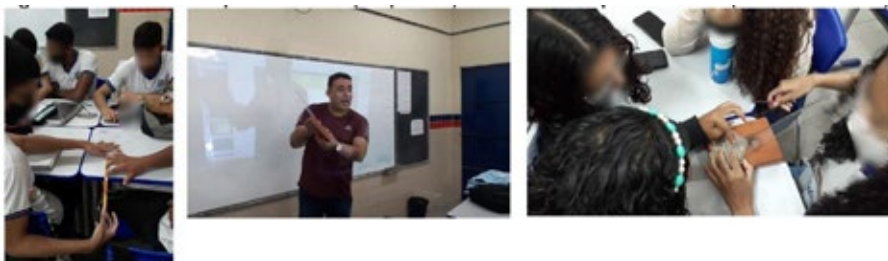
*Atividade 5 (25 minutos):* uma vez clara a dependência da frequência com relação ao comprimento da lâmina, podemos partir para o debate em torno da escala da kalimba. Neste momento, o professor apresenta a escala cromática de 12 semitons como uma progressão geométrica de razão  $\sqrt[12]{2}$ , bem como os padrões de intervalos das escalas maior e menor, evidenciando que são derivadas da escala de 12 semitons.

## **Aula 3: Avaliação**

*Atividade 6 (50 minutos):* atividade experimental 2, qual seja a medição do comprimento útil das 17 lâminas da kalimba, anotando os valores na ficha de atividade. Na sequência, os estudantes irão calcular os valores, tomando por base o valor medido para a lâmina de maior comprimento (dó) e calculando os comprimentos das outras 16 lâminas, utilizando a razão  $\sqrt[12]{2} = 1,059$ .

Os detalhes da confecção do produto educacional, bem como da sua aplicação podem ser encontrados na dissertação de mestrado (MORAES, 2022). Na figura 2 apresentamos algumas imagens da aplicação do citado produto.

Figura 2 — atividade experimental 1 (esquerda) e atividade experimental 2 (centro e direita).



Fonte: os autores.

### 3. Resultados e Discussões

**CATEGORIA 1 (análise das respostas ao questionário inicial):** as respostas ao questionário inicial foram bastante satisfatórias. Em todos os cinco grupos, as respostas apontaram para a diferença entre sons agudos e sons graves, a saber, entre as vozes feminina e masculina, entre aguitarra e o baixo, entre o tarol e a alfaia e, também entre as teclas de um mesmo instrumento, no caso, a lira. No caso da guitarra e do contrabaixo, todos os grupos atribuíram a qualidade de agudo ou grave à espessura das cordas. Interessante observação apareceu na resposta dada pelo grupo 4, na afirmação de que “a diferença entre baixo e guitarra é que no baixo tem um som bem mais grave, por isso ele costuma ser usado pra marcar bem o ritmo da música. A guitarra é menor do que o baixo e tem cordas a mais também”. Além da resposta apontar a diferença entre o tamanho da guitarra e do baixo, aparece outro elemento da performance musical que é a marcação do ritmo.

**CATEGORIA 2 (análise das respostas da atividade experimental 1):** As respostas dadas pelos cinco grupos à primeira pergunta apontam que houve o entendimento de que a frequência, no caso particular de uma lâmina, depende do seu comprimento útil, muito embora, em algumas

delas, os termos não tenham sido precisos. Termos como “vibração menor”, “devagar fica a lâmina” e “mais rápida fica a oscilação” foram utilizados para se referir à frequência. Aqui cabe refletir sobre o que é mais importante, o signo ou o significado? Importa perceber que a ideia que está por trás destes termos é frequência e, portanto, cientificamente coerente, necessitando atribuir à significação o signo correto (frequência). No caso da segunda pergunta, percebemos uma certa discrepância nas significações atribuídas pelos grupos à experiência. Precisamos, observar, antes de tudo, que, na medida que diminuimos o comprimento útil da lâmina, não só a frequência aumenta, mas também a intensidade do som emitido. Essa significação parece estar presente nas afirmações de que “quanto mais perto maior o som” ou “que quanto mais fora do tampo, o som da lâmina é menor”, estando presente a percepção de que a frequência varia como comprimento.

### **CATEGORIA 3 (análise das respostas da atividade experimental 2):**

todos os grupos perceberam desvio entre os valores medidos e os calculados para os comprimentos úteis das lâminas da kalimba e chegaram à compreensão de que tais diferenças resultam da desafinação dos exemplares analisados. Tal conclusão pode ser percebida nas respostas dadas pelos grupos 1, 2 e 4, respectivamente, “concluimos que a afinação está desregulada”, “que ela não está muito afinada” e “há uma diferença, pra menor”. Interessante registrar que as repostas dadas pelos grupos 3 e 5, além de apontarem para a desafinação, perceberem, intuitivamente, um detalhe importantíssimo no estudo da sensibilidade da percepção auditiva, qual seja, o de que o ouvido percebe variações muito pequenas de frequência e que, por isso, os instrumentos musicais precisam ser afinados com bastante precisão. Ao afirmarem que “por causa de milímetros o som consegue ficar diferente” e que “o que podemos concluir, por mais que o detalhe seja pequeno faz uma grande diferença” indica para esta maravilhosa característica da audição humana.

## 4. Considerações Finais

Os alunos conseguiram perceber que a vibração de uma lâmina no seu modo fundamental depende de seu comprimento, inclusive ampliando a compreensão de que as frequências de vibração de um instrumento dependem das suas dimensões. Nesse percurso, percebemos que a ludicidade e a curiosidade são fatores importantes na aprendizagem, pois são o caminho para despertar o interesse, uma vez que os alunos aprendem se estiverem motivados para tal. Valorizar o protagonismo, desde a identificação desse instigante instrumento musical, sua afinação, reconhecimento das notas musicais de cada uma das lâminas, a relação com suas frequências de vibração com vistas à apreensão do modelo físico representativo dos modos normais de vibração da lâmina, resultou numa participação ativa na manipulação do instrumento, que levou à percepção auditiva da variação do som de acordo com o comprimento de cada lâmina.

Com respeito à categoria de análise 1, notamos que o debate em torno das respostas ao questionário inicial levou, em parte, à percepção da relação entre os modos normais de vibração e as dimensões vibrantes dos corpos sonoros. Com respeito à categoria 2, a atividade experimental 1 permitiu a construção ou reforço da subsunção necessária ao entendimento da física da vibração de uma lâmina, reforçando a ideia particular de que a frequência de vibração é função do comprimento da lâmina. Com respeito à categoria de análise 3, o percurso apontou a viabilidade da atividade experimental 2 na reconciliação integradora dos conhecimentos físicos e musicais, agora percebendo a relação entre cada lâmina da kalimba e a experiência da serra, bem como os diferentes comprimentos que geram as diferentes frequências das notas musicais do instrumento.

Por fim, a análise dos dados coletados apontou para a importância do protagonismo na aprendizagem significativa, bem como para a construção de um importante subsunção para a continuidade dos estudos em

acústica, qual seja, o de que a frequência de vibração de um corpo é função de suas dimensões.

## **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001.

## **Referências**

ARAÚJO FILHO, J. V. **Seqüência de ensino por investigação significativa no estudo das relações entre física e música em atividades experimentais envolvendo o oscilador de Melde**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) — Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife.

CUNHA, R. C. **Investigando a equação de uma onda estacionária no tempo e no espaço por meio de atividades experimentais como organizadores avançados**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) — Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife.

MACIEL NETO, A. S. **Seqüência didática para a aprendizagem significativa da acústica física e da acústica musical, relativas aos tubos sonoros, utilizando organizadores prévios e atividades experimentais com o tubo de Kundt**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) — Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife.

MEDEIROS, A. C. B. **Ciência e percepção: Aprendizagem significativa do conceito de ressonância por meio de atividades experimentais como organizadores avançados**. 2019. Dissertação (Mestrado



Profissional em Ensino de Física) — Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife.

MORAES, V. O. Unidade de ensino potencialmente significativa para o estudo físico e musical da vibração de barras homogêneas por meio da análise experimental da kalimba. 2022. 77f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) — Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: um conceito subjacente.** Aprendizagem Significativa em Revista, v. 1, n. 3, 2011.

OLIVEIRA FILHO, J. P. **Sequência didática investigativa baseada nos três momentos pedagógicos de Delizoicov para a determinação experimental da velocidade do som no ar.** 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) — Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife.



**PROJETO “A FÍSICA VAI À ESCOLA I”: RELATO DE EXPERIÊNCIA DA  
APLICAÇÃO DE UMA OFICINA INVESTIGATIVA NO ENSINO  
FUNDAMENTAL MAIOR**

*PROJECT “PHYSICS GOES TO SCHOOL I”: EXPERIENCE REPORT OF THE  
APPLICATION OF AN INVESTIGATIVE WORKSHOP IN HIGHER  
ELEMENTARY SCHOOL*

*Isabela dos Santos Carvalho<sup>1</sup>, Fátima Nazaré Baraúna Magno<sup>1</sup>, Carlos  
Rogério Gomes Cabral<sup>2</sup>, João Francisco Moreira de Carvalho<sup>1</sup>, Larissa da  
Silva Costa<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Universidade Federal do Pará (UFPA), isabela.carvalho@icen.ufpa.br,  
joao.carvalho@ig.ufpa.br, larissa.costa@icen.ufpa.br.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA),  
carlosrogeriocr@unifesspa.edu.br.

## **Introdução**

No ensino tradicional o professor é o detentor do conhecimento e assume, muitas vezes, o papel de transmissor e o estudante é apenas ouvinte de suas falas (MUNFORD; LIMA, 2007). Desse modo, buscamos explorar possibilidades de interação e diálogo com os professores, para então, apresentar propostas educativas que aproximam o professor e os estudantes para a construção do conhecimento (FREIRE, 2011).

Neste contexto, uma estratégia de ensino, dentre outras, que vem sendo discutida nesses espaços educativos e que pode contribuir para

a mudança deste cenário de um ensino transmissivo, é o Ensino por Investigação. Utilizamos essa perspectiva como base para realização deste trabalho, porque acreditamos que permite um olhar para o conteúdo menos centrada no educador, pois coloca o educando como protagonista na construção do conhecimento. Ao nos referirmos ao ensino experimental, a concepção tradicional geralmente prioriza a realização do experimento na forma do cumprimento de uma série de passos previamente elaborados pelo professor ou especialista (FERREIRA; HARTWIG; OLIVEIRA, 2010). Em contrapartida, o a experimentação baseada em uma metodologia ativa, possibilita que o aluno seja mais participativo na construção do experimento, propondo questionamentos, levantando e testando hipóteses e é possibilitado de explorar seu aparato experimental.

O projeto "física vai à Escola I", está vinculado ao Núcleo de Estudos REPENSE, voltado para desenvolvimento de oficinas e atividades investigativas para o ensino básico, especificamente, para alunos do fundamental maior compreendido do 6º ao 9º ano. O objetivo desde projeto é contribuir na Formação Continuada de Professores do Ensino Fundamental de escolas públicas, e de seus alunos, que não possuem Laboratório Multidisciplinar, onde por meio de metodologias ativas será viabilizado o contato do aluno com a construção de experimentos e contextualização de fenômenos físicos e interdisciplinares. Entre alguns dos objetivos específicos da nossa proposta, está a realização de pesquisas sobre metodologias ativas no Ensino de Ciências, as quais já vem sendo desenvolvidas junto com o Grupo de Pesquisa de Física (GPEF-UFPA) e a elaboração e aplicação de oficinas de atividades investigativas, visando a construção de brinquedos científicos, utilizando material alternativo.

## 1. Fundamentação Teórica

### Experimentação no Ensino de Ciências

A experimentação é uma prática centenária cuja origem advém de trabalhos Universitários, com a finalidade de melhorar a aprendizagem dos alunos com dificuldades na aplicação dos conteúdos científicos (IZQUIERDO, *et al.* 1999). Nessa perspectiva, entendemos que a experimentação pode integrar as aulas de ciências, refletindo no ensino e aprendizagem dos alunos. As atividades experimentais podem ser: atividades de demonstração, de verificação e de investigação.

As atividades de demonstração são apresentações realizadas pelo professor por meio das quais se ilustra e se fundamenta a explicação de conceitos. Nesse sentido, as atividades demonstrativas podem ser realizadas dentro da própria sala de aula, onde o professor manuseia o aparato experimental. Nesse tipo de atividade o aluno é passivo, apenas observando o experimento. Já as atividades de verificação são realizadas para comprovar uma teoria ou uma lei. Somente nas propostas de atividades investigativas que o aluno se torna mais ativo e participativo na execução dos experimentos, interpretando o problema e apresentando possíveis soluções para o mesmo modelo (GASPAR; MONTEIRO; ALVARENGA, 2005).

Séré, Coelho e Nunes (2003) argumentam que as atividades experimentais são enriquecedoras para os alunos, dando um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens. De acordo com os autores, as atividades possibilitam aos alunos um olhar crítico, preparando-os, assim, para tomar decisões na investigação proposta pela atividade e na discussão dos resultados. A experimentação é relevante para a educação em Ciências, porque através dela o aluno explora sua criatividade, seu senso crítico, e, se bem explorados pelo professor, melhora seu processo de ensino-aprendizagem.

## Ensino por Investigação

O Ensino por Investigação (inquiry-based teaching) é uma abordagem que está presente ao longo da história da educação em Ciências. O filósofo John Dewey (1859-1952) fez críticas às formas de como as ciências eram ministradas aos alunos, defendendo o uso mais frequente de laboratórios durante as aulas. Na década de 1950, com o contexto social propício para o desenvolvimento industrial e científico, a comunidade científica valorizava cada vez mais as práticas de ensino por investigação, com o objetivo de formar futuros cientistas. A implementação em sala de aula emergiu por este e outros motivos, e atualmente esta prática é estudada e adaptada por diversos autores e educadores (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Segundo a literatura, autores como Sasseron (2015) e Solino (2017) consideram que o Ensino por Investigação é uma abordagem didática, pois não está associado a estratégias específicas, mas às ações e às práticas realizadas pelo professor quando da proposição dessas estratégias e tarefas aos estudantes, sendo essencial o estabelecimento de liberdade intelectual aos alunos para a investigação de um problema (CARVALHO, 2013). Na literatura científica nacional, os termos mais comumente utilizados são: ensino de ciências por investigação, ensino por descoberta, ensino e aprendizagem como investigação ou atividades investigativas (ZOMPERO E LABURÚ, 2011).

O Ensino por Investigação se fundamenta em uma visão construtivista, visando assim uma participação ativa do aluno no processo ensino-aprendizagem. Uma das maiores influências do movimento construtivista para o contexto educacional foi a de deslocar o centro de atenção dos métodos de ensino (técnicas) para os processos de aprendizagem (AGUIAR, Jr, 1998). Esse desdobramento foram graças a pesquisadores construtivistas como Piaget e Vygotsky que contribuíram para as tentativas de explicar como as crianças e jovens constroem seu próprio conhecimento.

Dessa forma, para que atividades experimentais sejam de fato consideradas investigativas, precisam seguir um percurso, tendo características de trabalhos científicos. Segundo Carvalho et al (1998),

a resolução de um problema pela experimentação deve envolver também reflexões, relatos, discussões, ponderações e explicações características de uma investigação científica. As demonstrações experimentais investigativas, são uma das estratégias que contemplam o Ensino por Investigação, partindo da apresentação de um problema relacionado ao fenômeno a ser estudado e propõem ao aluno uma reflexão acerca desse fenômeno, proporcionando um caráter investigativo a esta atividade (CARVALHO, 2014).

Alguns aspectos sobre as demonstrações investigativas são propostos por Gil e Castro (1996), e podem favorecer a reflexão dos estudantes, potencializar análises qualitativas, envolver elaborações de hipóteses pelos alunos nas atividades investigativas, considerar as análises e resultados a partir dos conhecimentos disponíveis do levantamento de hipóteses e de resultados de outras equipes e ressaltar a dimensão coletiva do trabalho científico.

### **Sequência de Ensino Investigativas**

O Ensino por Investigação é uma abordagem didática com características que facilitam a ocorrência de interações discursivas entre os estudantes e, nesse sentido, as Sequências de Ensino Investigativas (SEI) podem facilitar o surgimento de interações e aumentar a possibilidade de o professor atuar como mediador e não como agente puramente transmissor de conhecimento (CARVALHO, 2013; SASSERON E CARVALHO, 2011; TRIVELATO e TONIDANDEL, 2015; MOTOKANE, 2015).

A SEI pode ser descrita como uma sequência de atividades que abrange um tópico do programa escolar, onde cada atividade planejada deve buscar a interação dos conhecimentos prévios do aluno com os conhecimentos socialmente e historicamente construídos. Espera-se que o aprendiz possa passar dos conhecimentos espontâneos aos científicos. O objetivo principal da SEI é trabalhar um tema de forma integrada, propondo possíveis questionamentos e adaptando o grau de liberdade

dados ao aluno. São vários os tipos de atividades investigativas que podemos planejar para organizar uma SEI (CARVALHO, 2014).

## 2. Métodos e Materiais

Para aplicação da oficina, uma das escolas escolhidas foi a Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Renato Pinheiro Condurú, localizada na cidade de Belém-PA. A aplicação da oficina ocorreu no dia 22 de dezembro de 2021, pelo turno da manhã, tendo a participação de duas turmas do 9º ano. A segunda aplicação foi resultado de uma parceria entre os participantes do Projeto e o Prof. Me. Carlos Rogério Gomes Cabral, da Escola Municipal de Ensino Básico Ronilton Aridal da Silva Grilo, de Canaã dos Carajás-PA, que aplicou o Projeto em suas turmas e na Feira de Ciências.

Os bolsistas do projeto, juntamente com a coordenadora, confeccionaram as SEIs para um formato que denominamos de cadernos interativos, com duas. A primeira, de forma impressa e encadernada, na qual foi utilizada na oficina presencial e, a segunda, foi pensada durante a pandemia da COVID-19, onde através da plataforma *Liveworksheets* foi inserido interações virtuais do aluno com o material. Os experimentos escolhidos para a oficina foram:

Quadro 1 — Experimentos escolhidos.

Experimentos	Tema da Física
Lata mágica	Mecânica
Pulmão artificial	Hidrostática
Garrafa térmica caseira	Termologia
Câmara Escura de Orifício	Óptica

Fonte: Próprios autores (2021).

O projeto foi desenvolvido em 3 momentos:

**Primeiro momento:** foi feito o levantamento dos materiais para a produção dos experimentos, posteriormente houve um encontro entre os



membros da equipe e a coordenadora. Foi realizada a montagem prévia dos experimentos e separados os materiais para os alunos montarem seus próprios experimentos no dia da aplicação da oficina.

**Segundo momento:** Estudo da bibliografia relacionada com o projeto e confecção dos cadernos interativos com base na metodologia escolhida.

**Terceiro momento:** Realização da oficina em uma escola pública de ensino fundamental da Região Metropolitana de Belém. Cada voluntário ficou responsável pela mediação de um experimento.

Figura 1 — Exemplo de caderno interativo.



Fonte: Próprios autores (2021).

A aplicação do projeto Física vai à Escola II, foi realizada no segundo semestre de 2022, para alunos de uma turma de 9º da Escola Municipal de Ensino Fundamental Manuela Freitas. Esta aplicação contou com os experimentos do pulmão artificial, eletroscópio de folhas, disco flutuante e disco de Newton. Um breve relato será feito na seção de resultados e discussões.

### **3. Resultados e Discussões**

A aplicação da oficina na escola Renato Conduru, possibilitou o contato de futuros profissionais com a realidade da escola pública, o que inclui a experiência de ensinar ciências, de acordo com a realidade daquela escola. Também, foi perceptível a lacuna existente entre o que é visto em teoria e a real compreensão dos alunos sobre os assuntos. Vamos detalhar, alguns momentos e pontos principais percebidos na aplicação das atividades investigativas:

#### **3.1. Experimento pulmão artificial**

Um dos experimentos mais interessantes e desafiadores aos alunos foi o do pulmão artificial, um experimento interdisciplinar que envolvia tanto a biologia, quanto a física. Esse experimento foi escolhido justamente por conta do cenário vivido pelos alunos, o da pandemia do COVID-19. As perguntas desafiadoras contidas nos cadernos interativos eram: “você sabe como funciona o processo de respiração dos seres humanos?” e “você sabe quais variáveis físicas estão envolvidas nesse processo?”. Os alunos, tinham um tempo para tentar respondê-las.

Após esse primeiro contato do aluno com a situação problematizadora, foram apresentados o resumo teórico e os materiais necessários para a construção do experimento do pulmão artificial. Os alunos, manusearam de forma espontânea e, com o auxílio de um mediador, começaram a construção do experimento. A parte mais desafiadora foi a sua finalização, onde os alunos deveriam cortar uma bexiga abaixo do bico, esticando-a para prender a parte de baixo da garrafa, para simular o diafragma. Os alunos sentiram dificuldade, mas trabalharam em equipe para conseguir o resultado esperado.

Figura 2 — Construção do pulmão artificial



Fonte: Próprios autores (2021).

Figura 3 — Pulmão finalizado



Fonte: Próprios autores (2021).

### 3.2. Experimento lata mágica

Este caderno foi elaborado para abordar o experimento da lata mágica, no qual envolve o conteúdo de transformações de energia. A pergunta desafiadora foi: “como é o funcionamento dos brinquedos de corda ou fricção, aqueles que não necessitam de pilhas ou baterias para se movimentarem?”. Notou-se que os alunos desse grupo sentiam dificuldade de responder à pergunta, por desconhecerem o assunto, mesmo estando frequentando o nono ano do ensino fundamental. Entende-se que, pelo fato da turma ter tido um ensino no formato remoto, muitos assuntos não foram vistos ou vistos de forma superficial. Com o auxílio da mediadora os alunos conseguiram formular uma resposta, partindo de situações cotidianas e explicações dadas no momento. A montagem experimental ocorreu de forma rápida e prática.

No ensino por investigação o aluno é envolvido na situação problematizadora, a partir de uma pergunta investigativa, possibilitando assim que ele seja capaz de propor hipóteses para responder aquela questão ou solucionar um problema proposto. Esse percurso, coloca o aluno em uma posição ativa na construção do seu conhecimento, podendo argumentar e refletir sobre o assunto. Nesse sentido, é necessário o primeiro passo para saber o que o aluno compreende sobre o assunto e proporcionar uma aprendizagem mais significativa para ele. Outra questão

interessante de ser discutida no processo de percurso investigativo é que o aluno espera que os mediadores deem respostas prontas para as perguntas que lhe são apresentadas, portanto, é necessário reforçar ao aluno qual a finalidade da atividade, fazendo com que ele tente responder por conta própria.

Compreende-se que a falta de laboratórios multidisciplinares implica diretamente na falta de atividades experimentais. Por vezes, ocorre também de haver um espaço na escola destinado para um laboratório, porém, não há preparo de professores para a utilização do mesmo. Nesse sentido, é importante envolver os profissionais da educação básica com uma formação continuada de professores, apresentando estratégias de ensino que envolvam experimentação e investigação no ensino de ciências.

Figura 4 — Sequência investigativa da lata mágica



Fonte: Próprios autores (2021).

Figura 5 — Materiais dos experimentos



Fonte: Próprios autores (2021).

Percebeu-se que, para a maioria dos alunos, a etapa mais divertida foi a da construção do experimento, pois, colocavam a “mão na massa” e o interesse dos alunos por coisas práticas era nítido, pois prendiam a atenção deles. O trabalho colaborativo também era percebido em muitos momentos, como na montagem do pulmão artificial. Além disso, as atividades experimentais possuem um diferencial que é a tentativa e erro. O aluno tenta montar experimentos e são necessárias algumas tentativas, para se ter o resultado esperado e eles não se desestimulavam, mas

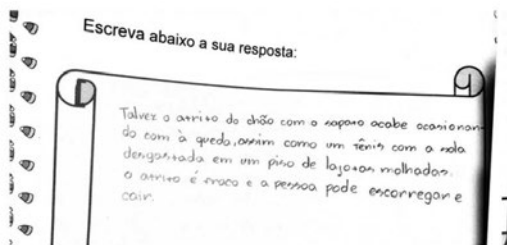
persistiam até conseguir. Houve também, a possibilidade de troca de experimentos entre as equipes. A equipe que finalizasse seu experimento repassava para uma outra equipe ou iniciava a montagem de outro. A maior dificuldade na aplicação da oficina foi nas resoluções de questões teóricas, porque os alunos compreendiam o funcionamento do experimento e a teoria envolvida nele, mas apresentavam dificuldades nas resoluções de questões. Mais uma vez, isso deve ocorrer pela falta de familiarização com o conteúdo. Com algumas tentativas e auxílios dos aplicadores do projeto os alunos responderam as questões propostas.

### 3.3. A Física vai à Escola II

A segunda aplicação da oficina fez parte do cronograma de continuação do projeto. Os alunos foram divididos em cinco grupos por afinidade, destes cinco grupos, dois deles ficaram com o experimento do pulmão artificial. Nesta segunda aplicação, o grupo do disco flutuante se mostrou bem participativo, além disso compreendeu a proposta do trabalho onde uma aluna conseguiu levantar hipóteses sobre o fenômeno.

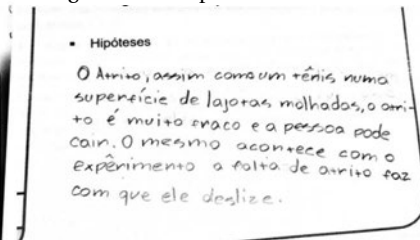
A pergunta desafiadora era: *“por que uma pessoa, ao andar, de repente escorrega? O que pode ocasionar isso?”*.

Figura 6 — Resposta à pergunta desafiadora



Fonte: Próprios autores (2022).

Figura 7 — Hipóteses levantadas



Fonte: Próprios autores (2022).

Os momentos de construção dos experimentos despertaram nos alunos interesse e curiosidade pelas ciências, nesse sentido destacamos o trabalho colaborativo na atividade.

Figura 8 — Equipe pulmão artificial



Fonte: Colaborador (2022).

Figura 9 — Equipe disco flutuante



Fonte: Colaborador (2022).

Figura 10 — Equipe eletroscópio



Fonte: Colaborador (2022).

Membros da equipe do disco flutuante se envolveram bastante nas atividades, fazendo explicações sobre o seu experimento para outras equipes. Isso revela, que o aluno é capaz de aprender na prática e transmitir seu conhecimento para outras pessoas, relatando também como foi o processo de construção do seu experimento.

Figura 11 — Disco flutuante



Fonte: Colaborador (2022).

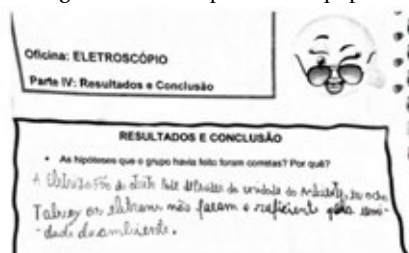
Figura 12 — Construção do eletroscópio



Fonte: Colaborador (2022).

Outra questão que ocorreu, foi do experimento do eletroscópio de folhas não funcionar, mesmo com as tentativas da equipe. Isto é normal em atividades experimentais investigativas, pois, sabemos que não há um manual de instruções e nem sempre as variáveis vão favorecer o resultado esperado. Nesse sentido foi solicitado aos alunos relatarem o motivo do experimento não funcionar.

Figura 13 — Resposta da equipe



Fonte: Colaborador (2022).

Figura 14 — Explicações de possíveis causas



Fonte: Próprios autores (2022).

## 4. Considerações Finais

A aplicação do projeto teve resultados satisfatórios. Na Escola Renato Condurú os alunos eram bem participativos e empenhados. Percebeu-se que muitos tinham dúvidas em alguns conteúdos de física ou até

mesmo desconheciam alguns conceitos. Normalmente, isto é reflexo da própria trajetória do aluno durante seu fundamental menor até a sua série atual, pela falta de contato com experimentos ou contextualizações que envolvam o ensino de fenômenos físicos de forma realmente significativa. Também pode ser justificado pelo fato de terem tido experiências com o ensino remoto, sem terem, de fato, ferramentas e possibilidades de facilitar sua compreensão com assuntos ministrados. O objetivo principal do projeto era envolver o aluno em uma prática investigativa, onde ele fosse protagonista das suas ações, indo em contrapartida da simples memorização de fórmulas e conceitos. Atividades com esse propósito costumam ser bem-vistas pelos alunos, despertando interesse e curiosidade na sua execução.

Na segunda aplicação, houve uma diversidade de resultados, mas no geral a ideia do projeto foi bem recebida pelos alunos que responderam os cadernos interativos de acordo com o que era pedido, tendo total liberdade para dá respostas sem uma pressão de avaliação como normalmente ocorre em aulas tradicionais. Em relação a montagem dos experimentos, foi um processo gradual, por vezes desafiador e divertido, dando a possibilidade ao aluno de enxergar a natureza além da memorização de conceitos e fórmulas, mas entendendo seu funcionamento com experiências práticas.

## **Agradecimentos**

Ao Programa Institucional de Bolsa de Extensão da Universidade Federal do Pará (PIBEX-UFPA) pelo apoio logístico e financeiro. À Profa. Dra. Fátima Magno (*in memorian*) pela sua trajetória profissional construída ao longo de 40 anos de dedicação à Faculdade de Física.



## Referências

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas-(SEL). **O uno e o diverso na educação**, 2011.

CARVALHO, A. M. P. **Calor e temperatura**: Um ensino por investigação. São Paulo: Editora Livraria da Física. 2014. 145 p.

GASPAR, Alberto; MONTEIRO, Isabel Cristina De Castro; MONTEIRO, Marco Aurelio Alvarenga. Um estudo sobre as atividades experimentais de demonstração em sala de aula: proposta de uma fundamentação teórica. **Enseñanza de las Ciencias**, n. Extra, 2005.

MOTOKANE, Marcelo Tadeu. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 115-138, 2015.

MUNFORD, D. & LIMA, M. E. C. de C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte: UFMG, 9(1). (2007).

SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino da física. *Caderno brasileiro de ensino de física*, v. 20, n. 1, abr. 2003.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 13, p. 67-80, 2011.



**ENSINO DE FÍSICA PERSONALIZADO NA EJA: UMA ANÁLISE DO  
CENTRO DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS “PROF. LUIZ  
OCTÁVIO PEREIRA”**

*PERSONALIZED PHYSICS TEACHING AT THE EJA: AN ANALYSIS OF THE  
YOUTH AND ADULT EDUCATION CENTER “PROF. LUIZ OCTÁVIO PEREIRA”*

*Paulo Afonso Brandão Ferreira<sup>1</sup>, Alana Adinaele da Silva de Souza<sup>2</sup>,  
Marlon Fernandes Farias<sup>3</sup>*

<sup>1,2,3</sup> Departamento de Ciências Naturais (DCN), Universidade do Estado do Pará (UEPA),  
paulo\_abf@outlook.com, marlon.farias@uepa.br.

## **Introdução**

A Constituição Federal brasileira garante o acesso à escola a todos inclusive àqueles que, por diversos fatores não puderam permanecer na escola na idade regular prevista no sistema de ensino, interrompendo os estudos, por diversas questões, como é o caso da Educação de Jovens e Adultos — EJA.

Amparada por lei, a EJA, no seu processo histórico, tem uma trajetória entre avanços e retrocessos, mas sempre apresentando índices significativos de evasão e, em alguns momentos, de descaso dos governantes, ou ainda, marcada por uma diversidade de programas, muitas vezes não caracterizada como escolarização.

A LDB 9394/96 e as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação de Jovens e Adultos, Parecer nº 11/2000, trouxeram alterações e ampliações

conceituais produzidas desde o final da década de 1980, ao usar o termo Educação de Jovens e Adultos para assinalar as ações anteriormente conhecidas como Ensino Supletivo. A heterogeneidade característica a EJA faz com que o espaço do diverso seja repleto de riqueza social e cultural. Há aspectos que fazem desses estudantes seres ímpares que, por meio de suas histórias de vida, de suas memórias e representações, preenchem o cotidiano da Educação de Jovens e Adultos e, por sua vez, precisam ser preenchidos por “escolas” e outros espaços que entendam as suas particularidades (ALMEIDA; CORSO, 2015).

A sociedade atual exige cada vez mais a apropriação de conhecimentos, o que tanto os jovens quanto adultos a ingressarem na EJA, e assim, terem espaço no mercado de trabalho. Mas para que essas pessoas tenham sucesso nessa modalidade de ensino, é importante considerar a realidade deles e o professor adotar instrumentos que contribuam para a aprendizagem, e entre esses métodos, está o ensino personalizado, o qual visa que o aluno construa e se aproprie de seus conhecimentos. É uma aprendizagem centrada no aluno, voltado para o respeito incondicional da pessoa, tendo o professor como facilitador.

A escolha do tema deste trabalho surgiu a partir do momento em que conversamos com algumas pessoas que frequentam a Educação de Jovens e Adultos nas escolas em aulas tradicionais, ou seja, pincel e quadro, no qual o professor repassa os assuntos e os alunos tentam assimilá-los. Os mesmos relataram dificuldades das mais diversas, sejam em entender conteúdos ou até mesmo de disfrutarem de tempo livre para estudar ou ir à aula. Com isso em pensamento procuramos uma maneira que poderia auxiliar alunos como esses, que participam da EJA, a disfrutarem de um melhor aprendizado que suprisse tanto suas dúvidas quanto a sua disponibilidade, foi então que, após algumas pesquisas descobrimos o Centro de Educação de Jovens e Adultos “prof. Luiz Octávio Pereira”, localizado no município de Belém e que disponibiliza aos seus estudantes uma metodologia personalizada e resolvemos fazer nossa pesquisa no local.

## 1. Fundamentação Teórica

### 1.1. A Educação de Jovens e Adultos e a Legislação

A Constituição Federal do Brasil, em seu Art.205 incorporou como princípio que toda e qualquer educação visa o pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho, artigo este reforçado pelo Art. 2º da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional-LDB-9.394/96. “assim, a Educação de Jovens e Adultos, modalidade estratégica do esforço da Nação em prol de uma igualdade de acesso à educação como bem social, participa deste princípio e sob esta luz deve ser considerada.” (SILVA, 2018).

As disposições legais, as leis, traduzem a multiplicidade das forças sociais, podendo ou não avançar em prol do bem coletivo, como é a Educação de Jovens e Adultos, sendo que um dos objetivos é o de contribuir para a igualdade de oportunidades, inclusão e justiça social, fundamenta sua construção nas exigências legais definidas.

A Educação de Jovens e Adultos é um direito positivado, e está baseada no que determina a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional-LDB 9.394.96, no Parecer CNE/CEB Nº11/2000, na Resolução CNE/CEB Nº01/2000, no Plano Nacional de Educação (Lei 10.172/01), no Plano de Desenvolvimento da Educação, nos Compromissos e acordos internacionais.

A Resolução CNE/CEB Nº01/2000, em seu Artigo 6º, determina que:

Cabe a cada sistema de ensino definir a estrutura e a duração dos cursos da Educação de Jovens e Adultos, respeitadas as diretrizes curriculares nacionais, a identidade desta modalidade de educação e o regime de colaboração entre os entes federativos (SILVA, 2018, p. 4).

A responsabilidade pela educação no EJA é de todos que atuam na educação. Os jovens e adultos que não tiveram acesso à escola, tem o direito à escolarização, a uma educação de qualidade. No Art. 214, inciso I da Constituição Federal, destaca-se que um dos objetivos do

Plano Nacional de Educação a integração de ações do poder público que conduzam à erradicação do analfabetismo.

A legislação tem amparado a Educação de Jovens e Adultos, mas ainda há necessidade de ações pedagógicas que realmente despertem o interesse dos jovens e adultos em frequentar a escola, uma vez que a taxa de evasão ainda é bem significativa.

## **1.2. O Ensino Personalizado na Educação de Jovens e Adultos**

Para Santos (2013) a forma de ensino personalizado “está voltada para o trabalho pedagógico que instiga o aluno para que ele construa e se aproprie de seus conhecimentos, e, está centrado nas possibilidades de cada aluno”. É um ensino voltado para o respeito incondicional da pessoa, e mostra-se, portanto, como um caminho positivo para os alunos da EJA, pois são valorizados pelos seus saberes construídos culturalmente.

No ensino personalizado, a prática docente pode compor-se em métodos educativos progressistas a partir do momento que ele agencia trabalhos que favoreçam a autonomia do aluno, o qual é capaz de construir conhecimentos, o que o auxiliará a intervir na sua realidade.

No ensino personalizado, o professor incentiva o aluno para que construa e se aproprie de seus conhecimentos. O aluno é visto como indivíduo, único no seu modo de aprender, de apresentar dificuldades e de buscar conhecimentos, e deve receber do professor orientações de trabalhos específicos para avançar nos estudos. Assim:

[...] faz-se necessário procedimentos de trabalho que nos leva a visualizar um ambiente onde a tecnologia de ensino é organizada para promover uma boa interatividade entre professor e aluno. Não importa estabelecer conteúdo ou delimitar uma metodologia, o que ocorre neste espaço é construção de conhecimentos a partir da demanda do aluno, ou seja, os conteúdos irão surgir a cada necessidade do educando (SANTOS, 2013, p. 54).

A educação personalizada, envolve instrumentos utilizados pelos alunos, de acordo com a demanda, e voltadas para a construção da aprendizagem, imperativas a sua formação. Entre os instrumentos pedagógicos utilizados pelos professores e também, pelos alunos, estão os eletrônicos, como computadores, tablet e celulares.

Pais (2010) destaca que o uso do computador como instrumento de ensino traz a vantagem de possibilitar a introdução de praticamente qualquer área do currículo, em qualquer momento do processo de ensino e aprendizagem. De acordo com esse autor, o computador, por características que lhe são próprias, apresenta algumas vantagens sobre outros instrumentos didáticos em muitas situações de ensino, tais como o fator de ser um recurso audiovisual superior aos demais por ser interativo, podendo assim, solicitar e responder às intervenções do aluno, evitando que este permaneça passivo e, conseqüentemente, que se disperse para outros aspectos não relevantes da situação. Entretanto:

Uma questão relevante na reflexão sobre o uso da informática na educação consiste em considerar dificuldades inerentes à síntese do conhecimento a partir das informações que lhe sirvam de substrato. A síntese de um conhecimento ocorre sempre a partir de informações, mas o conhecimento em si mesmo não deve ser confundido com os dados informativos [...] na elaboração do conhecimento também não existe geração espontânea. Todo conhecimento tem uma precedência [...] (PAIS, 2010, p. 19).

A internet se constitui em um importante meio para a obtenção de informações, possibilitando ao educando e também ao docente, a elaboração do conhecimento, uma vez que na rede digital há excesso de informações, sendo ainda, um desafio a ser vencido na prática educativa.

Na EJA, nem todos os alunos tem domínio, por exemplo, do tablet, especialmente os idosos, no entanto, a atenção para as dificuldades, o incentivo a construção do conhecimento, considerando a individualidade de cada um, são prioridades no ensino personalizado.

## **2. Métodos e Materiais**

### **2.1. Análise de Dados**

A metodologia do trabalho utilizada para realizar e analisar a investigação baseia-se na pesquisa exploratória, descritiva, não experimental, do tipo pesquisa de campo com abordagem qualitativa e quantitativa haja vista que os métodos qualitativos e quantitativos não se excluem, na verdade, complementam-se e podem contribuir, em um mesmo estudo, para um melhor entendimento do fenômeno estudado.

A pesquisa descritiva de acordo com Trienta et al (2014) “observa, registra analisa e correlaciona fatos ou fenômenos, sem manipulá-los; estuda fatos e fenômenos do mundo físico e, especialmente, do mundo humano, sem a interferência do pesquisador”.

A abordagem quantitativa, de acordo com Fonseca (2002) “se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc”. A utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente.

### **2.2. Local da Pesquisa**

A pesquisa foi realizada no Centro de Educação de Jovens e Adultos “prof. Luiz Octávio Pereira” — CEEJA — BELÉM, localizado na esquina com — Rua Deodoro De Mendonca, Av. Gentil Bitencourt, 53 — São Brás, Belém — PA, é uma instituição de ensino de organização didático-pedagógica diferenciada e funcionamento específico, com o objetivo de oferecer cursos de Ensino Fundamental e Ensino Médio na modalidade de Educação de Jovens e Adultos, a alunos trabalhadores que não cursaram



ou não concluíram as etapas da educação básica, correspondentes aos anos finais do Ensino Fundamental ou do Ensino Médio.

### **2.3. Coleta de Dados**

Os dados referentes à pesquisa de campo foram coletados mediante a aplicação de questionário que visa constatar como se dá o ensino no CEEJA — Belém, e o ensino de física no local.

Os dados serão analisados e apresentados em gráficos.

Os alunos que participaram da investigação foram escolhidos de forma aleatória, assim sendo, foram aplicados 36 (trinta e seis) questionários. Para resguardar a identidade dos pesquisados, estes serão denominados pela letra A e número, por exemplo, A1, A2. Também foi optado por manter a respostas dos alunos na forma que os mesmos a escreveram, sem alterações gramaticais e de ortografia.

## **3. Resultados e Discussões**

### **3.1. O Ensino no CEEJA-BELÉM**

Antes do debate a respeito dos dados coletados, faz-se necessária a noção de como se dá o ensino no Centro de Educação de Jovens e Adultos Prof. Luiz Octávio Pereira. Para isso, é ideal conhecer um pouco a respeito da metodologia que o Centro disponibiliza ao público.

No centro, o atendimento é individualizado, a presença do aluno é flexível, sendo necessário realizar as avaliações parciais e finais, bem como o registro de, pelo menos, um comparecimento por mês para desenvolvimento das atividades previstas pelas disciplinas. Funciona de 2<sup>a</sup> feira a 6<sup>a</sup> feira, nos três turnos: manhã, tarde e noite, e somente serão efetuadas matrículas de candidato que comprove ter, no momento da matrícula inicial ou para continuidade de estudos, 15 anos completos para a etapa do Ensino Fundamental e 18 anos completos para a etapa do Ensino Médio.

Em relação ao ensino da Física, o CEEJA segue o currículo da SEDUC-PA, mas é semipresencial, respeita o ritmo próprio de aprendizagem do aluno. A frequência mínima é de duas vezes por semana, proporcionando ao discente frequentar as aulas quando tiver disponibilidade em qualquer horário, uma vez que o horário é ininterrupto, ou seja, de 07h30min às 22h30min. Nesta organização metodológica, o aluno constrói o seu plano de estudo dentro de suas possibilidades de tempo, de forma que pode estudar o conteúdo programático sozinho ou em grupo e, pode anotar suas dúvidas, ir ao Centro para receber orientações e assessoramentos do professor.

Os conteúdos estudados pelos alunos estão contidos no material didático denominado de módulos, que são unidades ligadas ao programa de ensino ofertado pelo Centro, adequados à modalidade da EJA. É um material próprio do Ensino Personalizado, que possibilita aos educandos conhecimentos necessários para a sua formação.

### **3.2. O Processo de Ensino-Aprendizagem no Campo da Física Com os Alunos da CEEJA-Belém**

O questionário buscou salientar o processo de ensino-aprendizagem no campo da física no CEEJA — Belém: qual a visão dos alunos quanto a disciplina de física (tanto antes quanto depois de frequentar o centro; se os alunos consideram importante a Física para a sua vida; etc. Assim buscou-se também saber qual tipo de ensino os educandos preferem após participarem dos dois tipos tanto o tradicional quanto o personalizado.

Para identificar o gosto do aluno quanto às disciplinas que eles estudam a primeira pergunta dessa etapa procurou descobrir por qual delas ele se sente mais atraído. Resultando assim na indagação a seguir:

Gráfico 1 — Com qual disciplina você tem mais afinidade? (Justifique).



Fonte: Autor 1; Autor 2 (2019).

Nessa pergunta os participantes da pesquisa estavam cientes de que poderiam escolher mais de uma opção de disciplina.

Com a intensão de melhorar a análise dos dados, as respostas dos alunos foram divididas por áreas, por exemplo, quem optou por química ou matemática se enquadrou no perfil dos que escolheram as disciplinas da área de exatas, enquanto que quem escolheu a disciplina de Língua Portuguesa ou história, etc. ficou no grupo dos estudantes que escolheram a área de humanas.

Fica claro com esses resultados que a maioria dos educandos se sente mais à vontade com disciplinas da área de humanas, esse fato é perceptível através das suas falas: “português, devido em ter um pouco de aprendizagem do ensino fundamental.” (A30). “filosofia, porque gosto dos pensadores, o que eles pensam, acho interessante.” (A25).

Quanto a sua preferência maior por disciplinas da área de humanas, nota-se um número maior de escolha pelas matérias de história e geografia: “geografia, pelo estudo de globalização o crescimento demográfico e os grandes avanços de tecnologias em favor da população.” (A9). “história, por podermos saber sobre nossas origens, sobre fatos passados que influenciam os dias atuais, onde podemos fazer reflexões avaliativas.” (A15).

A escolha por essas disciplinas segundo eles foi devido ao fato de que assim eles podem entender um pouco mais sobre o homem tanto historicamente quanto socialmente.

Apesar de serem escolhidas em menor número, alguns alunos optaram por disciplinas da área de exatas, tais como matemática, química e biologia, porém infelizmente em nenhuma das respostas eles optaram

pela física em específico, isso pode ser decorrência de como a matéria vem sendo apresentada no sistema de ensino brasileiro, onde o estudante sente certa aversão pela matéria.

Quanto às escolhas pelas disciplinas de exatas veja o que dizem alguns alunos: “biologia, porque acho interessante estudar o corpo humano.” (A32). “matemática, gosto de cálculos e é fundamental ter isso em mente.” (A1).

Em alguns casos os participantes da investigação relataram sentir-se atraídos pela matemática. É perceptível segundo seus relatos que eles sentem facilidade nessa área e que também gostam de cálculos. Geralmente as dificuldades que os alunos sentem a respeito da disciplina de física está relacionada com as conceituações matemáticas, porém se os estudantes como esses que sentem gosto por isso qual seria a razão para eles não sentirem apreço pela física? Talvez a resposta para essa indagação seja a forma com que os professores trabalham em sala de aula, onde muitos partem para conceitos abstratos e distantes da realidade do aluno, fazendo o entendimento da disciplina ser um desafio, muitos docentes evitam usar experimentações ou tecnologias em sala de aula, achando que o simples ato de repassar conteúdo já é suficiente.

Os alunos em algum momento da sua vida já tiveram contato com a disciplina de física na escola ou em situações do dia a dia, portanto os mesmos já desfrutam de uma visão sobre a matéria, mesmo que pequena. Com a intenção de descobrir que tipo de pensamentos eles tem sobre essa ciência os mesmos foram indagados da seguinte forma: para você, o que é física? Com essa pergunta respondida pelos participantes algumas conclusões podem ser extraídas quanto ao que eles pensam a respeito da física e o que ela é para eles. Alguns responderam com conceitos, outros responderam de forma mais aberta, julgando-a como disciplina complicada, entre outras observações: “algo bem complicado, com o qual não me dou muito bem.” (A6). “uma disciplina ou área do conhecimento importante, porém com a qual não me identifico.” (A4).

Essas falas evidenciam que os alunos ainda consideram a disciplina como complicada, resultando na aversão deles por ela, fica claro que eles até a reconhecem como importante, porém infelizmente não se identificam com a matéria, justamente por achá-la difícil. Apesar de muito ser discutido, o ensino não só de física, mas num geral ainda é realizado através da educação bancária de Paulo Freire, ou seja, aonde o professor apenas transmite o que sabe, não instigando seus alunos a pensarem nas situações da sua vida, não construindo um saber real com eles, não relacionando o conteúdo ao cotidiano das pessoas. Esse é um problema que está presente há bastante tempo na educação brasileira e infelizmente em muitos lugares isso é encarado como normal.

Outras respostas foram mais curtas, como: “pra mim explica um pouco da natureza.” (A10). “física, para mim é a matéria que estuda os fenômenos que nos rodeiam.” (A1).

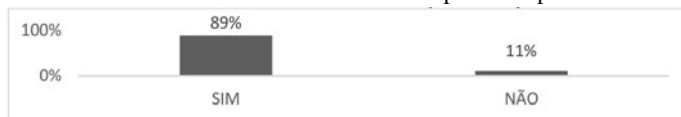
Pode-se perceber que esses alunos já tem uma visão sobre o que é a física, com essas respostas fica evidente que eles a reconhecem como uma disciplina que busca compreender os fenômenos da natureza e descrevê-los, de forma que possamos entendê-los, prevê-los, etc.

Existiram alunos que responderam de forma mais completa, como: “ela é a ciência que investiga as leis do universo, ela procura descrever, prever e justificar os fenômenos que ocorrem com a matéria no decorrer do espaço e do tempo.” (A14).

Alguns deram a resposta do que é a física para eles como sendo o estudo de alguns assuntos em particular, como pode notar-se: “É o estudo da relatividade, força, tempo, massa, etc.” (A2). “a lei da gravidade.” (A11).

Com as respostas que os alunos deram pode-se perceber que a disciplina de física continua sendo difícil, cabe então buscar maneiras que permitam ao alunado ter o seu devido entendimento do que é a física, para que ela serve, bem como traçar paralelos para demonstrar que ela está presente no seu cotidiano e como ele pode utilizar-se de conceitos dela para resolver situações que possam vir a se manifestar na forma de problemas.

Gráfico 2 — Você considera a física e seu ensino importante para a sua vida? Por quê?



Fonte: Autor 1; Autor 2 (2019).

Para os alunos a física é importante, pois agrega conhecimento, eles reconhecem a sua presença nas suas áreas de trabalho e nas atividades diárias da vida, como fica evidente: “com a física podemos ter noção de como acontece e de que forma tal atividade pode ser possível de se realizar como a temperatura, velocidade, luz e eletricidade.” (A9).

Realmente, um dos objetivos do ensino da física é fazer o aluno se apropriar desses conhecimentos e usá-los a seu favor, assim podendo resolver situações que possa se apresentar durante sua vida adulta, podendo reconhecer informações, assimila-las e julga-las. Essas são competências e habilidades que os formandos devem adquirir com o tempo de estudo, conhecendo processos e meios, enfim um conhecimento que vai fazê-lo crescer intelectualmente, bem como cidadão.

Como os alunos presentes na pesquisa já passaram pelos dois tipos de ensino, tanto o tradicional quanto o personalizado, precisa-se saber, na visão deles, qual seria o mais benéfico para a formação e por que essa seria a melhor opção de estudo, portanto a seguinte pergunta foi realizada:

Gráfico 3 — Em sua opinião, qual tipo de ensino foi mais benéfico para sua formação, o ensino tradicional da escola convencional ou o ensino personalizado ofertado pelo CEEJA? Justifique.



Fonte: Autor 1; Autor 2 (2019).

Como se pode perceber, a maioria dos estudantes preferiu optar pelo ensino personalizado, e com a escolha deles vários relatos dos motivos

desse ensino ser melhor foram explicados. Existiram os que consideraram esse tipo de ensino melhor devido à atenção que recebem dos professores quando estão estudando, assim como pessoas que acharam a flexibilidade de horário um fator importante, também existem os que julgaram como melhor devido à rapidez com que podem concluir os estudos.

O ensino no CEEJA-Belém é feito de forma personalizada e mais pessoal entre aluno e professor, e muitos alunos acham essa a melhor forma de aprender como fica evidente nas suas respostas: “o ensino personalizado. Porque no ensino personalizado o aluno tem um aprendizado melhor, pois o professor pode tirar as dúvidas do aluno, além da melhor qualidade e da atenção do professor em cada disciplina.” (A8). “cEEJA, por ser um ensino personalizado no qual tenho aulas apenas eu e o professor. O entendimento é melhor.” (A6).

Através dessas respostas é comprovado que o fator do professor estar ali trabalhando mais próximo do aluno é importante, pois sabemos que, atualmente, na maioria das escolas os educadores precisam lidar com um número enorme de educandos por sala, isso atrapalha o ensino, pois o docente precisa trabalhar com todos os seus pupilos de uma vez, não podendo dar uma atenção maior para alguém em específico, além do tempo de trabalho que é excessivamente curto, pois sai de uma turma para a outra e não pode desenvolver nenhum outro tipo de atividade com seus estudantes.

Alguns estudantes preferem a metodologia do ensino tradicional, devido à segundo eles, o mesmo dispor mais informações e por dar uma base para que pudessem estudar no CEEJA, como podemos ver: “tradicional, porque tinha mais informação.” (A33). “o ensino tradicional da escola regular, pois o mesmo me proporcionou uma base para o ensino personalizado ofertado pelo CEEJA.” (A5).

Assim é evidente que a escolha pela escola tradicional foi feita devido ao fato de segundo eles, ela lhe proporcionar algum tipo de informação a mais ou pelo fato de dar suporte para poder no futuro frequentar o CEEJA — Belém.

Quanto à escolha de ambos os ensinos, um aluno do CEEJA — Belém tem a seguinte opinião: “os dois são importantes, depende da situação de cada um e esforço, como sei que estou atrasada e o CEEJA tem sido muito importante para alcançar os meus objetivos.” (A11).

Aqui fica claro que o estudante acha que os dois tipos de ensino são importantes para a formação, reconhecendo que cada um teve a sua parcela de colaboração na sua vida.

Após participarem dos dois tipos de ensino, tanto o tradicional quanto o personalizado, fica a dúvida, será que o ensino de física nos dois tipos de ensino, tem diferença? Será que depois de frequentarem o Centro de Educação os alunos mudaram a visão que tinham a respeito da disciplina para melhor?

Gráfico 4 — Depois de frequentar o ensino médio disponibilizado pelo CEEJA você teve uma visão diferente da qual você tinha anteriormente a respeito da disciplina de física?



Fonte: Autor 1; Autor 2 (2019).

O Gráfico 4 mostra que a maioria dos alunos felizmente conseguiu desfrutar de uma visão diferente a respeito da disciplina de física depois de frequentar o ensino personalizado ofertado pelo Centro, através das falas dos estudantes fica claro que essa mudança foi causada por vários fatores.

O que muitas pesquisas defendem e que vem sendo discutido sobre o ensino de física é a melhor forma de adequar esse assunto à realidade do aluno, ou seja, uma forma de contextualizar esse ensino e aproximá-lo do dia a dia dos estudantes, quanto a isso um aluno do CEEJA — Belém tem uma opinião: “o ensino da física no CEEJA, junto com o material, estabeleceu mais relações com o dia a dia, o que facilitou um pouco meu entendimento.” (A4).



Em respostas outros alunos relataram que o fato de terem a obrigação de ler e compreender o assunto por conta própria os ajudou, pois assim eles entendem que a conclusão depende apenas deles, como se pode ver: “como tive, estou lendo mais, estudando mais e com outros pensamentos.” (A7). “pelo fato de que aqui temos a ‘obrigação’ de ler e entender o assunto e os professores uma grande maioria explica e ensina de forma que entendemos o módulo.” (A3).

Com esses resultados fica evidente que o ensino de física ofertado pelo CEEJA — Belém conseguiu sim, mudar a visão dos alunos para com a física de forma positiva, seja pelo fato de estarem estudando mais por conta própria ou pela atenção mais próxima que o professor pode dar na hora de esclarecer suas dúvidas, pela qualidade de ensino, etc. Fica claro que a metodologia adotada pelo Centro vem dando bons resultados quanto a isso.

#### **4. Considerações Finais**

O desenvolvimento deste trabalho possibilitou gerar uma análise sobre o ensino ofertado pelo Centro de Educação de Jovens e Adultos “prof. Luiz Octávio Pereira”, mais precisamente sobre o ensino de física, possibilitando apresentar o tipo de metodologia que é empregada pelo Centro.

Após a pesquisa, fica constatado que o CEEJA — Belém vem dando bons frutos, já que o ensino na instituição é ofertado com qualidade e apoio aos discentes é o diferencial, pois é trabalhado de forma individualizada, sendo esse um saldo positivo que permite aos educandos compreenderem a importância da física nas suas vidas, mudando sua visão a respeito da disciplina e fazendo eles obterem um melhor rendimento e apropriação de conceitos.

Foi concluído que o ensino de física no Centro acontece de forma personalizada, sendo assim o aluno estuda por meio de materiais disponibilizados a ele, podendo contar com a ajuda do professor sempre que necessário. É comum que mesmo com o ensino de forma diferenciada

sempre surjam dúvidas a serem respondidas e compreendidas pelos alunos quanto a física, mas de forma positiva eles compreendem que o ensino no local contribui bastante para a sua formação, pois o ensino é mais preciso e pessoal, permitindo-o ser mais contextualizado. Assim a aprendizagem de física no Centro por mais que encontre algumas limitações consegue ser mais atenciosa, devido à metodologia disponibilizada.

Levando em consideração os modelos de ensino adotados por escolas tradicionalistas e pelo CEEJA — Belém, foi notável a preferência dos participantes da pesquisa pelo modelo ofertado pelo Centro, pois assim eles sentem que aprendem mais do que na escola. Pontos que foram levados em considerações por eles são: o fato do professor poder estar mais próximo, sanando suas dúvidas; o fato de poderem decidir que caminhos vão tomar durante seus estudos; por terem autonomia durante suas atividades; flexibilidade de horário. O ensino personalizado rende ótimos resultados, pois assim o educador pode verdadeiramente dar mais atenção a seus pupilos, podendo conhecer especificamente cada caso, permitindo-lhe adotar medidas cabíveis para melhorar os pontos fortes, além de combater os pontos fracos apresentados por eles, pois se sabe que cada pessoa apresenta peculiaridades, aprendendo de maneiras diferentes. Portanto, se o educador souber os percalços que os educandos sentem, pode muito bem solucioná-los, evento que não acontece no ensino tradicionalista, que infelizmente rende péssimas implicações devido a quantidade de alunos com que o docente tem que trabalhar por turma. O ensino personalizado é de fato uma ótima medida a ser adotada pelas escolas brasileiras quando se busca formar um indivíduo de forma mais efetiva.

## Referências

ALMEIDA, A.; CORSO, Â. M. **Educação de jovens e adultos: aspectos históricos e sociais.** 2015. Disponível em: edu-

cere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/22753\_10167.pdf. BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 de dezembro de 1996.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: **UEC**, 2002. Apostila.

PAIS, L. C. Educação escolar e as tecnologias da informática. Belo Horizonte: **Autêntica**, 2010.

SANTOS, I. C. N. C. **Tecnologias de Ensino na Educação de Jovens e Adultos** — O Ensino Personalizado no Centro de Estudos de Educação de Jovens e Adultos Prof. Luís Octávio Pereira — CES. 2013. 125f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade do Estado do Pará, Belém, 2013.

SILVA, J. L. T. **Princípios da educação de jovens e adultos**. Disponível em: [http://confinteabrazilmais6.mec.gov.br/images/documentos/legislacao\\_vigente\\_EJA.pdf](http://confinteabrazilmais6.mec.gov.br/images/documentos/legislacao_vigente_EJA.pdf).

TREINTA, F. T. *et al.* **Metodologia de pesquisa bibliográfica com a utilização de método multicritério de apoio à decisão**. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65132014000300002](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132014000300002).



**ANÁLISE DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM BASEADA  
EM METODOLOGIAS DE APRENDIZAGEM ATIVA PARA ENSINAR  
ESTÁTICA**

*ANALYSIS OF A TEACHING-LEARNING SEQUENCE BASED IN ACTIVE  
LEARNING TO TEACHING STATIC*

*Carla Dayane de Andrade<sup>1</sup>, Celso José Viana-Barbosa<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal de Sergipe (UFS), carladayaneandrade@hotmail.com.

<sup>2</sup> Departamento de Física Campus Itabaiana, Universidade Federal de Sergipe (UFS), cjvianna@academico.ufs.br.

## **Introdução**

Este artigo apresenta a análise da aplicação de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA) elaborada para ensinar os conceitos referentes à estática dos corpos rígidos, desenvolvida no âmbito do programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como proposta de aplicar combinações de metodologias de aprendizagem ativa no Ensino Médio (ANDRADE, 2022).

O ensino de Física na educação básica frequentemente tem se baseado na prática tradicional, priorizando o ensino pela repetição e memorização. Desta forma, os conceitos, leis e fórmulas apresentadas aos estudantes, de maneira desarticuladas, não geram significado. A consciência crítica em relação as limitações do modelo de ensino tradicional e a necessidade de

mudança no processo de ensino-aprendizagem viabilizaram a utilização de metodologias de aprendizagem ativa no ensino de Física. Nestas metodologias o processo pedagógico está centrado na figura do estudante, conduzindo-o a uma aprendizagem potencialmente significativa.

O produto educacional analisado neste trabalho trata-se de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem baseada na utilização de metodologias de aprendizagem ativa, para facilitar o entendimento de conceitos de centro de gravidade, condições de equilíbrio e estudo das alavancas. Para aplicar as metodologias integradas Instrução por Colegas e Ensino Sob Medida, elaborou-se um conjunto de materiais, tais como textos, tarefas de leitura (TL), testes conceituais (TC). Na aplicação dos PRC foram utilizados problemas reais de Física resolvidos em grupos colaborativos.

O produto educacional gerou diferentes subprodutos como: questões para serem usadas como pré-teste, material para leitura prévia, tarefas de leitura, testes conceituais e problemas ricos em contexto com suas respectivas soluções e tutorial para uso da simulação do PhET. A aplicação do produto foi feita em 5 encontros, divididos em diferentes momentos.

## **1. Fundamentação Teórica**

### **1.1. Sequências de Ensino Aprendizagem**

Nos anos setenta e início dos anos oitenta, muita importância foi dada à investigação sobre concepções espontâneas e formas comuns de raciocínio dos alunos. A questão então levantada era: como levar em conta esses elementos de informações para o ensino? Tentando dar respostas a esta importante questão, muitas sequências de ensino-aprendizagem foram desenvolvidas e experimentadas em salas de aula (MÉHUT, 2005).

Segundo Méhut e Psillos (2004), uma Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA) é tanto uma atividade de pesquisa de intervenção quanto um produto, como um pacote de unidade curricular tradicional que inclui atividades de ensino-aprendizagem bem pesquisadas e empiricamente adaptadas ao raciocínio do aluno. Às vezes, as diretrizes

de ensino que abrangem as reações esperadas dos alunos também são incluídas.

Uma característica distintiva de tais atividades e produtos investigativos é seu caráter dual que envolve pesquisa e desenvolvimento, visando uma estreita ligação entre o ensino e a aprendizagem de um determinado tópico. As sequências de ensino deste tipo baseiam-se na tradição da investigação-ação, sendo utilizadas tanto como ferramentas de investigação como inovações que visam o tratamento de problemas de aprendizagem relacionados com tópicos específicos.

Considerações que de uma forma ou de outra parecem influenciar o desenvolvimento de tais SEA incluem pesquisas sobre as concepções dos alunos, características do domínio científico específico, pressupostos epistemológicos, perspectivas de aprendizagem, abordagens pedagógicas atuais e características do contexto educacional. Tentando organizar essa massa difusa de considerações, Méhut e Psillos (2004), propõem o uso de um 'losango didático' de dois eixos, conforme apresentado na figura 1.



Fonte: Adaptado de Méhut (2005).

Neste esquema, o eixo vertical representa a dimensão “epistemológica” (ou seja, como o conhecimento funciona com relação ao mundo material) e o eixo horizontal a dimensão “pedagógica” (ou seja, as escolhas sobre os respectivos papéis a serem desempenhados pelo professor e pela turma).

Para viabilizar o desenho da SEA na abordagem construtivista integrada, Méhut (2005) resgata a ferramenta metodológica da engenharia didática que considera três dimensões de análise a priori: i) Dimensão epistemológica que analisa o conteúdo a ser aprendido, os problemas que eles podem responder, sua gênese histórica; ii) Dimensão psicocognitiva que analisa as características cognitivas dos alunos; iii) Dimensão didática que analisa as dificuldades devido ao funcionamento da instituição de ensino (programas, horários e assim por diante).

No aspecto a posteriori, é destacada a importância em validar a sequência de ensino-aprendizagem. A validação pode acontecer de duas maneiras, sendo elas: externa, ou comparativa, e interna. No caso de uma validação através de avaliação comparativa, são utilizados procedimentos do tipo pré-teste/pós-teste, cujo objetivo é comparar os efeitos de uma pesquisa baseada em uma sequência de ensino-aprendizagem e as que utilizam o ensino tradicional.

Para a validação interna, deve ser realizada uma análise que compara os resultados obtidos com a aplicação da SEA com os objetivos esperados. Para isto, é necessário levar em conta os caminhos da aprendizagem desenvolvido pelos alunos. Esta abordagem inclui verificar quais conhecimentos os alunos precisaram desenvolver, levar em consideração as dificuldades dos alunos e o raciocínio que eles utilizam. Cabe destacar que as maneiras utilizadas para validar a sequência de ensino-aprendizagem são complementares entre si.

Os objetivos de aprendizagem da SEA foram definidos a partir da Taxonomia de Bloom Revisada (KRATHWOHL, 2002). Esses objetivos de aprendizagem deveriam ser alcançados pelos alunos durante a aplicação do produto e na classificação de cada questão proposta no pré-teste e pós-teste, respeitando a hierarquia do conhecimento cognitivo.



## 1.2. Teoria da Aprendizagem Significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) está vinculada ao desenvolvimento desta sequência de ensino-aprendizagem. Ela foi apresentada por David Paul Ausubel (1918-2008) e passou a ser considerada um dos pilares do construtivismo. Esta teoria tem o foco voltado para uma aprendizagem cognitiva, ou seja, explicar o processo de aprendizagem através de uma visão cognitivista. Para Moreira (1999, p.151), “aprendizagem cognitiva é aquela que resulta no armazenamento organizado de informações na mente do ser que aprende, e esse complexo organizado é conhecido como estrutura cognitiva.”

Na teoria da aprendizagem significativa é proposto que a formação de novos conceitos pode ser obtida através da assimilação, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa de conceitos. Com relação aos tipos de aprendizagem significativa elas podem ser: representacional (por recepção), de conceitos e proposicional.

A aprendizagem por recepção se dá quando atribuímos significados a símbolos ou palavras unitárias, estes símbolos nem sempre são palavras. Para Ausubel (2003), a aprendizagem ocorre sempre que o significado dos símbolos arbitrários se equipara aos referentes (objetos, acontecimentos, conceitos) e tem para o aprendiz o significado, seja ele qual for, que os referentes possuem. Desta forma os nomes dos conceitos são adquiridos por aprendizagem representacional.

Na aprendizagem de conceitos, os conceitos são representados por símbolos individuais e quando combinamos as palavras (equivale a um conceito), gerando uma frase, a aprendizagem do significado da ideia contida nesta frase promove a aprendizagem conceitual.

Em representações verbais a aprendizagem representacional e a conceitual são pré-requisitos para que ocorra a aprendizagem proposicional, neste tipo de aprendizagem o conceito se designa pelo mesmo signo ou símbolo. Segundo Ausubel (2003), o objeto da atividade de aprendizagem é aprender o significado das ideias presentes nas proposições verbais, exigindo um maior nível de abstração por parte do

indivíduo, ou seja, não se trata apenas de aprender o que as palavras representam sejam elas unitárias ou combinadas.

Segundo Moreira (1999), algumas condições são necessárias para a ocorrência da aprendizagem significativa. A primeira é que o material a ser aprendido seja relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz, a outra diz que o aluno deve demonstrar interesse em incorporar o material à sua estrutura cognitiva de maneira substantiva e não arbitrária, estas condições não podem ser dissociadas, ou seja, a existência de somente uma delas não garante a ocorrência de uma aprendizagem significativa. Ausubel afirma que a aprendizagem significativa não deve ser tratada como sinônimo de material potencialmente significativo, este por sua vez é caracterizado como um dos elementos que viabilizam a obtenção de uma aprendizagem significativa.

Segundo Ausubel (2003, p.106), “no processo de assimilação sequencial de novos significados, a partir de sucessivas exposições a novos materiais potencialmente significativos, resulta na diferenciação progressiva de conceitos ou proposições”. O resultado disto é a existência de ancoragens para aprendizagens significativas que venham a ser desenvolvidas.

Ausubel (2003) aponta que quando se programa a matéria de acordo com o princípio da diferenciação progressiva, deve ser apresentado inicialmente as ideias mais gerais e inclusivas da disciplina, para depois de maneira progressiva detalhá-las. Esta é a ordem apontada como natural para adquirir a consciência cognitiva. Isto remete a forma como o indivíduo organiza o conteúdo em seu intelecto, de maneira hierárquica, ou seja, das ideias mais inclusivas para as menos inclusivas. Já o princípio da reconciliação integradora sugere que para facilitar o ensino expositivo o professor e/ou o material devem prever as semelhanças e diferenças entre novas ideias e ideias relevantes existentes, já estabelecidas nas estruturas cognitivas dos aprendizes, e em seguida contra-atacar de maneira explícita.

Visto que os organizadores prévios facilitam a aplicação dos princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, procurou-se

desenvolver no produto educacional materiais que fossem potencialmente capazes de permitir que o aluno alcance uma aprendizagem significativa. O papel do professor é reforçado no sentido de que ele deve ser capaz de selecionar e disponibilizar para os alunos organizadores prévios eficazes no processo de aprendizagem. Um exemplo de ferramenta que foi utilizada como uma tentativa de aplicar estes princípios são os Mapas Conceituais (MC).

### **1.3. Metodologias de Aprendizagem Ativa**

Segundo Meltzer e Thornton (2012), a aprendizagem ativa oferece potencial significativo para a aprendizagem quando comparado a instrução tradicional baseada apenas na exposição. Os métodos aparecem de formas diversificadas, incorporando técnicas como: o registro de dados em tempo real, investigação guiada, simulações computacionais interativas e solução estruturada de problemas.

O método Peer Instruction, traduzido como Instrução pelos Colegas (IpC), foi desenvolvido no início da década de noventa por Eric Mazur (MAZUR, 2015). De modo geral, o método busca promover a aprendizagem com foco no questionamento, para que os alunos passem mais tempo em classe pensando e discutindo ideias sobre o conteúdo, do que passivamente assistindo exposições orais por parte do professor.

Outro método de aprendizagem ativa é o Just-in-time Teaching, na versão traduzida conhecemos como Ensino sob Medida (EsM). Este método foi criado em 1999 por Gregor Novak, professor da Universidade de Indiana (EUA), e colaboradores. A característica peculiar deste método é que o professor pode utilizar as dificuldades dos alunos para preparar suas aulas. Desta forma, cabe observar que o método prioriza identificar o conhecimento prévio da turma para a qual será ministrada a aula.

Segundo Ambrose e colaboradores (2010), ações como pequenos avisos e lembretes simples permitem aos instrutores ativar o conhecimento prévio relevante para que os alunos se baseiem nele de forma mais

eficaz. Utilizar as dificuldades manifestadas pelos alunos também auxilia na identificação dos conhecimentos prévios.

Araújo e Mazur (2013) afirmam que a combinação dos métodos IpC e EsM e a utilização de recursos tecnológicos permitem aos professores avaliar a compreensão dos alunos antes da aula, os conceitos durante a aula e postar informações e perguntas adicionais online para que os alunos possam revisar após a aula. Reforça também que a interação da tecnologia com a pedagogia (métodos combinados IpC e EsM) agiliza o feedback para os professores e alunos sobre a compreensão do conceito estudado. Isto faz com que o tempo de aula seja melhor utilizado, permitindo trabalhar conceitos mais difíceis a partir do que os alunos já sabem. Os métodos combinados podem ser adaptados para vários perfis de turmas e disciplinas, facilitando a sua aplicação.

Apesar da combinação destes métodos se mostrar eficaz no ganho de entendimento conceitual, é importante compreender que eles possuem limitações, visto que o IpC foca em testes conceituais, que apesar de gerar entre os alunos reflexões importantes, não permite aos alunos desenvolverem habilidades na resolução de problemas quantitativos. Isto é reforçado por Araújo e Mazur (2013) quando sugerem como alternativa para superar essa limitação que o professor intercale as aulas com resolução de problemas em pequenos grupos, de modo que os alunos possam se engajar cognitivamente na busca das soluções. Com esta prática, tem-se o aluno no centro do processo e o professor auxiliando, tirando dúvidas que os grupos possam ter. Baseando-se neste raciocínio, foram propostos Problemas Ricos em Contexto para incentivar nos alunos o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas.

Segundo Heller e Heller (2010), os Problemas Ricos em Contexto foram desenvolvidos para encorajar os alunos a se envolverem na solução de problemas reais. Eles apontam que estes problemas tem como objetivo dar aos alunos a prática de incorporar a física em seus conhecimentos existentes. Quando os alunos conseguem compreender a física básica

envolvida o problema se torna de fácil solução, pois ele consegue tomar e vincular decisões de forma lógica e organizada.

Utilizar os PRC em grupos colaborativos serve de incentivo para que os alunos resolvam problemas individuais de maneira lógica e completa. A harmonia e organização do grupo é essencial para que os alunos desenvolvam as habilidades colaborativas. Para evitar conflitos internos, é sugerido que cada membro desempenhe uma função. Neste sentido, Heller e Heller (2010) estruturam as funções de **Gerente** (projeta os planos de ação), **Escritor/Verificador** (organiza e escreve o que foi feito), **Cético** (questiona passos e planos). O **Entusiasta/Resumidor** é quem motiva o grupo, mas esta função pode ser desempenhada por todos os membros do grupo, sendo esta função opcional, utilizada apenas quando o número de alunos por grupo for igual a 4.

Segundo Heller e Heller (2010), para que os alunos resolvam problemas como uma ferramenta para aprender física, é necessário utilizar uma estrutura de resolução que enfatize a aplicação de conceitos fundamentais e a conexão dos conceitos com o conhecimento existente. Nesta estrutura os autores sugerem uma solução em cinco passos, sendo eles: foco no problema, descrevendo a Física, planejando a solução, executando o plano e avaliando a resposta. “cada passo consiste de ações específicas que levam o aluno a decisões que confrontam suas dificuldades e orienta-os para o próximo ponto de decisão na solução” (HELLER; HELLER, 2010, p. 43)

## 2. Métodos e Materiais

O presente estudo se deu durante a aplicação do produto educacional desenvolvido no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). O produto educacional foi aplicado em um Colégio Estadual do interior da Bahia. Trata-se da única instituição pública desse município que oferta vagas para a etapa do Ensino Médio, por esta razão, a escola recebe a maior parte do alunado da zona rural.

Durante o estudo foi utilizado o delineamento quase-experimental de grupo de controle do tipo pré-teste e pós-teste. Os estudantes da primeira série do ensino médio foram organizados em dois grupos: o experimental e o grupo de controle. No grupo experimental foram observadas três turmas 1A, 1C e 1D com um total de 53 alunos e para grupo de controle foi utilizada a turma 1B, com 21 estudantes. É importante ressaltar que a turma de controle foi selecionada mediante sorteio. Foram usadas três turmas experimentais para melhorar os ajustes da SEA em cada etapa da aplicação.

Os estudantes do grupo de controle responderam ao teste diagnóstico (pré-teste) e as sete aulas (cada aula com duração de 50 minutos) no formato do ensino tradicional — exposição de conteúdo seguido de resolução de exercícios sobre estática dos corpos rígidos — no final, responderam ao pós-teste. Os estudantes das turmas do grupo experimental também responderam a avaliação diagnóstica, mas a abordagem do conteúdo aconteceu mediante a aplicação da SEA, estruturados em cinco encontros presenciais (totalizando sete horas aula). A abordagem do conteúdo de estática dos corpos rígidos ocorreu baseada na utilização de metodologias de aprendizagem ativa, do primeiro ao terceiro encontro foi aplicada a integração dos métodos EsM e IpC, no quarto encontro foi realizada a resolução de PRC em pequenos grupos colaborativos.

## 2.1. A Sequência de Ensino-Aprendizagem

Nesta seção é apresentada a sequência dos encontros e as estratégias que foram utilizadas para o ensino de estática, abordando as temáticas: centro de gravidade, momento de uma força, condições de equilíbrio dos corpos e máquinas simples.

Tabela 1 — Implementação da Sequência de Ensino Aprendizagem

Encontro 1	Tempo	Atividade	Conteúdos	Objetivos
1º Momento	40 min/aula	Apresentação da proposta e realização do pré-teste.	Revisando as Leis de Newton	Verificar o conhecimento prévio

		os alunos respondem individualmente e depois discutem com professor e colegas		dos alunos sobre as aplicações das leis de Newton
2º Momento	40 min/aula	Construir diagrama de corpo livre para situações propostas, seguida de discussão	Entendimento do conceito de força	Verificar o entendimento sobre a construção de diagramas de corpo livre
3º Momento	20 min/aula	Propor para casa a construção de Mapa Conceitual	Aplicações das Leis de Newton.	Ativar o conhecimento prévio
<b>Encontro 2</b>	<b>Tempo</b>	<b>Atividade</b>	<b>Conteúdos</b>	<b>Objetivos</b>
1º Momento	10 min/aula	Breve exposição baseada nas dificuldades apresentadas na TL	Centro de Gravidade	Despertar a curiosidade na resolução de problemas
2º Momento	15 min/aula	Aplicação do método integrado (IpC) e (EsM) exposição oral seguida de teste conceitual (TC)	Centro de Gravidade; momento de uma força	Relacionar os conceitos novos aos já existente
3º Momento	15 min/aula	Aplicação do método integrado (IpC) e (EsM)	Condições de equilíbrio	Relacionar os conceitos novos aos já existente
4º Momento	10 min/aula	Orientação para que previamente os alunos leiam o material disponível e respondam as TL	Estudo do funcionamento das alavancas	Analisar o funcionamento e identificar os tipos de alavancas
<b>Encontro 3</b>	<b>Tempo</b>	<b>Atividade</b>	<b>Conteúdos</b>	<b>Objetivos</b>
1º Momento	20 min/aula	Discussão de algumas questões da TL previamente enviada pelos alunos através do Google formulário ou presencial	Estudo do funcionamento das alavancas	Analisar o funcionamento e identificar os tipos de alavancas
2º Momento	10 min/aula	Se necessário aplicar o TC	Estudo do funcionamento das alavancas	Analisar o funcionamento e identificar os tipos de alavancas
3º Momento	20 min/aula	Orientação para desenvolver a tarefa com o simulador PhET	Lei das alavancas	Analisar o funcionamento e identificar os tipos de alavancas
<b>Encontro 4</b>	<b>Tempo</b>	<b>Atividade</b>	<b>Conteúdos</b>	<b>Objetivos</b>
1º Momento	50 min/aula	Resolvendo problemas ricos em contexto (PRC)	Centro de gravidade, momento de uma força e condições de equilíbrio	Desenvolver a formalização dos conceitos através da resolução de problemas
<b>Encontro 5</b>	<b>Tempo</b>	<b>Atividade</b>	<b>Conteúdos</b>	<b>Objetivos</b>
1º Momento	50 min/aula	Aplicação do pós-teste	Centro de Gravidade; momento de uma força e condições de equilíbrio	Verificar o desenvolvimento dos alunos baseado nas respostas
2º Momento	50 min/aula	Discussão e feedback para os alunos	Centro de Gravidade; momento de uma força e condições de equilíbrio	Avaliar as respostas

Fonte: ANDRADE (2022).

## 2.2. Estrutura dos Encontros

**Encontro 1** Um importante pré-requisito para estudar estática é o conhecimento das aplicações das leis de Newton, principalmente pelo fato de que os alunos necessitam lembrar o conceito de força e serem capazes de representar as forças em diagramas de corpo livre. Foi aplicado um pré-teste contendo 10 questões de múltipla escolha que foram previamente selecionadas. As questões que foram utilizadas para construir o teste diagnóstico (pré-teste) foram retiradas do Force Concept Inventory (FCI), que se encontra disponível no livro “peer Instruction: A revolução da aprendizagem ativa” (MAZUR, 2015). Em seu livro, Mazur explica que se trata de um teste de múltipla escolha elaborado para avaliar a compreensão dos estudantes sobre os conceitos fundamentais da mecânica newtoniana, dentre as funções de utilização do FCI está a avaliação da eficácia do ensino. Para realizar o ordenamento das questões do FCI foi utilizada a tabela de classificação dos objetivos da Taxonomia de Bloom Revisada (KRATHWOHL, 2002). O pré-teste também foi utilizado como uma estratégia para identificar os subsunçores relevantes à aprendizagem.

**Encontro 2** Com as bases revisadas sobre as leis de Newton foi iniciado o estudo sobre estática. Nesta aula, foram introduzidos alguns elementos conceituais: centro de gravidade, momento de uma força e as condições de equilíbrio estático. Neste momento inicial da aula foram apresentadas algumas demonstrações (como o pássaro equilibrista, o desafio dos pregos e dos talheres) com a finalidade de iniciar as discussões sobre centro de gravidade e equilíbrio estático.

Seguindo os passos da IpC foi realizada uma breve exposição oral (10 min) sobre os conceitos de centro de gravidade e momento de uma força. A natureza das questões conceituais permitiu aos alunos realizarem a identificação do centro de massa dos objetos propostos e relacioná-lo com o momento de uma força que atua sobre ele. No momento de discussão foi tratado com os alunos porque as concepções alternativas,



exposta por eles, sobre o tema não se sustentam. Completando esta etapa foi realizada mais uma breve exposição oral, sobre as condições para que um corpo se mantenha em equilíbrio e as expressões matemáticas que as envolve. Por exemplificação essas condições foram aplicadas aos conceitos anteriormente estudados.

**Encontro 3** Os alunos tiveram acesso aos materiais de leitura e testes de leitura com antecedência a data em que ocorreu o terceiro encontro. Para desenvolver esta etapa o aluno recebeu um roteiro, contendo as informações necessárias para que eles testassem o simulador. Ele serviu de base durante a utilização do mesmo. É através do entendimento do roteiro que os alunos puderam pensar nos problemas propostos. Para esta prática foi necessário que o aluno tivesse acesso à internet para fazer a utilização da plataforma do PhET. Os alunos foram observados durante a discussão em sala sobre a prática no simulador.

**Encontro 4** Nesta aula foi proposto que os grupos resolvessem o PRC, cujo número foi sorteado na aula anterior. Esta metodologia foi utilizada como proposta para estimular o raciocínio dos alunos e desenvolver suas habilidades em solucionar problemas. A intenção aqui não é que o professor resolva questões no quadro, enquanto os alunos apenas observam, mas sim estimular a formação de grupos de 3 a 4 alunos para que eles sejam desafiados a resolvê-los, ou seja, o aluno é colocado no centro do processo, enquanto o professor executa o papel de mediador, circulando entre os grupos e tirando dúvidas específicas dos seus alunos.

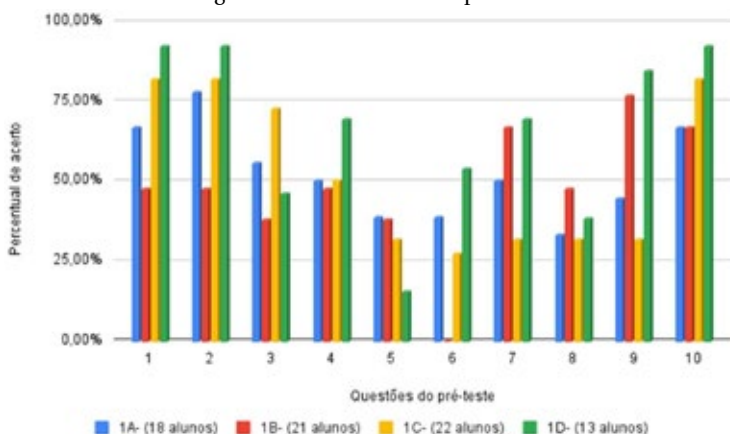
**Encontro 5** Neste encontro foi aplicado o pós-teste. Após a realização do pós-teste e análise das respostas apresentadas, foi estudado e exposto para os alunos os erros cometidos por eles e assim fornecido um feedback da possível evolução conceitual dos alunos no decorrer da aplicação do produto educacional.

### 3. Resultados e Discussões

#### 3.1. Pré-teste e Pós-teste

A aplicação do pré-teste teve como objetivo identificar o conhecimento prévio dos estudantes sobre as leis de Newton. Na figura 2, é possível observar um resumo do percentual de acerto por questão, gerado com a aplicação do pré-teste em cada turma. Isto permitiu realizar uma avaliação quantitativa sobre o percentual de acertos em cada turma e para cada questão.

Figura 2 — Resultado do pré-teste.



Fonte: ANDRADE (2022).

De acordo com a tabela de classificação da taxonomia de Bloom, para as questões 1 e 2, era esperado que os alunos lembrassem as leis de Newton; na questão 3 era esperado que os alunos identificassem qual lei de Newton se aplica na questão; na questão 4 era esperado que os alunos lembrassem e compreendessem a relação da força com o movimento; na questão 5 era esperado que os alunos compreendessem quais as forças estão agindo sobre o corpo apresentado na questão; na questão 6 era esperado que os alunos fossem capazes de relacionar a força com o

movimento; as questões 7, 8 e 9 os alunos deveriam relacionar a interação entre força e movimento; na questão 10 era esperado que os alunos identificassem os tipos de forças agindo em um corpo.

Observa-se pela figura 2 que a turma D apresenta uma maior capacidade de lembrar e compreender as leis de Newton, enquanto que as outras turmas não mantiveram um padrão de acerto para todas as questões, sendo que a turma de controle (IB) apresentou um desempenho inferior nas questões de 1 a 6, comparado com as outras turmas, mas um desempenho melhor ou igual nas questões restantes.

Na análise das respostas das questões 1 e 2 foi identificada uma concepção alternativa, associando a intensidade da força aplicada a massa dos corpos, acreditando que aquele que possui maior massa deveria desenvolver uma intensidade de força maior. Segundo Ambrose e colaboradores (2010), isto pode significar que o aluno não possui um conhecimento prévio ou que este foi ativado de maneira inadequada ou imprecisa.

Com base na tabela bidimensional de classificação da Taxonomia de Bloom Revisada, os objetivos de aprendizagem das questões apresentadas no pós-teste possuem um maior nível de formalização quando comparadas ao pré-teste. O pós-teste é formado por 5 questões conceituais e um PRC, avaliando assim os objetivos de aprendizagem propostos na SEA. Segundo Mèheut (2005), é possível realizar a validação externa da sequência de ensino-aprendizagem comparando os efeitos da pesquisa baseada em uma sequência de ensino-aprendizagem e as que utilizam o ensino tradicional. Neste caso, a validação externa ocorreu comparando as respostas do pós-teste das turmas do 1 A, C e D (aplicação da sequência de ensino-aprendizagem) com as do IB (grupo de controle).

Um ponto verificado entre as respostas apresentadas pelos alunos das turmas experimentais é que eles relacionaram a massa da alavanca, nos cálculos para analisar as condições de equilíbrio, enquanto que os alunos do grupo de controle (turma IB) não conseguiram articular que o peso da alavanca deve ser considerado para garantir o equilíbrio da mesma.

Apesar de terem desenvolvido PRC em grupos colaborativos, muitos alunos não conseguiram desenvolver individualmente todas as etapas propostas no problema durante a realização do pós-teste.

Nas respostas apresentadas pelos alunos do grupo de controle houve uma maior dificuldade de estruturar as respostas das questões conceituais, comparadas ao grupo experimental. Na primeira questão do pós-teste foi possível observar a dificuldade dos alunos em representar os vetores com as forças que atuavam sobre a barra. Os alunos do grupo de controle apresentaram também muita dificuldade para resolver o PRC proposto no pós-teste, a maior parte do grupo de controle não conseguiu desenvolver nenhum dos passos, diferentemente do grupo experimental em que a maioria dos alunos conseguiu iniciar o problema.

### **3.2. Resolução de Problemas Ricos em Contexto**

No quarto encontro, foram montados grupos colaborativos e apresentados aos alunos os PRC que cada grupo deveria responder. Os problemas foram adaptados de Heller e Heller (2010). Os conceitos envolvidos em cada PRC foram:

- PRC 1: força, torque e centro de massa.
- PRC 2: força, torque, decomposição de vetores.
- PRC 3: força, torque e Cinemática.

Cabe ressaltar que o método de resolução de problemas ricos em contexto foi apresentado aos alunos anteriormente à aplicação do produto educacional, envolvendo outros conteúdos trabalhados durante o ano letivo. Cada grupo recebeu o problema, cujo número havia sido sorteado no encontro anterior, e definiram internamente as funções que cada aluno desempenharia. As funções desenvolvidas pelos componentes dos grupos serviram para motivá-los e para evitar conflito.

Na turma 1A foram formados quatro grupos colaborativos, dos quatro grupos o G2 foi o que mais apresentou dificuldades em representar o

diagrama do PRC 1, isto dificultou o desenvolvimento dos passos seguintes e o grupo alegou não ter finalizado a solução devido à falta de tempo.

Na turma do 1C foram formados cinco grupos. Os grupos G1 e G5 conseguiram chegar até o quarto passo, mas não conseguiram dar significado a resposta obtida. O G3 e G4 não conseguiram representar o diagrama por completo. O grupo G2 finalizou o problema, mas a explicação para o resultado obtido apresentou-se de maneira superficial.

Na turma do 1D, os grupos G1 e G3 chegaram no passo de representação do diagrama, mas não conseguiram finalizar a solução do problema. O grupo G1 conseguiu chegar no passo 2 representando parcialmente as equações a serem utilizadas.

Como dito anteriormente, no pós-teste a maioria dos estudantes das três turmas anteriormente citadas conseguiu iniciar o problema, fazendo os dois primeiros passos da resolução, mas nem todos conseguiram finalizar todos os cinco passos.

#### **4. Considerações Finais**

Após a realização do pré-teste e a análise quantitativa, nem todos os alunos apresentaram subsunçores sobre o entendimento de forças, desta forma foram propostas tarefas para que os alunos pudessem ativar o conhecimento prévio de maneira precisa e suficiente, como a construção de diagrama de corpo livre e a construção de Mapas Conceituais. Os materiais disponibilizados, como os textos e tarefas de leitura, abordando centro de gravidade, momento de uma força e condições de equilíbrio, serviram para ativar o conhecimento prévio dos estudantes. Em sala de aula com as breves exposições orais e realização de testes conceituais, como previsto no método integrado do EsM e IpC, os estudantes puderam relacionar e interagir as novas ideias com as que já existiam em sua estrutura cognitiva. A formação dos grupos para discussão favoreceu a interação entre as ideias antigas e novas, momento este em que muitas concepções alternativas (conhecimento prévio impreciso)

podem ser modificadas na estrutura cognitiva dos estudantes. As respostas fornecidas nos testes de leitura comprovam que a maioria dos estudantes do grupo experimental desenvolveu os subsunçores necessários para o entendimento das condições de equilíbrio e o funcionamento das alavancas. No momento em sala com a apresentação de novas ideias é possível atentar que parte dos alunos consegue modificar esses subsunçores. A utilização das simulações interativas do PhET também oportunizou compreender a extensão do conhecimento prévio dos estudantes.

Os alunos do grupo experimental tiveram um melhor desempenho no pós-teste que os alunos do grupo de controle, ou seja, a SEA mostrou uma melhora no rendimento escolar do grupo experimental. A nossa hipótese inicial foi confirmada, pois era esperado que ao usarmos diferentes metodologias de aprendizagem ativa, com atividades baseadas nas respostas de conhecimento prévio dos alunos e diferentes feedbacks ao longo da SEA, teríamos no final um melhor aproveitamento do que as aulas tradicionais fornecem, concordando assim com resultados da literatura mundial (MELTZER; THORNTON, 2012). Entretanto, ao analisar as respostas do pré-teste e pós-teste apenas dos estudantes do grupo experimental pudemos ver a evolução da maioria dos alunos nas três turmas experimentais. Além de poder acompanhar as discussões e exposições de ideias deles durante a aplicação das questões conceituais, as quais foram ficando mais elaboradas durante a aplicação da SEA.

A metodologia IpC já está cada dia mais difundida nas escolas brasileiras, entretanto a resolução de PRC em grupos colaborativos ainda não é tão conhecida pelos professores de física. Apesar de ser algo que demanda tempo para que os alunos consigam aprender todos os passos da resolução e demanda muito trabalho por parte dos professores para que eles possam trabalhar de forma colaborativa, é uma metodologia que realmente complementa a IpC, permitindo aos alunos resolver problemas ao invés de exercícios de aplicação de fórmulas. Nossos próximos

trabalhos de pesquisa devem ser direcionados para melhorar a aplicação dos PRC em turmas de física do ensino médio.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES). Agradecemos também as sugestões dos árbitros para melhoria da apresentação desse trabalho.

## Referências

AMBROSE, S. A.; BRIDGES, M. W.; DIPIETRO, M.; LOVETT, M. C.; NORMAN, M. K. **How Learning Works: Seven Research-Based Principles for Smart Teaching**, Jossey-Bass, 2010.

ANDRADE, C., D. **ESTÁTICA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM BASEADA EM METODOLOGIAS DE APRENDIZAGEM ATIVA**. 2022. 131f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) — Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão.

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Vol. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.

HELLER, K.; HELLER, P. **Cooperative problem solving in physics a user's manual**. In: Tersedia: <http://www.aapt.org/Conferences/newfaculty/upload/Coop-Problem-Solving-Guide.pdf>, 2010

KRATHWOHL, D. R. **A revision of bloom's taxonomy: An overview.** Theory into practice, Taylor & Francis, v. 41, n. 4, p. 212-218, 2002.

MAZUR, E. **Peer Instruction:** a revolução da aprendizagem ativa, Penso Editora, 2015.

MÉHEUT, M. **Teaching-learning sequences tools for learning and/or research.** In: BORESMA, K; et al (eds.) Research and Quality of Science Education. Holanda: Spring, p. 195-207, 2005.

MÉHEU; M.; PSILLOS, D, Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education**, v.26, n 5, p. 515-652, 2004, <https://doi.org/10.1080/09500690310001614762>.

MELTZER, D. E.; THORNTON, R. K. Resource letter ALIP-1: Active-learning Instruction in Physics. **American Journal of Physics**, v. 80, n. 6, p. 478-496, 2012. <https://doi.org/10.1119/1.3678299>

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**, Editora pedagógica e universitária, São Paulo, 1999. v. 2



**OFICINAS DE FÍSICA: PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO MÉDIO**  
*PHYSICS WORKSHOPS: PERSPECTIVE OF SIGNIFICANT LEARNING FOR  
HIGH SCHOOL*

*Ana Dailete Vieira Assunção<sup>1</sup>, Valéria Castelo Branco de Sousa<sup>2</sup>, Gerson  
Anderson de Carvalho Lopes<sup>3</sup>, Rafael Martinez<sup>4</sup>*

<sup>1,2,4</sup> Curso de Física, Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), anadailete@hotmail.com,  
valeria.castelo20@gmail.com, rafael.mr@unifap.br.

<sup>3</sup> Curso de Física, Universidade do Estado do Amapá (UEAP), g.anderson.feq@gmail.com.

## **Introdução**

É notório que o ensino de Física ministrado nas escolas públicas de educação básica, sofre certa aversão por parte dos educandos, podendo-se observar que várias são as dificuldades encontradas nesse nível de ensino, devido à falta de compreensão dos conceitos básicos da Física, onde, em geral, percebe-se que o educando é um mero espectador e não um sujeito ativo no seu processo de ensino e aprendizagem (BRASIL, 2016). Apenas há explanações feitas pelo educador, não demonstrando interesse em compreender o conteúdo e não adquirindo uma aprendizagem significativa (AZEVEDO, 2017).

É por meio da atividade experimental que ocorre um dos fatos mais interessantes observados, que é o aumento da concentração. Devido à carência de equipamentos, bem como a inexistência de laboratório

nas escolas públicas, normalmente, não é possível a realização desta prática (ANDRADE; COSTA, 2015). Assim sendo, a solução para esta problemática seria a experimentação demonstrativa em sala de aula, com materiais alternativos e de baixo custo, encontrados facilmente no cotidiano. Onde, experimentos devem ser parte do contexto em sala de aula e seu encaminhamento não pode separar a teoria da prática.

A vista disso, nesta proposta alternativa de ensinagem, a sugestão é a utilização de materiais de baixo custo para a construção dos experimentos, dando preferência a materiais que estão relacionados com o cotidiano do estudante, aproximando assim a Física da realidade vivencial do mesmo.

Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo desenvolver Oficinas de Física como uma opção para a educação continuada e como uma estratégia facilitadora para a aprendizagem significativa; incentivando a utilização de métodos experimentais no ensino de Física, e atestando a viabilidade de realização destas atividades na educação básica. Assim, os participantes principais desta pesquisa foram professores que lecionam o componente curricular de Física na rede estadual de ensino.

## **1. Fundamentação Teórica**

### **A atividade experimental na aprendizagem de Física em sala de aula**

Segundo Cassaro (2012, p. 26) a atividade experimental tem uma “reconhecida importância na aprendizagem das ciências, largamente aceita entre a comunidade científica e pelos professores como metodologia de ensino, com resultados comprovados em muitas investigações”, sendo relevante repensar o seu papel na educação e buscar maneiras de concretizar em aprendizagem significativa as suas potencialidades.

Conforme uma lista elaborada por Hodson (1998 apud Cassaro 2012) há necessariamente cinco motivos para envolver os estudantes em atividades experimentais no ambiente educacional, sendo elas:

1. Motivar, estimulando o interesse e o prazer de investigar;

2. Treinar destrezas laboratoriais;
3. Enfatizar a aprendizagem do conhecimento científico;
4. Percepcionar o método científico e adquirir perícia na sua utilização;
5. Desenvolver certas “atitudes científicas” como abertura de espírito e objetividade.

Assim sendo, a atividade experimental é uma maneira de trabalho complementar às outras já existentes, onde o educando atribui significado ao objeto da aprendizagem, pelo qual, além de compreender a teoria, ele participa da construção do seu conhecimento, o que tende a despertar maior motivação (SILVA, 2017)

### **Atividade experimental na construção do conhecimento significativo no ensino de Física**

O conhecimento inicial do mundo ocorre pela percepção dos fenômenos e de seus eventos associados, sendo a partir dessa percepção que nos tornamos capazes de gerar algum conhecimento e uma explicação sobre eles, mesmo assim, muitas propostas de “ensino de ciências ainda esquecem a contribuição dos empiristas para a elaboração do conhecimento, ignorando a experimentação ainda como uma espécie de observação natural, como um dos eixos estruturadores das práticas escolares” (GIORDAN,1999 apud CASSARO 2012, p. 15).

Tomar a experimentação como parte de um processo demonstrativo pleno de investigação é uma decisão necessária, pois a formação do pensamento e das atitudes do sujeito ocorrem preferencialmente nos entremeios de atividades investigativas, mesmo com várias pesquisas escritas sobre essa problemática, o ensino de ciências continua deixando a desejar, uma vez que as atividades experimentais ainda são apontadas como “uma forma de contribuir para uma melhor aprendizagem no ensino de Ciências” (PÉREZ, 1999 apud CASSARO 2012, p. 16).

Ainda se observa um distanciamento entre a Física ensinada no ambiente educacional e as propostas apresentadas nos trabalhos científicos, contudo, é essencial a realização de atividades práticas com os educandos, uma vez que ela tende a despertar nos mesmos um maior interesse de estudar os diversos conteúdos científicos e, como consequência, a obtenção de melhores resultados na aprendizagem significativa (MUNFORD; LIMA, 2007).

## 2. Metodologia

A Oficina de Física foi estruturada em encontros semanais de 04 (quatro) horas cada, em ordem crescente de nível de complexidade no que se refere aos conceitos físicos, ou seja, começando com os primeiros assuntos do 1º ano do ensino médio e avançando conforme programação. As Oficinas foram realizadas durante o período de 29/01 a 02/02/2018 no Laboratório de Ensino da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), com a participação específica de professores da rede pública, com formação em licenciatura em Física, que lecionam no ensino médio, em diferentes instituições da capital, com tempo de serviço variando em 5 a 10 anos.

Para avaliação do andamento das Oficinas, foram elaborados dois tipos de questionários, um específico para cada tema desenvolvido com apenas 05 perguntas objetivas e sucintas para que os professores respondessem de maneira simples e rápida e outro com 10 perguntas direcionadas à oficina como um todo, contendo questões objetivas e subjetivas bem como espaço para o professor expor suas sugestões e críticas sobre o evento e intervenções pedagógicas, no intuito de melhorias referentes às falhas que por ventura foram percebidas durante as Oficinas de Física.

As questões dos questionários são específicas para cada assunto abordado, considerando o seguimento do planejamento como: movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado, atrito no plano inclinado, movimento harmônico simples, dilatação e calor específico. Finalizando com questões específicas à oficina de modo geral. No que se refere

às questões objetivas, continham 03 (três) escolhas de resposta: “não”, “em parte” e “sim”. Dentre as de cunho subjetivas continha 04 (quatro) escolhas de resposta: “péssimo”, “regular”, “bom” e “excelente” além dos espaços para que o professor expunha suas sugestões e críticas. Em geral, os participantes da oficina foram professores de ensino médio, formados em física nas diferentes faculdades da cidade de Macapá.

### **3. Resultados e Discussões**

#### **Análise quantitativa dos questionários dos experimentos**

A primeira e segunda pergunta foram gerais para todos os temas dos experimentos realizados. Buscava-se saber a opinião dos professores sobre a importância da abordagem do assunto baseado no contexto para aprendizagem significativa, se deveria ser sempre baseado no contexto do educando, onde 80% responderam sim, 20% em parte e 0 % não. A segunda pergunta trata da abordagem de cada tema da oficina de maneira simples e do contexto do educando, onde 20% responderam sim, 80% responderam que apenas em parte e 0% não. A terceira pergunta, tratava-se da especificidade de cada tema.

Em relação aos temas Movimento Retilíneo Uniforme (M.R.U) e Movimento Retilíneo Uniformemente Acelerado (M.R.U.A), no que se refere a perceptividade das grandezas intrínsecas, 100% responderam sim. A quarta pergunta versa sobre a percepção da velocidade, considerando o movimento uniforme quando a aceleração é nula, em que o apontado pelos participantes foi de 100% sim. Na quinta pergunta, abordava-se sobre a percepção que em velocidade constante a distância é sempre a mesma, para o mesmo intervalo de tempo, 80% sim e 20% em parte. Em relação ao tema atrito no plano inclinado, a perceptividade das grandezas intrínsecas como: força estática máxima, força aplicada, força normal e força peso, 60% responderam sim e 40% em parte. A sétima pergunta, versa sobre a percepção de que a força máxima estática (atrito) é proporcional à força  $N$  (normal), 60% sim e 40% em parte. Na oitava pergunta aborda a percepção

que para um corpo se mover é necessário aplicar uma força maior que a força de atrito, 100% responderam sim.

Em relação ao tema ondas mecânicas e MHS, no que se refere a percepção, formação e classificação de onda, 80% sim e 20% em parte. Em relação a percepção de que o período de oscilação varia em função do comprimento do pêndulo e de que o pulso que se propaga na mola, ao atingir o ponto fixo se propaga em sentido contrário, 100% responderam sim. Em relação ao tema dilatação e calor específico, no que se refere a percepção da grandeza temperatura intrínseca ao conteúdo de dilatação térmica, 80% sim e 20% em parte. Em respeito à pergunta que se versa sobre a percepção de que aplicando calor num corpo este se dilata e retirando-o o mesmo se contrai, 60% sim, 40% em parte. Em relação a pergunta na qual aborda sobre a percepção de melhor o pior condutor de calor de acordo com a especificidade de cada material, 80% sim, 20% em parte.

Diante da análise dos dados levantados na primeira e segunda questão, justifica-se afirmar ser um público com nível de conhecimento apropriado, com pontos de vista com certo aprofundamento conceitual. Por outro lado, ao analisarmos as perguntas direcionadas especificamente a cada experimento de cada tema específico, tivemos os resultados satisfatórios, tendo como respostas em todos os questionários nenhum percentual inferior a 60% como ponto positivo almejado com a realização da Oficina (Fig. 01). Entretanto, durante a oficina realizada pode-se declarar a veracidade de que a Física está presente em nosso cotidiano e existente nos experimentos que pode e deve ser realizado nas escolas, esse mecanismo de experimento visto e sugerido para as aulas experimentais, faz o aluno perceber o fenômeno existente ao seu meio e se interessar pelas aulas especificamente mais experimentais do que precisamente a teórica. O que se pode ter certeza maior rendimento e melhor aprendizagem.

Figura 1 — Perceptividade pelos participantes dos fenômenos físicos nos experimentos.



Fonte: A.D.V. Assunção; V.C.B. de Sousa; G.A.C. Lopes; R. Martinez (2021).

### **Análise quantitativa dos questionários da Oficina**

A primeira pergunta trata de como os professores avaliam a disciplina de Física ministrada no ensino médio, 20% péssimo, 40% regular, 40% bom e 0% excelente. A segunda pergunta aborda de como seria o ensino de Física se as atividades experimentais fossem práticas comuns existente na rotina do professor, 0% péssimo, 0% regular, 60% bom e 40% excelente. A terceira pergunta versa sobre aprendizagem dos alunos na disciplina de Física sem atividades experimentais, 0% péssimo, 100% regular, 0% bom e 0% excelente. A quarta pergunta trata da comparação das atividades experimentais realizadas em sala de aula em relação às desenvolvidas em laboratório de ensino, 0% péssimo, 60% regular, 40% bom e 0% excelente.

A quinta pergunta aborda sobre a proximidade professor x alunos durante aulas experimentais, 60% bom e 40% excelente. A sexta pergunta trata da avaliação da oficina realizada, 60% bom e 40% excelente. A sétima pergunta versa da ordem de realização da oficina, 100% bom. A oitava pergunta aborda sobre a formação continuada de professor para aperfeiçoamento da profissão, 100% sim. A nona pergunta trata sobre

se o professor alienado à sua zona de conforto conseguiria fazer um bom trabalho, sem buscar mecanismo para melhorar o aperfeiçoamento é possível obter êxito, 100% não. Com os dados levantados no questionário referente à Oficina, analisa-se os resultados através das respostas indicadas em cada pergunta feita direcionadas aos professores participantes, no intuito de melhorar tanto no aspecto pedagógico, quanto ao estrutural e instrumental de modo em geral, para que seja mais dinâmico e atraia participantes em massa nos próximos eventos. Diante disso, obtemos os seguintes resultados: na primeira pergunta, o que predominou foi regular e bom com 40% cada e 20% como péssimo o ensino de Física nas escolas.

A sétima pergunta tivemos resultado aceitável com 100% bom, ao se tratar de ordenação do discorrimento dos temas e experimentos. Diante da análise da oitava pergunta, tem-se como resultado participação de professores em eventos realizados no âmbito educacional, sendo o lugar originário das ideias socializadas entre colegas sistematizadas nas oficinas ofertadas como formação continuada para professor. Diante do resultado da nona com 100% não, é compreensível a resposta quando se trata de alienação e comodismo por parte do professor que não abre mão de sua zona de conforto. Compreende-se que há uma grande escassez de equipamentos e inexistência de laboratório nas escolas, principalmente nas públicas, porém cabe aos docentes formar parcerias e deixar sua zona de conforto mostrando seu potencial de transformar o que no momento está sendo problema em solução. As críticas levantadas pelos professores referentes à oficina, é ponto de partida para melhorias, na realização dos próximos eventos, assim, reconhecendo as falhas que por ventura ocorreram pode-se sempre buscar aperfeiçoamento e engrandecimento profissional em prol de uma educação de qualidade e profissional que se ambiciona sempre.

### **Análise Estatística da Pesquisa**

Organizam-se os aspectos importantes do comportamento dos dados, bem como suas descrições para identificar possíveis pontos positivos



e/ou negativos. No entanto, apresentando particularidade em cada generalização, é possível através dos dados levantados construir uma tabela de frequência absoluta e frequência relativa às respostas de cada professor participante da Oficina realizada na UNIFAP, parte deste trabalho, especificando a pergunta dirigida a cada um. Indica-se a frequência observada com os valores absolutos e relativos das perguntas referentes aos temas desenvolvidos na oficina, assim obtemos a tabela 01.

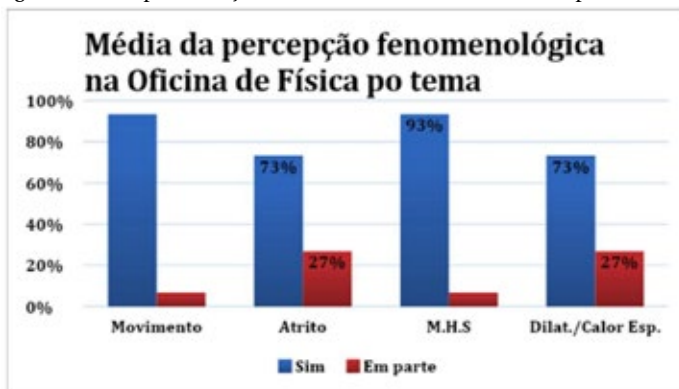
Tabela 1 — Percepção Fenomenológica média.

<b>Média da percepção fenomenológica na Oficina de Física por tema</b>						
Temas	Freq. Relativa (FR)			Média		
	Sim	E. P.	Não	Sim	E. P.	Não
3.1 Movimento	100%					
4.1 Movimento	100%			93,3	6,7%	
5.1 Movimento	80%	20%		%		
3.2 Atrito	60%	40%				
4.2 Atrito	60%	40%		73,3	26,7	
5.2 Atrito	100%			%	%	
3.3 M.H.S	80%	20%				
4.3 M.H.S	100%			93,3	6,7%	
5.3 M.H.S	100%			%		
3.4 Dilat/C. Esp	80%	20%				
4.4 Dilat/C. Esp	60%	40%		73,3	26,7	
5.4 Dilat/C. Esp	80%	20%		%	%	

Fonte: A.D.V. Assunção; V.C.B. de Sousa; G.A.C. Lopes; R. Martinez (2021).

No que se refere à percepção fenomenológica nos conceitos teóricos presentes nas atividades experimentais, comum a todos os questionários de pesquisa referente aos experimentos dos temas desenvolvidos na oficina, obtivemos os resultados mostrados na figura 02, em acordo com o apontado pelos professores, que são mediadores da aprendizagem, onde conclui-se ser possível perceber através de atividades experimentais a Física existentes nesses conceitos.

Figura 1 — Representação dos fenômenos físicos nos experimentos.



Fonte: A.D.V. Assunção; V.C.B. de Sousa; G.A.C. Lopes; R. Martinez (2021).

#### 4. Considerações Finais

Sob a perspectiva dos professores participantes do presente estudo, foi possível apontar que a Física pode passar a ser uma disciplina interessante e até entretida para os alunos da educação básica, por meio do emprego da experimentação, sendo viável a sua realização no ambiente educacional. Os resultados obtidos nas atividades experimentais mostraram que nem todos os participantes já tinham tido aulas práticas previamente realizadas em laboratório. As oficinas serviram, portanto, para esclarecer dúvidas ao longo do desenvolvimento dos experimentos, bem como os erros conceituais que os docentes possuíam. Além do mais, como apontado pelos educadores, foi possível perceber através das atividades experimentais a Física existente nesses conceitos. Outro resultado importante que pode levar a conclusões ou considerações interessantes é a percepção fenomenológica pelos participantes da oficina de cada um dos experimentos realizados, incrementando a mesma ao final das Oficinas.

Pode-se observar que os fenômenos M.R.U. e M.R.U.A. são igualmente compreendidos que o M.H.S., embora este último seja mais complexo

matematicamente falando. Já os fenômenos de atrito e dilatação são entendidos com mais dificuldade. Uma possível explicação é que os primeiros dois fenômenos são devidos a forças conservativas que implica saber ou conhecer o estado inicial e final do movimento, que em princípio é uma informação fácil de processar. Já o fenômeno de atrito, por exemplo, é devido a forças não conservativas e o seu entendimento é relativamente mais complexo desde o ponto de vista físico. Destarte, durante a realização da oficina, ao desenvolver as atividades experimentais, diante da devida explicação dos fenômenos envolvidos e com o contato dos professores com os equipamentos disposto no laboratório da UNIFAP, pôde-se constatar que alguns dos erros conceituais foram superados, além da manifestação por parte dos docentes de que o experimento nas aulas de Física ajuda os alunos a entender melhor o fenômeno estudado. Compreende-se que as oficinas sempre foram motivadoras tanto para os alunos bem como para professores.

## Referências

ANDRADE, T. Y. I.; COSTA, M. B. O laboratório de ciências e a realidade dos docentes das escolas estaduais de São Carlos-SP. **Química Nova na Escola**, vol. 38, n. 3, p. 208-214, 2016.

AZEVEDO, G. L. **Modelização, Experimentação E Recursos Computacionais**: possíveis articulações para o estudo de movimentos em Aulas de Física. 2017. 181 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) — Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville.

BRASIL, C. L. **Experimentação e simulação computacional no ensino de estados físicos da matéria e transições de fase na educação básica**. 2016. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) — Universidade Federal do Pampa, Bagé.

CASSARO, R. **Atividades experimentais no ensino de física**. Universidade Federal de Rondônia. Paraná, 2012.

GIORDAN, M. O. Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**. Experimentação e ensino de Ciências, n. 10, nov. 1999.

HODSON, D. **Teaching and learning science**: towards a personalized approach. Buckingham: Open University Press, 1998.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. de C. e. **Ensinar ciências por investigação**: em que estamos de acordo?. Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte), 09 (01), 2007.

SILVA, E. D. da. **A importância das atividades experimentais na educação**. 2017. 47f. Monografia (especialização em docência do ensino superior) — Faculdade Integrada, Rio de Janeiro.

**A DESCOBERTA DA NATUREZA ELÉTRICA DOS RAIOS: UMA  
ABORDAGEM HISTÓRICO-INVESTIGATIVA**  
*THE DISCOVERY OF THE ELECTRICAL NATURE OF RAYS: A  
HISTORICAL-INVESTIGATIVE APPROACH*

*Thatyusce Bonfim Gomes<sup>1</sup>, Vanessa Carvalho de Andrade<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Instituto de Física (IF), Universidade de Brasília (UnB), thatyusce.bonfim@gmail.com.

<sup>2</sup> Instituto de Física (IF), Universidade de Brasília (UnB), vcandrade@unb.br.

## **Introdução**

Neste trabalho, discutimos uma proposta de sequência didática baseada em uma abordagem histórico-investigativa para trabalhar conceitos de eletricidade, especialmente relacionados aos para-raios. O episódio histórico a ser trabalhado será o estabelecimento da relação entre a eletricidade em nuvens de tempestades com aquela produzida por garrafas de Leiden no século XVIII. Com essa sequência, espera-se que os alunos, além de se apropriar dos conceitos de carga elétrica e eletrização, construam noções básicas de natureza da ciência.

Apesar de estar previsto no documento norteador da educação básica brasileira, a BNCC, a discussão sobre os aspectos de natureza da ciência ainda não é muito presente nas salas de aula e os alunos ainda apresentam concepções ingênuas e falsas sobre a ciência e sua relação com a sociedade (GIL-PÉREZ *et al.* 2001). Um dos principais motivos para a escassez de discussão sobre a natureza da ciência no ensino é a falta de

materiais didáticos de qualidade que sejam direcionados para educação básica (MARTINS, 2007), sendo assim, outro objetivo deste trabalho é que o material construído possa ser utilizado por outros professores de Física para fomentar discussões sobre aspectos de natureza da ciência.

Outro ponto de motivação para a proposta são as concepções distorcidas sobre o conceito de carga elétrica e de corrente elétrica apresentados pelos alunos da educação básica (PACCA *et al.* 2003; ANDRADE *et al.* 2018). Desta forma, a sequência propõe experimentos (práticos e demonstrativos) que tem como objetivo auxiliar no entendimento, por parte dos alunos, dos mecanismos de eletrização.

## **1. Fundamentação Teórica**

O produto educacional em questão é uma sequência didática fundamentada na abordagem histórico-investigativa. Proposta por Allchin (2013), essa abordagem envolve a análise de um episódio histórico de maneira que se torne uma investigação. A intenção da sequência é expor o aluno aos caminhos seguidos pelos cientistas para que uma determinada descoberta científica seja feita. Em momentos decisivos da história são feitas pequenas pausas para reflexão, sendo o aluno, então, levado a propor soluções ou tomar decisões. O papel do professor, além de narrar a história, é fazer com que os alunos problematizem suas escolhas. Durante esse processo, o aluno é induzido a refletir sobre as características que tornam a ciência um conhecimento confiável, mas, também, entendê-la como uma construção humana.

## **2. Métodos e Materiais**

### **2.1. Episódio histórico**

Em 1719, o inglês Francis Hauksbee (1687-1763) foi um dos primeiros a observar pequenas faíscas surgirem de corpos atritados. Ao atritar sua

mão a uma esfera de vidro, Hauksbee descreveu que a eletricidade seria capaz de “produzir luz” e que essa teria uma forma muito estranha, semelhante a um relâmpago (SCHIFFER *et al.*, 2003). O mesmo foi observado por Stephen Gray (1666-1736) em 1735, que também sugeriu que a eletricidade era da mesma natureza que os relâmpagos. Sendo assim, a comparação entre esses dois fenômenos nasceu naturalmente devido à semelhança entre as descargas produzidas em laboratório e as produzidas pela natureza. A similaridade entre os fenômenos se tornou uma ideia difundida entre os filósofos naturais da época. Alguns nomes como Benjamin Martin (1704? — 1782) e Jean-Antoine Nollet (1700 — 1770) apontaram nos anos de 1746 e 1748, respectivamente, algumas semelhanças entre as descargas elétricas produzidas em laboratório e os raios em tempestades (HEILBRON 1979; SCHIFFER *et al.*, 2003).

Em 1750, em carta enviada a Peter Collinson (1694-1768), Benjamin Franklin (1706-1790) sugeriu que fosse feito um experimento para mostrar que seria possível extrair eletricidade das nuvens e carregar uma garrafa de Leiden, conhecido depois como “experimento da guarita”. Na época, Franklin não havia realizado o experimento. Em 1752, após a tradução para o francês de suas cartas sobre eletricidade, o experimento foi reproduzido na França sob a condução de T. F. D’Alibard (1709-1778). Os resultados obtidos pelo experimento contribuíram para atestar a equivalência entre a eletricidade contida nas nuvens em tempestades e aquela produzida por geradores eletrostáticos (MOURA, 2019). Antes que Franklin soubesse do êxito obtido pelo experimento da guarita, desenhou um segundo experimento: o experimento da pipa. A ideia era a mesma: extrair o fogo elétrico das nuvens e observar os seus efeitos. Apesar de não se ter registros históricos de sua execução, o experimento da pipa ficou bastante popular, sendo constantemente distorcido e utilizado como anedota no ensino de Física (SILVA, PIMENTEL, 2008).

Um outro resultado dos estudos sobre a natureza elétrica dos raios de Franklin foi a sugestão de instalação de hastes de metal no topo de edifícios altos a fim de evitar os prejuízos causados pelos raios. A ideia

seria extrair o fogo elétrico das nuvens antes que a descarga elétrica acontecesse. Essa sugestão, apesar de não ter sido bem aceita na época, culminou na invenção do pára-raios (MOURA, 2019).

## 2.2. A sequência didática

A sequência didática foi idealizada de forma que se adequasse a uma sequência já estabelecida pelo material didático da escola em que foi aplicada. A sequência conta com nove aulas; um resumo é descrito na tabela a seguir:

Tabela 1 — Resumo da sequência didática.

Aula		Descrição
01 e 02	Benjamin Franklin e o desenvolvimento do pára-raios	Atividade investigativa: estudo de caso histórico.
03	Como entendemos a carga elétrica hoje	Aula expositiva dialogada sobre carga elétrica contextualizada pelos raios elétricos e episódio histórico.
04	De quais formas um corpo pode ficar eletrizado?	Atividade prática: formas de eletrização (atrito e contato).
05	De quais formas um corpo pode ficar eletrizado?	Experimento demonstrativo: o protótipo de um para-raios.
06	Condutores e isolantes	Atividade de pesquisa e formalização através da socialização dos resultados encontrados pelos alunos.
07	Corrente elétrica	Aula expositiva dialogada sobre corrente elétrica e tensão.
08	Corrente elétrica e organização da avaliação	Como funcionam os circuitos elétricos? Apresentação da proposta de avaliação, divisão de grupos e escolha de temas.
09	Avaliação	Apresentação de um material de "divulgação científica".

Fonte: elaborado pelos autores.

A sequência se inicia com a aplicação da atividade investigativa em uma aula dupla (aulas 1 e 2). A história da descoberta da natureza elétrica dos raios será narrada aos alunos, fazendo-se as pausas estratégicas nos momentos de tomada de decisão e reflexão. Os alunos são estimulados a refletir e discutir em pequenos grupos e, assim, responder aos questionamentos colocados pelo professor. Além de introduzir a discussão, essa atividade é uma boa alternativa para identificar os



conhecimentos que os alunos já possuem sobre o assunto (ALLCHIN, 2013).

Uma vez que os alunos entendem que as descargas elétricas em tempestades têm a mesma natureza dos choques elétricos que observamos em situações cotidianas, é feita a introdução do conceito de carga elétrica e como a entendemos pelo olhar da ciência da atualidade na aula 3. Essa aula seguirá o roteiro sugerido pelo material didático adotado pela escola.

Nas aulas seguintes a ideia é mostrar aos alunos de quais formas um corpo pode ficar eletrizado, apresentando a eles os fenômenos de eletrização por atrito, contato e indução. Para isso, foram pensadas atividades experimentais para as aulas 4 e 5, sendo a aula 4 uma aula destinada a experimentos práticos e, a aula 5, destinado a um experimento demonstrativo.

Na aula 4 os alunos serão levados ao laboratório. O professor irá distribuir os materiais e instruir os alunos a realizar os experimentos, as instruções serão projetadas no quadro, conforme descrito a seguir:

- Experimento 1: Encha um balão parcialmente e dê um nó para que o ar não escape. Esfregue-a no cabelo e, em seguida, aproxime-a de papéis picados sobre uma mesa.
- Experimento 2: Encha parcialmente um balão e dê um nó para que o ar não escape. Pendure-a por uma linha. Esfregue o papel toalha na bexiga e, em seguida, aproxime sua mão sem tocá-la.
- Experimento 3: Faça uma bolinha de papel-alumínio (1 a 2 cm de diâmetro) e prenda-a por uma linha. Esfregue o tubo de PVC em uma folha de papel toalha e aproxime-o da bolinha, permitindo que se toquem. Em seguida, desencoste o tubo da bolinha, mas mantenha-o próximo dela.
- Experimento 4: Com os materiais disponibilizados faça algum experimento pensado por vocês, sintam-se livres para testar o que quiserem. Anote o experimento realizado e os efeitos observados.

Na aula 5, para a demonstração da eletrização por indução, o professor fará um experimento demonstrativo utilizando um aparato experimental de baixo custo inspirado no experimento da guarita, proposto por Franklin. O aparato é um eletroscópio de folhas montado dentro de uma pequena casa feita de papelão ligado a uma haste feita de arame. O professor eletrizará um balão (que simboliza uma nuvem eletrizada), atritando-o com um pedaço de papel toalha, e o aproximará da haste (que simboliza o para-raios). A ideia é que os alunos consigam perceber que as folhas do eletroscópio se afastam quando o balão é aproximado, e se aproximam quando o balão é afastado da haste. Em um segundo momento, o professor colocará um fio ligando a haste ao chão (simbolizando o aterramento) e os alunos serão capazes de perceber que as folhas do eletroscópio não farão mais o mesmo movimento. Após o experimento demonstrativo, serão produzidos dois vídeos: um que mostra o funcionamento do pára-raios em uma situação real e outro que faz uma demonstração da proteção oferecida pelo para-raios. Para essa aula os alunos terão como tarefa de casa fazer a seguinte pesquisa: por que alguns materiais conduzem eletricidade e outros nos protegem dela?

Na aula 6 os alunos serão convidados a compartilhar os resultados da pesquisa feita como tarefa de casa. O objetivo é que os alunos troquem as informações encontradas e, ao final da aula, o professor faça a formalização dos conceitos tendo como base a discussão feita no começo da aula.

As aulas 7 e 8 tem como tema principal a corrente elétrica. As duas aulas serão conduzidas conforme sugerido pelo material didático adotado pela escola. Ao final da aula 8 os alunos são orientados quanto a avaliação da proposta, é solicitado que produzam mídias de “divulgação científica” sobre o tema para a apresentação na próxima aula. O tema e o formato do trabalho ficam a critério dos estudantes, desde que estejam relacionados à eletricidade.

Por fim, a aula 9 é destinada à socialização dos trabalhos produzidos. Os alunos irão compartilhar as mídias de “divulgação científica” com seus colegas de sala.

### **3. Resultados e Discussões**

De forma geral, a atividade histórico-investigativa foi bem recebida pelos alunos, que se mostraram bastante engajados nas discussões. Nas duas primeiras aulas foi possível notar, extraordinariamente, a participação de alunos mais retraídos e menos participativos. Durante as pausas estratégicas da atividade, muitas respostas foram dadas pelos alunos, algumas demonstravam completo desconhecimento dos processos da ciência e da realidade de períodos históricos anteriores, outras que levaram a reflexões muito importantes sobre a ideia de falseabilidade de teorias científicas. Algumas respostas indicaram que os alunos reconhecem a necessidade de colaboração entre os cientistas, mas não sabem como essa comunicação é feita formalmente, nenhum aluno citou os artigos científicos, por exemplo.

Seguindo a história e os desdobramentos dela, os alunos foram capazes de perceber que o fazer científico não é simplório como pintado no método científico ensinado pelos livros didáticos e que é necessário muito mais que “observação e experimento” para se confirmar uma teoria. No caso dos raios, especificamente, muitos experimentos foram feitos para encontrar semelhanças entre os dois fenômenos, as faíscas e os raios elétricos, mas não foram suficientes para estabelecer de vez essa relação.

Foi possível notar também a presença de concepções de senso comum. Uma dessas concepções é a de que um raio acontece quando duas nuvens colidem entre si, ideia essa que está presente no imaginário popular desde o século I (a.c) (SABA, 2001).

Ao final da aula os alunos responderam um questionário com uma única pergunta: “o que você aprendeu nessa aula?”. Alguns alunos mostraram um bom entendimento da proposta, exemplificando aspectos

de natureza de ciência em suas respostas. Uma das alunas respondeu que: “a teoria nasce com base em uma hipótese, uma forma de tentar entender e explicar algum fenômeno. Além disso, não existe provar, é preciso fazer vários experimentos e que o resultado deles não significa com exatidão que a teoria é ou não real. A ciência, que é influenciada por vários aspectos, não descobre a verdade absoluta, ela tenta criar um modelo para explicar o que acontece na natureza”. Outro aluno respondeu que: “na ciência, na tentativa de explicar alguns fenômenos, são realizadas teorias que não se provam, mas apenas realizam experimentos para demonstrar a aplicação daquela teoria. Pois com o avanço da ciência, é possível que seja demonstrado que uma teoria não é válida ou que ela não está totalmente correta”.

De maneira geral, os alunos que responderam ao questionário apresentaram uma noção menos distorcida da ciência, que era um dos principais objetivos dessa atividade. Ainda assim, alguns alunos se ativeram a detalhes mais banais, como, por exemplo, a ocorrência ou não do experimento da pipa e outros detalhes mais pontuais da história.

Nas aulas experimentais os alunos se mostraram muito engajados e muito surpresos ao visualizar os resultados dos experimentos. A sequência foi montada de forma que os alunos pudessem visualizar os fenômenos de atração e repulsão elétricas antes de estudar os mecanismos de eletrização, o que facilitou o entendimento de como ocorrem esses processos. Os alunos relataram ter gostado de “colocar a mão na massa” nos experimentos práticos, e que queriam que mais aulas fossem daquela forma. Como os alunos não possuíam muita experiência no laboratório, foi necessário que o professor fizesse pequenas intervenções na prática experimental.

Os alunos relataram também que o experimento demonstrativo, o protótipo inspirado no experimento da guarita pensado por Franklin, auxiliou o entendimento do fenômeno da eletrização por indução. Ademais, o experimento também despertou a curiosidade e muitas

dúvidas dos alunos de como o para-raios funciona, dúvidas essas que puderam ser esclarecidas através da demonstração.

Na última aula, dedicada à socialização das mídias de divulgação científica produzidas, os alunos relataram que gostaram muito de fazer o trabalho pelo fato de poderem escolher o tema que mais lhe chamasse a atenção, além de poder escolher apresentar no formato que mais lhe agradasse. Apesar disso, foi possível notar que, em uma das turmas, alguns alunos não compreenderam a proposta e fizeram apresentações que continham várias pequenas explicações dos temas que foram propostos como sugestões. Além disso, entre os alunos que não compreenderam a proposta, muitos trabalhos estavam semelhantes. Após uma breve pesquisa, ficou claro que os alunos copiaram textos das mesmas fontes. Por conta dos vários trechos copiados, a avaliação da aprendizagem dos alunos através dos trabalhos ficou bastante comprometida. Nos trabalhos dos alunos que compreenderam a proposta foram necessárias algumas correções pontuais acerca do conteúdo apresentado, o que se mostrou uma boa oportunidade de revisão.

#### **4. Considerações Finais**

A sequência didática pensada neste trabalho se mostrou um bom instrumento para fomentar discussões sobre a natureza da ciência. A atividade histórico-investigativa teve bons resultados e contribuiu para que os alunos tivessem uma visão menos distorcida da ciência e do fazer científico. Aliada à proposta de fomentar a discussão sobre aspectos de natureza da ciência, a atividade se mostrou com um bom instrumento para despertar o interesse inicial dos alunos sobre os temas de eletrostática e eletrodinâmica. Os experimentos propostos, apesar de sua simplicidade, proporcionam a visualização dos fenômenos, o que facilitou o entendimento por parte dos alunos. Além disso, a atividade e a

seqüência didática elaboradas podem ser utilizadas por outros professores no futuro.

## Referências

ALLCHIN, D. Historical inquiry cases for nature of Science learning. *Cadernos de História da Ciência*, v. 13, n. 2, 2017.

\_\_\_\_\_. Teaching the nature of science: perspectives and resources. St. Paul, MN: SHiPS Education Press, 2013. 310 p.

FRANKLIN, B. Experiments and observations on electricity, made at Philadelphia in America. 4 th ed. London: [s.n.], 1769.

HEILBRON, J.L. Electricity in the 17 th and 18th centuries — a study of early modern physics. University of California Press: Berkeley/ Los Angeles/ London, 1979.

MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 24, n.1, p.112-131, 2007.

MOURA, B. A. A filosofia natural de Benjamin Franklin: traduções de cartas e ensaios sobre a eletricidade e a luz. São Bernardo do Campo: Editora da UFABC, 2019.

\_\_\_\_\_. BONFIM, T; Benjamin Franklin e a formação de temporais com raios e trovões: tradução comentada de uma carta a John Mitchel. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 34, n. 2, p. 460-478, ago. 2017.

PACCA, J., FUKUI, A., BUENO, M., COSTA, R., VALÉRIO, R., & MANCINI, S. Corrente elétrica e circuito elétrico: Algumas concepções do senso

comum. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 20, n. 2, p. 151-167, 2003.

PÉREZ, D. G., MONTORO, I. F., ALÍS, J. C., CACHAPUZ, A., & PRAIA, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

SABA, M. M. F. A Física das Tempestades e dos Raios: Questões e dúvidas frequentes. *A Física na Escola*, v. 2, n. 1, 2001.

SCHIFFER, M., HOLLENBACK, K., BELL, C. *Draw the Lightning Down: Benjamin Franklin and Electrical Technology in the Age of Enlightenment*. University of California Press: Berkeley/ Los Angeles/ London, 2003.

SILVA, C.C.; PIMENTEL, A.C. As atmosferas elétricas de Benjamin Franklin e as interações elétricas no século XVIII. In: MARTINS, R.A.; SILVA, C.C.; FERREIRA, J.M.H.; MARTINS, L.A.C.P. (eds.). *Filosofia e história da ciência no cone sul — seleção de trabalhos do 5º encontro*. Campinas: Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul, 2008a.





**CATEGORIZAÇÃO DAS DISSERTAÇÕES DEFENDIDAS NO POLO 35 DO  
MNPEF NO PERÍODO DE 2016 A 2022**  
*CATEGORIZATION OF DISSERTATIONS DEFENDED AT MNPEF POLE 35  
FROM 2016 TO 2022*

*Silvio Luiz Rutz da Silva*<sup>1</sup>, *André Maurício Brinatti*<sup>2</sup>, *André Vitor Chaves de Andrade*<sup>3</sup>, *Jeremias Borges da Silva*<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Departamento de Física, MNPEF (Polo35 — UEPG), Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

rutz@uepg.br<sup>1</sup>, brinatti@uepg.br<sup>2</sup>, avca@uepg.br<sup>3</sup>, silvajb@uepg.br<sup>4</sup>.

## **Introdução**

O Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) é uma experiência de formação baseada no pressuposto sobre o qual o professor de Física deve ter uma visão sólida e atualizada da Física como área de conhecimento, e do ensino de Física como uma área de pesquisa cujos resultados possibilitam o estabelecimento de estratégias novas para ensino de Física. O MNPEF foi concebido para capacitar professores da Educação Básica no domínio de conteúdos de Física e de técnicas de ensino para aplicação em sala de aula, sendo organizado em polos regionais, sediados em IES, onde ocorrem as atividades de formação docente continuada (SBF, 2022).

A dissertação no MNPEF contempla o relato de experiência de uma investigação sobre a aplicação de um produto educacional. A

ênfase principal está em instrumentalizar o professor-discente, para a atividade reflexiva, crítica e inovadora aplicada diretamente à sua atuação profissional como docente. Nesse processo, um dos elementos essenciais de reflexão é a compreensão da abrangência do trabalho docente e de como este está inserido na realidade escolar. Na sequência, são apresentados alguns elementos desse contexto (MOREIRA; STUDART; VIANNA, 2016).

Neste trabalho, apresenta-se um estudo sobre quarenta dissertações defendidas no polo 35 da Universidade Estadual de Ponta Grossa. O objetivo é identificar elementos qualitativos destes trabalhos com base na análise de conteúdo, ou seja, as estruturas conceituais da matéria de ensino e da formação profissional presentes nessas dissertações por meio de análise textual mediada por software.

## **1. Fundamentação Teórica**

### **1.1. Pesquisa em Ensino de Física**

Em seu trabalho “metodologia de pesquisa em ensino de física: uma proposta para estudar os processos de ensino e aprendizagem” Carvalho (2004, p. 1) destaca que:

Uma metodologia de pesquisa não se resume à coleta de dados esta é a sua principal função, pois a estrutura metodológica de uma pesquisa visa cercar a coleta de dados de todos os cuidados para que estes respondam, com a maior confiabilidade e precisão possível as questões levantadas.

Ainda segundo Carvalho (2004), toda pesquisa pode e deve ser replicada, e as pesquisas em ensino precisam propiciar condições para replicação do estudo, mesmo que para um estudo de caso. Isso só é possível quando a metodologia da pesquisa descreve detalhadamente o processo de obtenção e de análise dos dados. Para as pesquisas em ensino, é preciso entender o como e o porquê o aluno aprende, ou seja, é

importante avaliar os processos de ensino e de aprendizagem durante as atividades educativas.

Para as pesquisas em ensino, é preciso entender o como e o porquê o aluno aprende, ou seja, é importante avaliar os processos de ensino e de aprendizagem durante as atividades educativas. Portanto, a metodologia de pesquisa, deve conter meios que mostrem com rigor o processo de desenvolvimento do ensino.

As pesquisas em ensino procuram analisar os processos de ensino e de aprendizagem em sala de aula e em geral seguem um delineamento do tipo qualitativo, pois interpretam a fala, a escrita, os gestos e ações dos professores e alunos durante as aulas. Para Lüdke e André (1986, p. 11-13), a pesquisa qualitativa tem na aquisição direta de dados e no pesquisador seus principais objetos, sendo que os dados coletados são descritivos e a análise dos dados tende a seguir um processo indutivo. Por sua vez, os pesquisadores não se preocupam em buscar evidências que comprovem hipóteses definidas antes do início dos estudos. Há pesquisas em ensino que envolvem metodologias quantitativas, porém o maior número corresponde a pesquisas qualitativas que exigem:

[...] uma descrição do contexto de estudo e compreensão de que em diferentes momentos os resultados podem ser muito diferentes, apesar de se trabalhar com um mesmo grupo de pessoas, sejam professores, alunos ou mesmo contextos de ensino. (MÓL; 2007, p. 500)

Para Mól (2007), quantificações surgem naturalmente, fazendo com que não se tenha metodologias exclusivamente quantitativas ou qualitativas, mas sim metodologias mistas. Para o pesquisador, para uma metodologia qualitativa, podem ser necessários dados estatísticos para qualificar fenômenos.

Portanto, a metodologia de pesquisa qualitativa deve conter meios que mostrem com rigor o processo de desenvolvimento do ensino. Não basta saber que um número significativo de alunos aprende, é preciso conhecer o processo dessa aprendizagem, ou seja, como se aprende. Neste contexto,

os dados obtidos por meio dos métodos de pesquisa empregados tornam-se fundamentais, pois o detalhamento dos registros textuais, visuais e ou sonoros do processo de ensino e de aprendizagem são importantes para a validação dos dados gerados pela pesquisa.

## **1.2. Pesquisas sobre o MNPEF**

O MNPEF faz parte do programa de formação de professores da Educação Básica (PROEB), que oferece formação continuada *stricto sensu* a professores em exercício, em parceria com as instituições de ensino superior (BRASIL, 2022). As dissertações e produtos educacionais produzidos pelos professores-discentes do MNPEF têm sido cada vez mais objeto de pesquisa com as mais diferentes intencionalidades.

De uma busca no portal Google Acadêmico obtém-se uma quantidade significativa de produção que podemos reunir no seguintes grandes grupo: referenciais norteadores (NESI; BATISTA, 2018; PEREIRA; ERTHAL, 2022; REBEQUE; OSTERMANN; VISEU, 2018); produção acadêmica (REBEQUE; OSTERMANN; VISEU, 2021, ; formação continuada (NESI; BATISTA; DEIMLING, 2021, 2022; SILVA; VILANI, 2022; ANTUNES JR; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2019; MACHADO; MARQUES, 2019; REBEQUE; OSTERMANN, 2015; SILVA;BRINATTI; ANDRADE, 2018); produtos educacionais (CASANOVA; ZARA, 2020; ); IMPACTOS (ROCHA; CARVALHO; GOMES, 2022); análise de conteúdo de dissertações e produtos educacionais (FERREIRA; *et al.*, 2021); perspectivas futuras (PAULO; ALMEIDA, 2022).

O trabalho aqui apresentado tem por objeto as dissertações defendidas no período de 2016-2022 (POLO 35, 2022), de modo a se obter uma categorização dos conteúdos presentes nos registros textuais analisados. A categorização é possível de ser obtida a partir do conhecimento monológico registrado por meio de textos, o que nos permite determinar quando afirmações teóricas atingem regularidades invariantes e quando expressam relações de dependência (CAMARGO; JUSTO, 2013, CERVI, 2018).

## 2. Metodologia

Como ponto de partida elaboramos um corpus textual, que corresponde a uma coleção de textos coletados e organizados que servem para vários tipos de pesquisa (GASKELL, 2017, p.45). O corpus textual é composto pelo título, palavras-chave e resumo das dissertações. Para auxiliar análise do corpus textual empregou-se o software IRaMuTeQ — Interface R, que apresenta uma biblioteca diversificada de análises, desde lexicografia básica (frequência de palavras) até análises multivariadas (Classificação Hierárquica Descendente — CHD, Análise de Similitude e Nuvem de Palavras) (MARCHAND; RATINAUD, 2012, CAMARGO; JUSTO, 2013, CERVI, 2018).

Pela Classificação Hierárquica Descendente CHD (REINERT, 1990), realiza-se uma classificação dos segmentos de texto em função do seu vocabulário, agrupando-os em conjuntos que apresentem um núcleo comum, e este por sua vez, é separado em classes conforme as palavras lematizadas, assim as Unidades de Contexto Elementares (UCE) da mesma classe possuem semelhanças, e são distintas das demais classes, embora todas ainda componham o mesmo conjunto com um núcleo comum, podendo este processo se repetir em diferentes conjuntos.

A Análise Fatorial de Correspondência (AFC), permite visualizar, sob a forma de um plano fatorial, as oposições resultantes da CHD, e fornece uma outra forma de apresentação dos resultados por meio de uma análise fatorial de correspondência feita a partir da CHD com as classes ocupando posições que podem coincidir ou se opor, sendo distribuídas em quatro quadrantes. Cada classe abrange contextos semânticos específicos, que se referem à raiz semântica da palavra que mais interferiu na classe e permite perceber a ação das variáveis atributos e das classes.

Classe é compreendida como um conjunto de palavras que aparecem próximas umas das outras, formando um segmento específico permitindo que pontos centrais do texto possam ser apontados, de modo a ser possível compreender como os termos estão associados uns aos outros, portanto, representam o ambiente de sentido das palavras.

A análise de similitude permite o estudo das relações entre objetos discretos de qualquer tipo e possibilita identificar as coocorrências entre as palavras e o seu resultado. Neste tipo de análise, o tamanho das palavras e a espessura dos traços que as unem tem significado, trazendo indicações da conexão entre as palavras e auxiliando na identificação da estrutura de um corpus textual (MARCHAND; RATINAUD, 2012, CAMARGO; JUSTO, 2016).

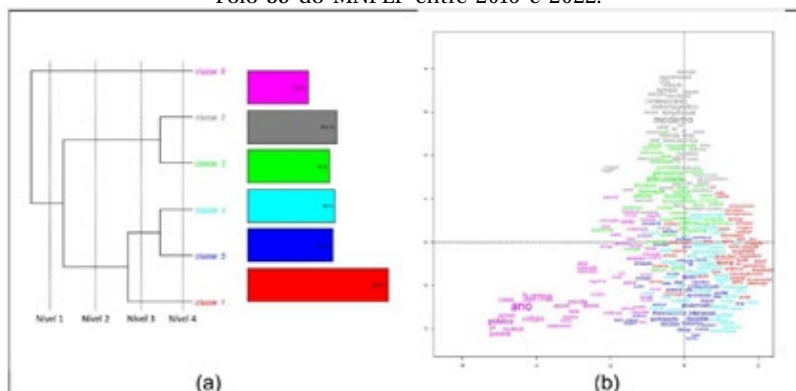
Os resultados podem ser avaliados em duas dimensões: categorias ou classes, e representações. Categorias ou classes englobam similaridades e diferenças informando as relações mais frequentes. Por sua vez, representação corresponde a como as pessoas se relacionam com o objeto, por meio de discursos, hábitos, práticas, etc. Nesse trabalho, buscou-se identificar categorias (classes), das dissertações, e como estas estão relacionadas.

### **3. Resultados**

O número de textos analisados foi 40, que geraram 314 segmentos textuais (ST), dois quais foram classificados 287 (91.40% dos ST) produzindo 6 clusters apresentados na Figura 1 e detalhados no Quadro 1. Mostra-se na Figura 1(a) a formação de seis classes (linha do nível 4) e na Figura 1(b) a distribuição dos termos por critério de proximidade nas seis classes.

A distribuição dos termos no espaço bidimensional (Figura 1(b)) mostra como as classes se organizam internamente e as distâncias entre elas, além de indicar a intensidade da presença dos termos em cada categoria a partir do tamanho das palavras. Pela linha do nível 3 é possível observar três subgrupos (SG), : SG1 formado pelas classes 1, 4 e 5; SG2 formado pelas classes 2 e 3, e SG3 que corresponde à classe 6. Na etapa seguinte da análise, foi possível identificar, pelas frequências relativas dos ST, os termos que mais aparecem nas classes o que possibilita agrupá-los (Quadro 1).

Figura 1 — Distribuição de classes pelo método Reinert das dissertações defendidas no Polo 35 do MNPEF entre 2016 e 2022.



Fonte: Os Autores.

Quadro 1 — Clusters de palavras para criação de categorias de análise.

CLASSES PRODUZIDAS PELO MÉTO DE REINERT							
	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 5	CLASSE 6	
Termos significativos por classe	Teoria, Ausubel, Vygotsky, lente, esférico, necessário, informação, simples, geométrico, plano, apoio, instrumento, óptico, trabalho, refração, mediação	Moderno, eletromagnético, térmico, temperatura, contemporâneo, radiação, nível, calor, indução, introdução, termodinâmica, mecânico, lei, onda, inserção, circuito, kit	Dificuldade, astronomia, curricular, ciência, disciplina, observação, tecnológico, funcionamento, nacional, explicar, atual, pesquisa, geral, capacidade, ensino, compreender, energia	Tornar, forma, sentido, modo, significativo, aprendizagem, parcial, novo, diferenciado, evolução, mostrar, cotidiano, dentro	Interesse, aluno, despertar, mudança, envolvimento, participação, etapa, conhecimento, elaborar, diálogo, possível, científico, auxiliar, aula, aprendizado	Ano, turma, público, escola, paraná, colégio, localizar, médio, cidade, período, rede, aplicar, realização, série, aplicado, obtido	
Porcentagem de ocorrências	74 ST (25,78 %)	47 ST (16,38 %)	43 ST (14,98 %)	46 ST (16,03 %)	45 ST (15,65 %)	32 ST (11,15 %)	
Nome das categorias	ENSINO ÓPTICA	FISICA MODERNA TERMODINÂMICA	CONTEXTO DE ENSINO	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	AULA, ALUNO, PROFESSOR	APLICAÇÃO PRODUTO EDUCACIONAL	

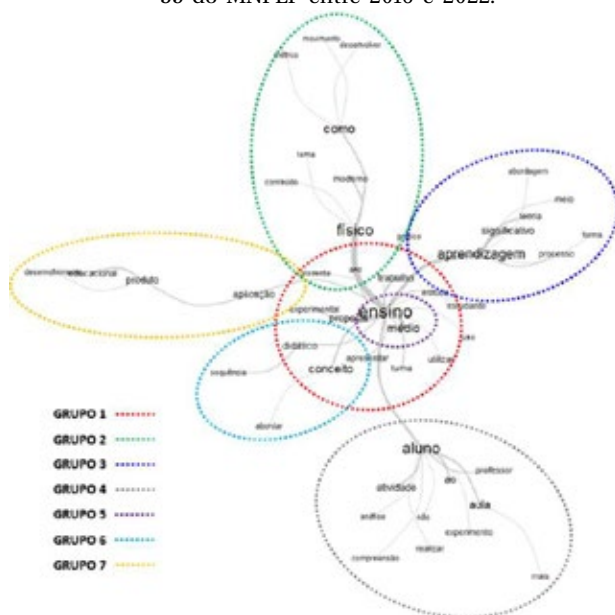
Fonte: Os Autores.

Na sequência, apresenta-se a análise de similitude que auxilia na identificação da estrutura de um corpus textual, distinguindo as partes comuns e as especificidades. É possível identificar as relações entre termos significativos por classe (Quadro 1) e a sua conectividade dentro de

cada classe além da ligação entre as várias classes. O grafo da análise de similitude é mostrado na Figura 2, onde se pode identificar a estrutura, o núcleo central e o sistema periférico, o que auxilia na identificação da estrutura do corpus textual, distinguindo as partes comuns e as especificidades.

Na Figura 2, observa-se as principais coocorrências entre as palavras e a conexidade entre os termos presentes corpus textual. A palavra “ensino” conecta-se com todos os subgrupos. Conforme a árvore de coocorrência, os resultados indicaram que entre os pares de associação as relações são mais fortes entre as palavras: “ensino ↔ física(o)”, “ensino ↔ aprendizagem”, “ensino ↔ aluno”, “ensino ↔ médio”, “ensino ↔ conceito” e “ensino ↔ aplicação”.

Figura 2 — Análise de similitude entre os termos das dissertações defendidas no Polo 35 do MNPEF entre 2016 e 2022.



Fonte: Os Autores.



A relação mais expressiva, caracterizada pela espessura dos traços de ligação, é “ensino  $\leftrightarrow$  física(o)” e a esta segue-se as relações “ensino  $\leftrightarrow$  aprendizagem”, “ensino  $\leftrightarrow$  aluno”, “ensino  $\leftrightarrow$  aprendizagem”. Estas relações dizem respeito ao objetivo principal do MNPEF que é propiciar ao professor-discente de física uma visão sólida e atualizada da Física e de seu Ensino no sentido de promover a aprendizagem do aluno da educação básica pelo desenvolvimento de estratégias e ou de materiais possíveis de serem aplicadas nos mais diversos contextos de aprendizagem.

Ainda na Figura 2, observa-se 7 grupos indicados por cores diferentes, identificados pelo tamanho das palavras sendo eles: ensino (grupo 1), física(o) (grupo 2), aprendizagem (grupo 3), aluno (grupo 4), médio (grupo 5), conceito (grupo 6) e aplicação (grupo 7). Cada um dos grupos apresenta relação interna de similitude entre os termos que os caracterizam.

#### 4. Considerações Finais

A análise das dissertações defendidas no Polo 35 do MNPEF permitiu identificar, pelas frequências relativas, os termos que mais aparecem no cluster temático e agrupá-los em classes e grupos.

- i. Pelo método de Reinert foi possível identificar seis classes: classe 1 — ensino — óptica, classe 2 — Física moderna — termodinâmica, classe 3 — contexto de ensino, classe 4 — aprendizagem significativa, classe 5 — aula — aluno — professor e classe 6 — aplicação — produto educacional.
- ii. Pela análise de similitude foram encontrados sete grupos de relações: ensino (grupo 1), física(o) (grupo 2), aprendizagem (grupo 3), aluno (grupo 4), médio (grupo 5), conceito (grupo 6) e aplicação (grupo 7).
- iii. A relação mais expressiva, observada pela espessura dos traços de ligação entre os grupos de similitude é: ensino  $\leftrightarrow$  física(o)”.

Os resultados estão em acordo com as propostas de formação do MNPEF. Portanto, foi possível categorizar as dissertações defendidas no Polo 35 do MNPEF no período compreendido entre 2014 e 2022 pela tipificação das classes e dos temas que mais representativos nestas. A partir das categorias extraídas das dissertações, é possível comparar as características textuais mais relevantes que são: o ensino de Física, a ciência Física, o produto educacional, o contexto de aplicação e a atuação profissional do professor-discente.

## **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001. Agradecemos ao apoio da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

## **Referências**

ANTUNES JR, E.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. de H. A subvalorização da formação continuada de professores : dos orientadores à articulação do referencial teórico no contexto do mestrado nacional profissional em ensino de física. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**. Florianópolis, SC. Vol. 12, n. 2 , p. 267-291, nov. 2019.

BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. 13. ed., 2ª Reimpressão. Petrópolis, RJ: Vozes, 2017.

BRASIL. CAPES. **Programa de Mestrado Profissional para Professores da Educação Básica — ProEB**, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/educacao-a-distancia/proeb>. Acesso em: 05 out. 2022.

CAMARGO, B. V.; JUSTO, A. M. Iramuteq: um software gratuito para análise de dados textuais. **Temas psicologia**. vol. 21, n. 2, Ribeirão Preto dez. 2013. <http://dx.doi.org/10.9788/TP2013.2-16>

CARVALHO, A. M. Metodologia de pesquisa em ensino de física: uma proposta para estudar os processos de ensino e aprendizagem. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física — ENPEF, 9. **Anais [...]**, Jaboticatubas, MG: Sociedade Brasileira de Física, 2004.

CASANOVA, S. S.; ZARA, R. A. Análise dos produtos educacionais provenientes do mestrado nacional profissional em ensino de física. **Arquivos do Mudi**, Maringá, v. 24, n. 3, p. 267-276, ano 2020.

CERVI, E. U. Análise de conteúdo automatizada em redes sociais online: uma proposta metodológica. In: Encontro Anual Anpocs, 28. **Anais [...]** Caxambu, MG, 22 a 26 out. 2018.

FERREIRA, M.; SACERDOTE, H.; SUDART, N.; SILVA FILHO, O. L. da Análise de temas, teorias e métodos em dissertações e produtos educacionais no MNPEF. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 43, e20210322, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0322>.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo, EPU, 1986.

MACHADO, A. R.; MARQUES, C. A. Mestrado nacional profissional em ensino de física — possibilidades formativas para os formadores de professores. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências — XII ENPEC, 12. **Anais [...]**, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 25 a 28 de junho de 2019.

MARCHAND, P.; RATINAUD, P. L'analyse de similitude appliqueé aux corpus textuels: les primaires socialistes pour l'élection présidentielle française. In: Journées Internationales d'Analyse statistique des Données

Textuelles, II. **Actes [...]**, Liège (Belgique), pp. 687-699, du 13 au 15 juin 2012.

MÓL, G. de S. Pesquisa qualitativa em ensino de química. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v.5(9), p. 495-513, dez. 2007.

MOREIRA, M. A.; STUDART, N.; VIANNA, D. M. O Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) uma experiencia em larga escala no Brasil. **Lat. Am. J. Phys. Educ.** Vol. 10, No. 4, 4327:1-6, Dec. 2016.

NESI, E. R.; BATISTA, M. C. Produtos educacionais elaborados no mestrado profissional em ensino de física: a busca por referenciais norteadores. **Revista Valore**, Volta Redonda, 3 (Edição Especial): 554-563, 2018.

NESI, E. R.; BATISTA, M. C.; DEIMLING, N. N. M. A formação continuada de professores de física no estado do Paraná: um olhar a partir do mestrado nacional profissional em ensino de física MNPEF. **Revista Valore**, Volta Redonda, 6 (Edição Especial): 510-522, 2021.

NESI, E. R.; BATISTA, M. C.; DEIMLING, N. N. M. O Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física: contribuições e limitações na perspectiva dos egressos. **REnCiMa**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 1-25, maio 2022

PAULO, I. J. C. de; ALMEIDA, R. M.C. de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física: uma história de sucesso; um futuro promissor. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 44, e20210392 (2022). DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0392>

PEREIRA, Z. D. DE A.; ERTAHL, J. P. C. Temas e referenciais presentes nas dissertações do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física. **REnCiMa**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 1-17, maio 2022.

REBEQUE, P. V.; OSTERMANN, F. Reflexões sobre o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). In: Encontro Nacional de

Pesquisa em Educação em Ciências — IX ENPEC, 9. **Anais [...]** Águas de Lindóia, SP — 24 a 27 de Novembro de 2015.

REBEQUE, P. V.; OSTERMANN, F.; VISEU, S. Uma análise sobre a produção acadêmica da primeira turma do mestrado nacional profissional em ensino de física. **ENCITEC**. Santo Ângelo, RS, Vol. 11, n. 1, p. 06-19, jan./abr. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.31512/encitec.v11i1.286>

REBEQUE, P. V.; OSTERMANN, F.; VISEU, S. O mestrado nacional profissional em ensino de física: investigando os modos de regulação em um polo regional do programa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 18(2), 399-428. Agosto 2018. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2018182399

REINERT, M. Alceste, une méthodologie d'analyse des données textuelles et une application: Aurelia de Gerard de Nerval. **Bulletin de Methodologie Sociologique**, v.26, p.24-54, 1990.

ROCHA, A. S. da; CARVALHO, S. M. DE; GOMES, E. C. impacto do MNPEF no desenvolvimento científico do Tocantins. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 44, e20220128, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2022-0128>

SBF. MNPEF — Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. **Sobre o MNPEF**, 2022. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/mnpef/>. Acesso em: 05 out. 2022.

SILVA, S. L. R. da; BRINATTI, A. M.; ANDRADE, A. V. C. de. Experiência das disciplinas de formação docente em ensino de Física no MNPEF-UEPG: proposta pedagógica, reflexões e ações. **Espaço Pedagógico**, v. 25, n. 2, Passo Fundo, p. 339-363, maio/ago. 2018

SILVA, L. F. DA; VILANI, A. O MNPEF e o desenvolvimento profissional de professores de Física. **REnCiMa**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 1-27, maio 2022



**CONCEITOS DE RELATIVIDADE GERAL — UMA ABORDAGEM PARA O  
ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**  
*CONCEPTS OF GENERAL RELATIVITY — AN APPROACH TO PHYSICS  
TEACHING IN HIGH SCHOOL*

*Lucca Lopes Dias Santos<sup>1</sup>, Raul Grande Quartieri<sup>2</sup>, Guilherme Henrique  
Schinzel<sup>3</sup>, Vanessa Carvalho de Andrade<sup>4</sup>*

<sup>1,2,3,4</sup> Instituto de Física (IF), Universidade de Brasília (UnB).

<sup>3,4</sup> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF).

## **Introdução**

A dificuldade de se ensinar Física Moderna no ensino médio (EM) continua sendo um grande desafio para os professores de Física os quais, muitas vezes, não possuem tempo suficiente em seus cronogramas para trabalhar esse conteúdo ou, ainda, não possuem uma formação que proporcione uma boa base de conhecimento para tal. Apesar dessa — e outras — dificuldades de inserção da Física Moderna no EM, esta se faz muito presente no dia a dia da maioria das pessoas, seja na forma de entretenimento, como em filmes, séries e podcasts, seja na forma de notícias — o que torna o ensino dessa área da Física essencial para conscientizar os nossos jovens do que é de fato a Física Moderna e do que ela diz.

Nesse contexto, no presente artigo visamos abordar como poderia ser trabalhada, em sala de aula, a teoria da relatividade geral de Einstein (TRG)

de uma forma mais conceitual, pois essa teoria utiliza-se, de fato, de um ferramental matemático bastante arraigado cuja apresentação estritamente formal coloca-se fora do escopo do EM. Além disso, não é difícil notar que a TRG é uma das teorias mais populares no âmbito da ficção científica, ou até mesmo de anúncios de novas comprovações de teorias nos jornais; ou seja, como mencionado, é uma das teorias da Física Moderna de grande importância a ser trabalhada no EM, com perspectivas de ajudar os alunos a distinguir entre o que realmente a teoria diz e o que está fora de sua proposta.

Em linhas gerais, a TRG descreve e explica como a gravidade funciona, uma vez que, para Newton, a gravidade era uma força de ação à distância cuja “comunicação” era desconhecida — isto é, não sabíamos como os corpos sentiam essa força sem estarem em contato (o mesmo problema existia no eletromagnetismo) — o que era um grande problema acerca da natureza da gravidade. Entretanto, conforme mencionamos, a TRG indica como a gravidade funciona, o que resolveu o impasse da força de ação à distância que existia na teoria Newtoniana; nesse processo, a gravidade deixa de ser interpretada como uma força e passa a ser entendida como um efeito da curvatura espaço-temporal causada pela presença da matéria-energia. Isto é, na TRG, a gravidade — esse efeito de atração dos corpos — passa a ser entendida como uma causa da distorção do espaço-tempo que, por sua vez, surge com a presença de matéria-energia, como descrito por John Archibald Wheeler ao enunciar que (tradução livre) “o espaço diz à matéria como se mover e a matéria diz ao espaço como se curvar” (MISNER, C. W; THORNE, K. S; WHEELER, J. A, 1973, p. 5).

Desse modo, a fim de elucidar nossa compreensão a respeito de como a TRG pode ser abordada no EM, usamos a teoria de Transposição Didática de Yves Chevallard, a qual aborda como o conhecimento se transforma até chegar ao conhecimento que ensinamos para os nossos alunos sem que haja, porém, uma perda da ideia original. Assim, na primeira seção deste artigo, discutimos essa teoria de transposição didática enquanto, na segunda seção, apresentamos um texto que desenvolvemos sobre a TRG



que pode ajudar os professores na transposição dos saberes dessa teoria. Na seção posterior discutimos, então, os resultados esperados com essa proposta, considerando, inclusive, as perspectivas de elaboração de uma sequência didática e, na última seção, tratamos de nossas considerações finais.

## **1. Fundamentação Teórica**

A fim de tratar o ensino da TRG no EM, baseamo-nos na teoria de transposição didática de Yves Chevallard. Nessa teoria, como aponta (BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M, 2005), Chevallard define a transposição didática como um instrumento de análise da dinâmica de transformação do Saber Sábido (saber produzido pela comunidade científica), para o Saber a Ensinar (saber encontrado nos materiais didáticos), e por fim, para o Saber Ensinado (saber que realmente transmitimos para nossos estudantes). Ou seja, essa teoria estuda os processos de transformação que o saber produzido pelos cientistas sofre até chegar à sala de aula, seja ela uma sala de aula em uma universidade ou uma escola. Dessa forma, a teoria da transposição didática é de extrema importância para entendermos a quais transformações podemos submeter um conhecimento científico tão complexo (e raramente abordado no EM) como a TRG para, então, levá-lo a uma sala de aula sem que haja uma perda de significado da teoria.

Um primeiro ponto importante a ser compreendido na transposição didática é que Chevallard considera que toda interação didática não é somente uma interação entre professor e aluno, mas sim uma relação ternária entre o professor, o ensino e o conhecimento (o saber) (CHEVALLARD, 2013). Isso significa que ao entrar em sala de aula, o professor deve ter um bom domínio do saber a ser ensinado (sendo um caso ideal ter um bom entendimento do saber sábio) e deve entender como transmitir esse saber para seus alunos, transformando-o no saber ensinado. Em toda relação didática é importante também a intenção

de ensinar, ou seja, além de ser necessário a existência dessa relação ternária, o professor deve ter a intenção de ensinar algo a seu estudante (CHEVALLARD, 2013).

Frequentemente associa-se a transposição didática a uma simples simplificação de algum saber ou conceito — ou seja, somente a uma simplificação do saber sábio —, limitando-se ao uso de uma linguagem mais simples, com perda da profundidade de alguns conceitos. Entretanto, pela teoria de Chevallard, apesar de realmente existirem algumas simplificações na transposição didática (CHEVALLARD, 2013), o saber na verdade sofre uma mudança epistemológica, ou seja, muda de significado, de forma a ganhar uma proximidade maior com a vivência dos estudantes. Assim, não bastaria apenas simplificar as ideias da RG para fazer uma transposição didática para o EM — deve-se procurar uma mudança conceitual de suas ideias. Isto é, devemos procurar analogias capazes de passar, satisfatoriamente, mesmo que de forma qualitativa, as ideias da RG para os estudantes.

Outra questão importante discutida pela teoria de Chevallard é a respeito de quem define quais saberes sábios passarão por uma transposição didática e quais serão suas mudanças de significado. Para responder a essa questão, Chevallard apresenta a noosfera: um ambiente de encontro entre a comunidade científica, representantes da sociedade (políticos), a comunidade escolar (i.é, professores, coordenadores, diretores e pais de alunos), entre outros agentes da sociedade (BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M, 2005). Esse ambiente promove a discussão do que é importante ser ensinado nas escolas, ou seja, quais saberes sábios são importantes para passarem por um processo de transposição didática; com isso, elabora e regulamenta os programas de ensino (programas curriculares). Ou seja, a noosfera é responsável pelo que chamamos de transposição didática externa (em contrapartida, a transposição didática interna é a transposição realizada pelo professor, resultando em sua aula) (NEVES, K. C. R; de OLIVEIRA BARROS, 2011), além de definir algumas características necessárias para que o saber sábio sobreviva a uma

transposição didática como, por exemplo: a atualidade moral, que são conhecimentos julgados como importantes pela sociedade; a atualidade biológica, isto é, o saber deve ser atual e consensual na prática científica; e o saber ainda deve possuir uma operacionalidade e deve ter espaço para uma criatividade didática.

Consideramos que a RG possui todas as características citadas acima; logo, possui o potencial de sobreviver à transposição didática e à sala de aula. Entretanto, muitos professores ainda receiam trabalhar esse tema em sala de aula, o que pode ocorrer devido a alguma deficiência em sua formação, ou mesmo devido à falta de tempo (que pode ocorrer por motivos diversos). Dessa forma, visando ajudar a orientar os professores que queiram abordar esse assunto, vista sua grande importância na Física moderna, na próxima seção apresentamos um material de TRG que pode ser usado como base para os professores ao montarem suas aulas.

## **2. Métodos e materiais**

### **2.1. A Relatividade Geral e o Princípio da Equivalência**

Levando em conta as considerações expostas até então, propomo-nos a uma exposição de caráter heurístico, porém munida dos principais conceitos e pontos do arcabouço matemático relativo à área, direcionada a profissionais da educação na área de Física. Voltamo-nos, assim, à construção de um texto — cuja exposição dar-se-á ao longo desta seção — que seja acessível a tal público e permita, dessa forma, o contato de alunos do ensino básico com o assunto.

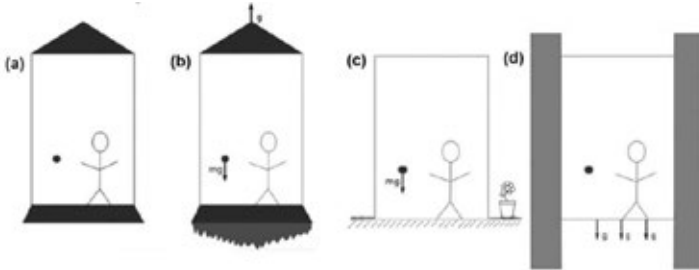
Sob tais perspectivas, uma característica da Relatividade Geral que consideramos pertinente é seu caráter geométrico (SCHUTZ, 2009). A fim de introduzir os objetos matemáticos necessários para a construção desse formalismo, estabelecendo uma relação com conceitos já tradicionalmente bordados no ensino básico, faz-se útil, então, considerar o princípio da equivalência — cuja exposição seguirá a linha de raciocínio proposta em (CARROLL, 2004).

O Princípio da Equivalência, em linhas gerais, formaliza a universalidade da interação gravitacional. Em sua forma “fraca” (Princípio da Equivalência Fraco), atesta que as massas inercial e gravitacional de qualquer corpo massivo são iguais. No que diz respeito à massa inercial,  $m_i$ , vale a relação da segunda lei de Newton,  $F = m_i a$ ; já sob a perspectiva da lei da gravitação universal, utiliza-se a massa gravitacional,  $m_g$ , responsável por reagir ao campo gravitacional. No âmbito da mecânica newtoniana, tais considerações materializam-se, então, com a igualdade  $m_i = m_g$  (D’INVERNO, 1992). Ao tratá-la no contexto do Ensino Médio, vê-se uma oportunidade de fazer uma alusão a uma série de assuntos já tradicionalmente abordados em sala de aula, como a Segunda Lei de Newton, a lei da Gravitação Universal e os experimentos de Galileu, além da possibilidade de tratar aspectos da metodologia e da experimentação científica.

Assim, uma vez que Galileu mostrou que diferentes corpos, independentemente de suas massas, caem com a mesma aceleração (quando sob a ação de um dado campo gravitacional), podemos considerar o comportamento de partículas em queda livre como um universal, na medida em que este independe de suas massas. Isso leva, conseqüentemente, a outra forma de enunciar o Princípio da Equivalência: existe uma classe de trajetórias — chamadas de trajetórias de queda livre — ao longo das quais partículas sob o efeito da gravidade viajam.

Estas, aliadas à igualdade  $m_i = m_g$ , resultam na impossibilidade de diferenciar os efeitos de estar sob a ação de um campo gravitacional daqueles concernentes a um referencial uniformemente acelerado, ao observar o movimento de partículas em queda livre em uma região suficientemente pequena do espaço-tempo. Essa propriedade pode ser visualizada com o “experimento de Elevador”, representado na figura 1.

Figura 1 — Esquema do Experimento do Elevador.



Fonte: elaboração própria (2022).

Conforme a discussão proposta em (D'INVERNO, 1992), tal experimento consiste em supor que um observador se encontra confinado a um foguete, em uma região do espaço isenta de quaisquer influências gravitacionais (figuras 1.a e 1.b) — ou a um elevador na superfície da Terra (figuras 1.c e 1.d). Esse observador, nesse contexto, é responsável por descrever o movimento de um corpo qualquer, como uma bola (de massa  $m$ ) na cabine do foguete — ou do elevador — que, neste cenário, atua como o referencial inercial local.

Inicialmente, o foguete é mantido a uma velocidade constante em relação ao observador (figura 1.a), de forma que ele perceba a bola como estando em repouso; isso ocorre uma vez que ambos se encontram à mesma velocidade — seria como se a bola “flutuasse” na cabine do foguete. Caso esse foguete, porém, acelere com aceleração  $g$  (figura 1.b), o observador notará que a bola irá em direção ao chão com aceleração  $g$ , sentindo, segundo a segunda lei de Newton, uma força com intensidade  $m_g$ . Já na segunda situação, supõe-se que o observador se encontra em um elevador na superfície da Terra. Com o elevador em repouso na superfície da Terra ou à velocidade constante (figura 1.c), a bola cairá no chão com aceleração  $g$ ; já se o elevador cair livremente sob a ação da gravidade (figura 1.d), o elevador em si adquirirá aceleração  $g$ . Nesta última situação, a bola permanece em repouso em relação ao observador, uma vez que ambos caem à mesma taxa de aceleração; mais uma vez, seria como se o objeto flutuasse na cabine do elevador. Nota-se que há

equivalência entre as situações das figuras 1.a e 1.d, assim como entre as das figuras 1.b e 1.c — o que evidencia a correspondência entre essas situações.

Vale ressaltar como, em tais experimentos, considerou-se especificamente a observação do movimento de queda de partículas livres — isto é, fenômenos gravitacionais. Essa linha de raciocínio é expandida pelo Princípio da Equivalência de Einstein, segundo o qual a distinção entre os efeitos da aceleração do referencial e de um campo gravitacional externo não pode ser realizada com demais tipos de experimentos (não gravitacionais). Incluindo, nesse âmbito, tanto experimentos gravitacionais quanto não gravitacionais, obtém-se a chamada forma “forte” do princípio da equivalência: as leis físicas, em geral, são tais que não há distinção entre a descrição de um sistema sob ação da gravidade em relação à sua descrição em um referencial acelerado.

Assim, como indica Carroll (CARROLL, 2004), não existem objetos (ou corpos massivos) gravitacionalmente neutros. Essa nova perspectiva, porém, suscita a redefinição de alguns conceitos pois, diferentemente do que acontecia na Relatividade Restrita, referenciais inerciais deixam de ser aqueles com aceleração nula (pois estar sob a ação de um campo gravitacional passa a ser, por si só, correspondente a estar sob aceleração). Por tal motivo, definem-se “referenciais inerciais” como os referenciais em queda livre — mover-se com aceleração nula passa ser o mesmo que se mover livremente sob a presença de algum campo gravitacional. Conseqüentemente, a gravidade é despida de seu aspecto como força, pois uma força leva à aceleração, como indica a segunda lei de Newton (NUSENZVEIG, 2002).

Este era, então, o cenário com o qual Einstein se deparava: era necessário encontrar um ferramental matemático capaz de descrever a atuação da gravidade no espaço-tempo e, ao mesmo tempo, recuperar a descrição da Relatividade Restrita para regiões suficientemente pequenas do espaço. A solução por ele encontrada foi considerar um espaço-tempo com geometria curva, de forma que a interação da gravidade passou a

ser interpretada como uma consequência — ou manifestação — dessa curvatura.

## 2.2. Objetos Geométricos Utilizados no Formalismo da TRG

A visão geométrica do espaço-tempo, por sua vez, apoia-se em geometria diferencial. Assim, propomos, também, uma exposição heurística a respeito do arcabouço geométrico incorporado por Einstein, ao abordar as definições de variedades, de métrica e de tensores em geral.

Variedades são de suma importância pois constituem a base com a qual se representa geometricamente o espaço-tempo, servindo como pano de fundo para a manifestação dos fenômenos gravitacionais. Sob essa ótica, variedades podem ser caracterizadas, qualitativamente, como uma espécie de conjunto capaz de assumir uma geometria global curva, mas que, localmente, possui características de espaços planos (uma ideia compatível com o enunciado do Princípio da Equivalência) (CARROLL, 2004). Isto é, podem ser encaradas como uma coleção de pontos (que representam pontos no espaço-tempo) e nos quais os eventos observados ocorrem. Além disso, fornecem a noção de como associar eventos que ocorrem em diferentes regiões do espaço-tempo, conectando-as — conforme indica Hughes em (HUGHES).

Além disso, as variedades são localmente euclidianas — isto é, possuem caráter plano em pequenas regiões (D'INVERNO, R, 1992) (ALDROVANDI, R.; PEREIRA, J. G., 2016) (NAKAHARA, 2003). Uma superfície esférica bidimensional, imersa no espaço  $\mathbb{R}^n$ , por exemplo, é uma variedade: por mais que, como um todo, apresente um formado “curvo”, podemos descrever pequenas regiões de sua superfície com coordenadas cartesianas  $x$  e  $y$ , de forma análoga a um plano bidimensional.

Torna-se possível, a partir do conceito de variedade, definir uma série de outros objetos matemáticos sobre elas. Como exemplo podemos, então, citar a métrica  $g_{\mu\nu}$ . Ela é a responsável por definir as noções de distância e comprimento no espaço-tempo, na medida em que rege a combinação das distâncias infinitesimais referentes a cada coordenada. Pode-se definir,

dessa maneira, o chamado “intervalo espaço-temporal” por intermédio de uma relação da forma

$$(\text{Intervalo espaço-temporal}) = (\text{Métrica}) \times (\text{Elementos infinitesimais}). \quad (1)$$

A equação (1) mostra como a métrica é a responsável por “combinar” as componentes de cada coordenada espaço-temporal a fim de construir um intervalo no espaço-tempo. Como caso particular, por exemplo, ela se reduz ao Teorema de Pitágoras: ao considerarmos um triângulo retângulo com catetos “ $dx$ ” e “ $dy$ ”, podemos encontrar a hipotenusa, “ $dz$ ”, com a equação  $dz^2 = dx^2 + dy^2$ . No âmbito do Ensino Básico, vê-se uma oportunidade de usar tais tópicos como uma forma de aplicação das operações matriciais — uma vez que a métrica pode ser representada como uma matriz. Há, ainda, a possibilidade de tratar conceitos referentes à trigonometria, ao abordar as noções de distância e a aplicação do Teorema de Pitágoras.

Vale ressaltar também como a métrica é, na verdade, um exemplar de um tipo de objeto matemático mais geral, chamado “tensor”. Estes são importantes pois o formalismo da RG, como um todo é escrito em termos de tensores. Qualitativamente, tensores podem ser encarados como generalizações da noção de vetor. São, na prática, objetos utilizados para descrever grandezas físicas que requerem, de alguma maneira, mais “graus de liberdade” em sua descrição que aqueles cujos vetores são capazes de fornecer, na medida em que a natureza possui grandezas físicas com mais de três “informações” a elas atreladas, excedendo a tríade “módulo, direção e sentido”. Tratá-los como “supervetores”, e ressaltar que vetores são casos particulares desses objetos mais gerais, é uma oportunidade de, em sala de aula, recuperar a noção de vetores apresentada no estudo da cinemática, e estender o âmbito de aplicações desse ferramental para além do campo da Mecânica Newtoniana.

Assim, a gravidade deixa de ser interpretada como uma força e passa a ser descrita como a curvatura espaço-temporal devido à ação de alguma massa que ocupa o espaço-tempo. É nessa media que surge



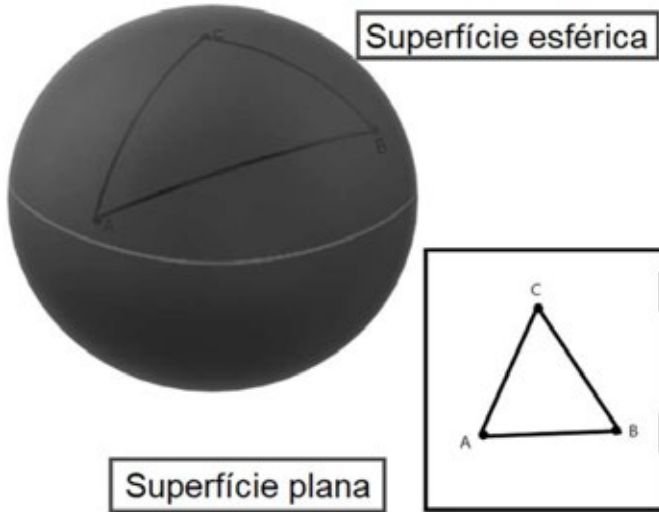
a interpretação de um espaço-tempo curvo, cuja visualização pode ser concretizada com a utilização de esquemas e imagens ilustrativas.

### **2.3. Geodésicas e as Equações de Campo de Einstein**

Vislumbra-se, ainda, a possibilidade de expor, de maneira qualitativa, equações de suma importância para a descrição geométrica citada: a equação da geodésica e as equações de campo de Einstein. Propomos a realizar a exposição dessas fórmulas como uma forma de exemplificar e concretizar os elementos da discussão; esperamos, assim, uma apresentação heurística capaz de concretizar os conceitos estudados e mostrar como é possível, de fato, construir, em certa medida, sentido intuitivo a respeito do funcionamento dessas equações. Ressaltamos ainda que tal transposição de equações direciona-se diretamente aos docentes da educação básica: o conhecimento de seus significados, bem como de seus termos, mesmo que a partir da exposição qualitativa citada, coloca-se como uma forma dos professores apreenderem esses conceitos e então passá-los, filtrando a carga de informações inerente ao nível do ensino superior, para os alunos do nível médio.

Feitas tais considerações, podemos atentar-nos às implicações de tratar a gravidade como manifestação da curvatura. Uma consequência direta desse tipo de modelo encontra-se na noção de distância entre dois pontos: enquanto, em um espaço euclidiano (de caráter plano), a menor distância entre dois pontos é uma reta, em um espaço com curvatura essa noção deve ser repensada. Como exemplo, podemos considerar o caso de uma superfície plana e de uma esfera (que é um exemplo de superfície curva), como mostra a figura 2.

Figura 2 — Superfícies plana e esférica.



Fonte: elaboração própria (2022).

Na superfície plana vemos que, de fato, a menor distância entre os pontos A, B e C são retas. Na esfera, entretanto, deparamo-nos com curvas — algo semelhante ao que aconteceria caso ligássemos, usando o traçado de uma caneta, dois pontos na superfície de uma bola de futebol. Assim, a equação da geodésica faz-se relevante na medida em que uma geodésica pode ser encarada não somente como a generalização da noção de linha reta no espaço, mas também como a generalização da equação de força que conhecemos no contexto Newtoniano (CARROLL, 2004). Do ponto de vista matemático, pode ser expressa pela relação

$$\frac{d^2 x^\mu}{d\tau^2} + \Gamma_{\rho\sigma}^\mu \frac{dx^\rho}{d\tau} \frac{dx^\sigma}{d\tau} = 0, \quad (2)$$

com a qual pretendemos, ressaltamos novamente, somente exemplificar a discussão por intermédio de um tratamento qualitativo voltado, em um primeiro momento, aos professores. A grandeza  $x^\mu$  diz respeito às coordenadas espaço-temporais, enquanto o parâmetro  $\tau$ , em termos do

qual a derivada é realizada, refere-se ao tempo próprio. O tempo próprio é uma grandeza relevante já no panorama da Relatividade Restrita, e diz respeito ao tempo percebido pelo referencial do próprio observador. Além disso, os diversos índices que aparecem na equação (2) indicam, no geral, que cada um dos elementos que os exibem possui diversas componentes.

A visualização de uma geodésica como generalização do conceito de força pode ser concretizada, por sua vez, a partir de uma comparação direta com a equação para partículas com velocidade constante em um espaço plano (caso da Mecânica Newtoniana), dada por  $d^2x^\mu/d\lambda^2 = 0$  (CARROLL, 2004), que indica aceleração nula. No caso da equação (2), nota-se a adição de um termo a mais que, na prática, atua como um fator de correção. Pode-se dizer, nesse sentido, que o objeto  $\Gamma_{\rho\sigma}^\mu$ , chamado “conexão”, atua como um fator de correção inerente à curvatura espaço-temporal. Ressaltamos como, neste ponto do texto, a referência à aceleração em termos de uma derivada de segunda ordem direciona-se apenas para os docentes (licenciados), uma vez que se requer conceitos de cálculo diferencial para sua compreensão; constitui-se, assim, como uma transposição a eles dedicada.

Outra equação central para a descrição geométrica do espaço-tempo é a expressão que encerra as chamadas “equações de campo de Einstein”, dada por (CARROLL, 2004),

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R = \frac{8\pi G}{c^2}\Theta_{\mu\nu}. \quad (3)$$

Os termos  $R_{\mu\nu}$  e  $R$  são chamados, respectivamente, “tensor de Ricci” e “escalar de Ricci”. Eles surgem a partir de um objeto matemático com maior número de componentes — e, conseqüentemente, com um maior número de índices — chamado “tensor de curvatura”. Em linhas gerais, faz-se útil ter em mente que tais objetos indicam como se manifesta a curvatura espaço-temporal. A grandeza  $G$  indica a constante da gravitação universal, enquanto  $c$  refere-se à velocidade da luz no vácuo.  $\Theta_{\mu\nu}$ , por sua vez, é chamado “tensor energia-momento”, e diz respeito à fonte do campo gravitacional.

Assim como na mecânica Newtoniana há equações de movimento que descrevem como um dado sistema físico se comporta, as equações de Einstein indicam como o espaço-tempo se comporta geometricamente quando sob a presença de alguma deformação — isto é, quando há a presença de massa-energia (essa identificação entre as grandezas “massa” e “energia” pode, por sua vez, ser retomada do arcabouço da Relatividade Especial, a qual é, em geral, mais usual ao leitor licenciado). O membro esquerdo da equação (3) refere-se à geometria do espaço-tempo — evidenciada, por exemplo, pela métrica  $g_{\mu\nu}$  —, enquanto seu membro direito refere-se à massa-energia que ocupa certo ponto no espaço-tempo. A equação (3) relaciona a geometria espaço-temporal à massa que o ocupa, salientando como cada uma dessas grandezas interage entre si.

Uma possível maneira de ilustrar o comportamento descrito pelas Equação de Einstein, em sala de aula, pode ser a utilização de um tecido estendido, preso em suas extremidades, a fim de representar o espaço-tempo. Ao colocar algum objeto sobre o lençol, percebe-se uma deformação no formato do mesmo; quanto maior a massa do objeto, maior a deformação — devendo-se salientar que, quando utilizada tal comparação, é prudente compreender que o número de dimensões envolvidas na representação é menor do que aquele apresentado pelo espaço-tempo (o qual possui três dimensões espaciais e uma dimensão temporal). Outra possibilidade, ao tratar a curvatura espaço-temporal, juntamente com a equação de Einstein, é utilizar materiais tais como vídeos ou obras cinematográficas que tratem, mesmo que no âmbito da ficção científica, a relevância dos fenômenos gravitacionais.

### 3. Resultados e Discussões

Seguindo a exposição didática proposta, esperamos como resultados uma melhor apreensão, no ensino básico, de conceitos de física moderna — mais especificamente, na área da TRG. Utilizando a teoria da transposição didática, temos como perspectiva que o acesso a materiais que abordem

a TRG com enfoque qualitativo, porém sem negligenciar a estrutura matemática e os conceitos mais sutis da teoria, por partes de professores do Ensino Médio, seja capaz de levar o conhecimento da área a esses profissionais e, conseqüentemente, permitir o contato dos alunos com a Relatividade Geral.

Para tal, a utilização de esquemas, dinâmicas práticas a serem realizadas em sala de aula, vídeos e obras cinematográficas podem servir como forma de ilustrar os conceitos expostos. Espera-se, assim, imbuir os discentes em uma visão intuitiva a respeito das características da teoria. Ao trabalhar, também, certos conceitos da relatividade — a exemplo da equação da geodésica — como extensões ou generalizações de conceitos da teoria Newtoniana, espera-se ser possível construir uma ponte entre os conteúdos já conhecidos pelos alunos permitindo, assim, uma transição natural para os assuntos aqui tratados.

Pretende-se, assim, fornecer aos estudantes do ensino básico não somente uma base de conhecimento a respeito da TRG, mas também, com a utilização de materiais como experimentos práticos ou mesmo séries e filmes, enfatizar a presença da Relatividade em nosso cotidiano. Esperamos que levar conceitos sobre física moderna à sala de aula colabore para a popularização de suas aplicações: podem ser abordados, nesse contexto, tanto a exposição de tecnologias que levam em consideração efeitos relativísticos, como o GPS, bem como fenômenos físicos e astronômicos que extrapolam as previsões propostas pela Mecânica Newtoniana.

#### **4. Considerações Finais**

Utilizando o referencial de transposição didática de Chevallard, construímos uma proposta de abordagem para o ensino de Relatividade Geral no ensino médio. Por intermédio de uma exposição qualitativa de conceitos, objetos matemático e equações, esperamos ser possível levar, aos professores do ensino básico, uma base sólida o suficiente para que

seja possível a compreensão da teoria e, conseqüentemente, a transposição desses conceitos para os alunos.

Ressaltamos que o presente trabalho se apresenta como o traçado geral de uma proposta em desenvolvimento sem se resumir, porém, a esse estado — há interesse no desenvolvimento das propostas aqui tratadas, visando projetos e publicações futuras, nos quais expandir-se-á a discussão até então realizada. Dentre as possibilidades de expansão, coloca-se a construção de uma sequência didática — ainda em processo de confecção — capaz de enfatizar a noção de que, enquanto fenômeno físico, existe uma única gravitação.

Isto é, uma possibilidade de elaborar uma sequência didática capaz de expor os conceitos aqui tratadas seria mostrar como, do ponto de vista do fenômeno físico, tem-se uma mesma interação — a gravitacional — qualquer que seja o formalismo utilizado em sua descrição (o da mecânica Newtoniana ou o da TRG). Dessa forma, espera-se ser possível abordar as ideias modernas e contemporâneas juntamente às ideias clássicas, apresentando cada conceito da TRG em sequência a cada conteúdo correspondente já tratado na mecânica Newtoniana, de acordo com a proposta de (RABELO, 2015). Assim, seria possível, também, contornar o impasse de deixar para o final do terceiro ano do EM todo o ensino da TRG — um momento no qual o foco dos estudantes volta-se para as provas de ingresso no ensino superior.

## Referências

BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática Aplicáveis aos conceitos de Física Moderna?. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. 387-404, 2005. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/512>. Acesso em: 27 out. 2022.

CARROLL, S. **Spacetime and Geometry: An Introduction to General Relativity**. San Francisco: Addison Wesley, 2004.

CHEVALLARD, Y. Sobre a teoria da transposição didática: Algumas considerações introdutórias — On didactic transposition theory: Some introductory notes. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, vol. 3, no. 2, 2013. Disponível em: <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/2338>. Acesso em 27 out. 2022.

D'INVERNO, R. **Introducing Einstein's Relativity**. New York: Oxford University Press, 1992.

HUGHES, S. **Introduction and the geometric viewpoint on physics**, MIT OpenCourseWare, YouTube, 2020, Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=iRVfaR3N5K4&list=PLU14u3cNGP629n\\_3fX7HmKKgin](https://www.youtube.com/watch?v=iRVfaR3N5K4&list=PLU14u3cNGP629n_3fX7HmKKgin). Acesso em 27/03/2022.

MISNER, C. W; THORNE, K. S; WHEELER, J. A; **Gravitation**. San Francisco: W. H. FREEMAN AND COMPANY, 1973.

NAKAHARA, M. **Geometry, Topology and Physics**. London: Institute of Physics Publishing, 2003.

NEVES, K. C. R; de OLIVEIRA BARROS, R. M; Diferentes olhares acerca da transposição didática. **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 16, no. 1, pp. 103-115, 2011.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica: Mecânica (Vol.1)**. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

RABELO, M. L. **Teoria da relatividade restrita e geral ao longo do 1º ano do ensino médio**: uma proposta de inserção. 2015. 317f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) — Universidade de Brasília, UnB, Brasília. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/19644>.

SCHUTZ, B. **A First Course in General Relativity**. New York: Cambridge University Press, 2009.





**ESTUDO DE UMA UEPS SOBRE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA  
ELÉTRICA, UTILIZANDO EFEITO JOULE, EFEITO PELTIER E INDUÇÃO  
ELETROMAGNÉTICA**

*STUDY OF A UEPS ON ELECTRIC ENERGY TRANSFORMATION, USING  
JOULE EFFECT, PELTIER EFFECT AND ELECTROMAGNETIC INDUCTION*

*Viviane Dziubate Pittner<sup>1</sup>, Michel Corci Batista<sup>2</sup>, Oscar Rodrigues dos  
Santos<sup>3</sup>, Gilson Junior Schiavon<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Secretaria de Educação do Estado do Paraná (SEED), [vivianepittner@escola.pr.gov.br](mailto:vivianepittner@escola.pr.gov.br).

<sup>2,3,4</sup> Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEF), Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), [gilsonschiavon@utfpr.edu.br](mailto:gilsonschiavon@utfpr.edu.br).

## **Introdução**

Atualmente, há um grande debate acerca das mudanças que estão ocorrendo com a implementação do Novo Ensino Médio no Paraná de modo que nós, professores, precisamos continuar nos atualizando para acompanhar as transformações e não deixar que a disciplina de Física perca seu valor. Precisamos mostrar, principalmente para os nossos alunos, que essa disciplina se faz presente em nosso dia a dia e que a mesma é de suma importância para a compreensão dos fenômenos que acontecem a nossa volta.

Segundo o novo Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná (2021) apud BNCC (BRASIL, 2018), os professores de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, ou seja, os professores de Física, Química

e Biologia devem relacionar o aprendizado com a produção e o uso dos conhecimentos científicos, através de abordagens que valorizem a investigação e proporcionem o protagonismo nos estudantes, despertando nos mesmos responsabilidades e senso crítico investigativo. É preciso que eles consigam, ao vivenciar um problema em seu cotidiano, propor soluções para o mesmo a partir do conhecimento adquirido na escola, contribuindo assim para uma melhoria de vida em sociedade.

É importante conhecermos os novos documentos e qual o currículo que devemos seguir. Nesse sentido, este produto educacional foi construído tendo por base tanto as novas propostas para o ensino de Física como também as teorias que estão sendo aplicadas por pesquisadores durante os processos de formação continuada, mestrados, doutorados e por outros acadêmicos que comprovam, por meio de seus produtos educacionais, que essas teorias fornecem resultados significativos.

Levando em consideração a produção de algo que fizesse alguma diferença no ensino de Física, que contribuísse com os demais professores, nossa pesquisa é composta por uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa — UEPS, sobre transformações de energia por efeito Joule, Peltier e indução eletromagnética, além da abordagem do cálculo de balanço energético, utilizando o enfoque voltado para a Ciência, Tecnologia e Sociedade — CTS.

Fusinato (2018), menciona que para vincular a teoria e a prática nas aulas de Física com enfoque CTS é preciso que o estudante e o professor tenham o mesmo interesse, onde o professor será o mediador, que orienta as ações por ele planejadas, e os alunos têm participação efetiva nas atividades, pois o objetivo principal da perspectiva CTS é levar os discentes a construir conhecimento, habilidades e valores para serem capazes de tomar decisões sobre questões científicas e tecnológicas que colaborem de forma positiva com o seu ambiente social.

A partir dessas considerações, escolhemos desenvolver uma UEPS como produto educacional pela sua forma organizada de elaboração para

uma sequência de ensino, seguindo os oito passos que foram descritos por Moreira (2011b), o qual cita que essa proposta foi fundamentada na teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

## **1. Fundamentação Teórica**

A teoria da aprendizagem significativa foi proposta por Ausubel (1982). Postula que a aprendizagem toma significado a partir do momento em que se valoriza os conhecimentos prévios do aluno, e, a partir disso, estimula-se o discente à construção de estruturas mentais que irão tornar a aprendizagem de maior significância para ele. Dessa forma, a aprendizagem deve ser baseada na interação entre os conhecimentos prévios (aqueles que o aluno já possui) e os conhecimentos novos (aqueles que ele aprende no ambiente escolar) (MOREIRA, 2011a).

Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980), um fator fundamental para que ocorra uma aprendizagem significativa é que ela seja ancorada aos conhecimentos prévios que os estudantes já possuem sobre o assunto a ser trabalhado na aula. Ou seja, é preciso que os discentes consigam relacionar o conteúdo com algo que eles já conheçam, uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição.

A UEPS foi proposta por Marco Antonio Moreira, o qual destaca que: “são sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula” (MOREIRA, 2011b, p.02). A UEPS é uma forma organizada de planejamento das aulas. Para elaboração da mesma, basta seguir os oito passos descritos por Moreira, que são:

- 1º O planejamento, a definição do conteúdo a ser trabalhado e identificação dos conhecimentos prévios;

- 2º Propor situações que levem o aluno a associar o conhecimento prévio ao conteúdo proposto, na forma de questionários, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, entre outros;
- 3º Propor situações-problema para introduzir o conteúdo levando em conta os conhecimentos prévios dos alunos. Também é possível atingir tais objetivos por meio da utilização de um organizador prévio, podendo isso ser feito através de um vídeo, simulações computacionais ou problemas do cotidiano;
- 4º Levando em conta a diferenciação progressiva e os conceitos prévios definidos no terceiro passo, trabalhar o conceito de uma forma geral, dando uma visão inicial do todo, por meio de exposição oral e realização de atividades em pequenos ou grandes grupos;
- 5º Nesta etapa deve-se retomar os conceitos ensinados e rerepresentá-los em um nível mais elevado. Devem ser destacadas as semelhanças e diferenças das situações problema já trabalhadas anteriormente, propondo atividades nas quais o aluno interaja com os colegas para tentar realizá-las. Para esta etapa temos, por exemplo, a proposta de uma atividade experimental na qual o professor acaba atuando como mediador;
- 6º Retomar as características mais relevantes do conteúdo em questão e inserir novos significados. Trabalhar novas situações-problemas em níveis mais altos de complexidade e discuti-las com o grande grupo;
- 7º Avaliação da aprendizagem, a qual deve acontecer ao longo de todo o processo, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativas do conteúdo trabalhado. Concomitante a isso, propõe-se fazer também uma avaliação somativa individual, em forma de questões/situações que demonstrem que o aluno conseguiu atribuir significado ao assunto estudado;

8º Avaliação da UEPS: aqui o professor analisa todo trabalho realizado com os estudantes e verifica se há indicativos de uma aprendizagem significativa.

## 2. Métodos e Materiais

Os dados coletados foram descritos e interpretados a luz da pesquisa qualitativa. Segundo Dourado e Ribeiro (2021), esse método ajuda a compreender as diferenças entre as opiniões derivadas de escuta e de dados coletados através de questionários detalhados durante o processo da pesquisa. Além disso, novos problemas podem surgir no decorrer da aplicação das atividades com o grupo, levando até mesmo a novos objetivos e definições. Além dos experimentos foram utilizados vídeos auxiliares relacionando o conteúdo estudado com o cotidiano.

Na primeira aula prática, demonstramos o efeito Joule, transformação de energia elétrica em energia térmica e realizamos o balanço energético utilizando um aquecedor feito com uma resistência de chuveiro elétrico para aumentar em 5°C a temperatura de 300 ml de água. Com esse experimento os estudantes observaram que quanto maior a resistência, menor a corrente elétrica e, conseqüentemente, maior o tempo para aquecer a água. Os alunos realizavam as práticas sendo os protagonistas das aulas, buscando as respostas para as suas perguntas.

A segunda atividade prática foi com a pastilha Peltier. Os discentes conheceram a pastilha, puderam sentir a diferença de temperatura de um lado para o outro e, em seguida, realizamos o aquecimento da água, com um sistema de aquecimento feito com a pastilha Peltier, realizando também o cálculo do balanço energético.

Na terceira aula prática, realizamos duas atividades: uma delas, foi a construção de um eletroímã. Cada aluno construiu o seu aparato e realizou os testes para observar que, uma corrente elétrica circulando por um fio gera um campo magnético. Após a construção do eletroímã, foi utilizando o módulo ZVS acoplado a uma bobina, onde os estudantes

conseguiram observar que tanto uma corrente elétrica gera um campo magnético, como uma corrente elétrica é gerada através da variação do fluxo magnético. Quando a corrente elétrica alternada passa pela bobina, ela gera calor e conseguimos aquecer uma chave de fenda introduzida no interior dessa bobina sem o contato entre os materiais, através da indução eletromagnética.

Como instrumento de avaliação, foram utilizados mapas conceituais, sendo estratégias potencialmente facilitadoras de uma aprendizagem significativa.

### **3. Resultados e Discussões**

Foi possível observar com as aulas, uma mudança nas respostas dos alunos com relação aos conteúdos conceituais. A energia térmica que era o foco principal das nossas transformações, no início era citada por apenas 9% dos alunos, enquanto ao final da aplicação do produto educacional foi citada por 91% do total dos alunos.

Um resultado muito importante é que ao final do trabalho os alunos são capazes de reconhecer e classificar a energia em renovável e não renovável, entendemos que esse é um resultado importante, pois pode levar o aluno a uma reflexão sobre consumo consciente de energia, o que está em consonância com a perspectiva CTS de ensino.

Os mapas conceituais, foram elaborados apenas no final da aplicação da UEPS, como forma de avaliação individual. Assim, no intuito de demonstrar esse dado, fizemos uma nuvem de palavras dos conceitos que foram representados nos mapas dos alunos.

Ao analisarmos os mapas conceituais confeccionados por cada aluno, verificamos que houve uma conscientização dos mesmos em relação a utilização da energia elétrica, sustentabilidade e energias renováveis, pois esses conceitos foram citados pela maioria dos alunos, esse resultado ainda corrobora com o resultado encontrado no questionário final. Além disso, a partir da nuvem de palavras, que conservação, preservação,

impacto ambiental e economizar, apareceram nos mapas. Com essas palavras, é possível dizer que os alunos começaram a entender o conteúdo de Física numa perspectiva mais global, não só como um emaranhado de fórmulas, mas com problemas reais que podem ser combatidos com uma conscientização crítica, isso só foi possível em nosso trabalho a partir da perspectiva CTS que utilizamos na UEPS.

Após análise realizada nos mapas dos estudantes, seguindo os critérios estabelecidos verificamos que na turma A (100%) e na turma B (90%) dos alunos organizaram os conteúdos nos mapas de forma hierárquica, partindo do conceito chave “eNERGIA”, especificando cada novo conceito inserido, respeitando uma conexão entre eles. Todos os alunos da turma A e da turma B fizeram a diferenciação progressiva dos conceitos, ou seja, todos conseguiram incorporar novos conceitos fazendo uma relação com os conceitos pré-inseridos.

Reconciliação integradora, que é a relação que os estudantes fizeram dos conhecimentos prévios que já possuíam, os quais foram citados no questionário inicial, e os novos conhecimentos que adquiriram, também ocorreu em 100% dos mapas em ambas as turmas, A e B. Todos os alunos conseguiram fazer uma ligação do que conheciam com o que conheceram de novo nas aulas.

Ligações simples, mostrando a relação entre um conceito e outro foram realizadas por 100% dos alunos em ambas as turmas. No entanto, as ligações cruzadas, as quais representam uma amarra de dois ou mais conceitos, demonstrando uma maior interação entre as palavras, apareceu somente em 53% dos mapas da turma A, e em 60% nos mapas dos alunos da turma B. Os exemplos que apresentaram uma maior explicação dos conceitos, demonstrando a sua aplicabilidade, foram escritos por 62% dos alunos da turma A e 80% dos alunos da turma B.

O enfoque CTS, pode ser observado nos mapas conceituais de 92% dos alunos da turma A e 80% dos alunos da turma B. Os alunos demonstraram que é preciso ter cuidado com o meio ambiente, que devemos utilizar a energia de forma consciente, utilizar recursos renováveis, não desperdiçar

água e, ainda, surpreendemo-nos positivamente ao ver que a questão da sustentabilidade apareceu em quase todos os mapas, seguido de exemplos em muitos.

#### **4. Considerações Finais**

A forma como a presente UEPS foi organizada, diversificando as atividades, desde a exposição inicial do assunto que trabalhamos, passando pelo levantamento dos conhecimentos prévios, os quais conseguem fazer com que os alunos relembrem sobre o que aprenderam e o que conhecem, mesmo de uma forma sucinta, o que nos auxilia nas elaborações das nossas atividades, até as avaliações finais, presentes na última etapa da UEPS, nos possibilita verificar, com a conclusão deste trabalho, que temos indicativos de que houve uma aprendizagem significativa com a aplicação desta UEPS. Entretanto, só podemos dizer que temos indicativos, pois para verificar se realmente houve uma aprendizagem significativa seria necessário, após alguns anos, encontrar esses alunos e realizar uma nova verificação sem tratarmos novamente do assunto, verificando se os educandos irão se lembrar dos conceitos, indicando assim que realmente ocorreu.

No confronto entre os conhecimentos iniciais e os finais, recolhidos por meio de questionários, ficou evidente que os alunos entenderam o que é energia, agregaram o conceito de energia térmica, a grande maioria dos alunos passaram a compreender que é possível transformar uma forma de energia em outra e a relação entre energia e meio ambiente foi consolidada, contemplando assim a perspectiva CTS.

Quanto aos mapas conceituais, podemos dizer que os mesmos representam uma excelente ferramenta a ser utilizada como avaliação, pois os alunos não se sentem oprimidos como nos modelos avaliativos tradicionais, ficando livres para usar a imaginação e expressar o que aprenderam de uma forma diferente. Inclusive foi observado que os estudantes se divertiram colorindo e fazendo as ligações entre os



conceitos. Através dos mapas também ficou evidente que o enfoque CTS utilizado no produto, principalmente nos vídeos, teve retorno. Os alunos tomaram consciência de que precisam cuidar do meio ambiente, gastar menos água e energia elétrica, enfim, utilizar os recursos naturais de forma racional. Além disso, os critérios de aprendizagem significativa por meio de diferenciação progressiva e reconciliação integradora apareceram nos mapas produzidos pelos estudantes.

## **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001.

## **Referências**

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**, 2ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC\\_EnsinoMedio\\_embaixa\\_site\\_110518.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf). Acesso em: 10 de set. de 2020.

DOURADO, S.; RIBEIRO, E. **Metodologia qualitativa e quantitativa**. In.: MAGALHÃES JR., C. A. O; BATISTA, M. C. Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências. Maringá/Pr: Gráfica e editora Massoni: 2021.

FUSINATO, M. **Uma proposta de sequência didática para o ensino de colisões numa perspectiva CTS**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino

de Física) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4456>. Acesso em: 12 out. 2021.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011(a).

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas UEPS**. Aprendizagem Significativa em Revista, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011(b). Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2021.

# **FÍSICA NA MÚSICA: O USO DA MÚSICA COMO UMA FERRAMENTA METODOLÓGICA NO ENSINO DE FÍSICA**

*MUSIC IN PHYSICS: THE USE OF MUSIC AS A METHODOLOGIC TOOL IN  
PHYSICS TEACHING*

*Wenderson Venceslau Barroso de Paula<sup>1</sup>, Sara Vitória de Souza Santos<sup>2</sup>,  
Alexsandro Pereira Lima<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Mestrado Profissional em Ensino de Física em Rede Nacional (MNPEF), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), wenderson.venceslau.088@ufrn.edu.br.

<sup>2</sup> Escola de Ciências e Tecnologia (ECT), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), sara.souza.111@ufrn.edu.br.

<sup>3</sup> Escola de Ciências e Tecnologia (ECT), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), alexsandro.lima@ufrn.br.

## **Introdução**

Alguns autores, como Grillo e Perez (2016), sugerem que, assim como as atividades científicas, as atividades artísticas costumam seguir normas rígidas de conduta, pois ambas passam, em geral, pelo empirismo, chegando ao ponto onde atingem resultados satisfatórios nos modelos construídos, apresentando boas possibilidades de previsibilidade. A distinção entre a música e a física está exatamente na forma em que são aplicadas e utilizadas por cada grupo social e que, por sua vez, associa-se à educação e à cultura de cada povo. O processo artístico, dessa forma, tem muito dos métodos científicos, mais especificamente, há

experimentação, há observação dos resultados e há desenvolvimento de modelos que sejam replicáveis.

Na literatura, é possível encontrar várias relações existentes entre a música e a física, principalmente no que tange à estrutura dos instrumentos musicais e as caixas acústicas (DONOSO et al, 2008; GOTO, 2009; CATELLI; MUSSATO, 2014; ZACZÉSKI et al, 2018; PEDROZO; FREITAS, 2022), no entanto, recursos musicais são pouco explorados nas aulas de Física e nos seus laboratórios. Na Física, conceitos como timbre, altura, intensidade, batimento, frequência, duração, velocidade sonora, ressonância, comprimento de onda, entre outros, poderiam, com o auxílio de um instrumento musical portátil, como o violão ou flauta, por exemplo, ser trabalhados de maneira a explorar o interesse dos alunos (LAGO, 2015), dinamizando o processo de ensino-aprendizagem e propiciando a ressignificação de conhecimentos prévios (MAUENCHEN; DELIZOICOV, 2014).

A construção de instrumentos musicais, como o violão, é pura Física. Todavia, não há nos currículos dos cursos de Física das escolas ou universidades disciplinas como Luthieria, Percepção e Apreciação Musical. Como consequência, dificilmente um estudante do ensino médio ou um licenciado em Física conclui o curso com a percepção prática de que a música é o exemplo perfeito da acústica. Até mesmo a disciplina de acústica, em si, tem sido relegada a um tópico dentro do assunto de ondulatória nos currículos de Física da maioria das universidades e nos livros didáticos-científicos (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2013; GASPAR, 2003). Nesse sentido, a música pode se apresentar como uma boa ferramenta metodológica no ensino de Física (GRILLO; PEREZ, 2016), tendo em vista que sua aplicabilidade poderia culminar em um aumento no interesse pelas atividades científicas.

## 1. Fundamentação Teórica

Existem muitas possibilidades de estudo dentro da interface Física-Música, mas nossa escolha foi o estudo da Física do violão, por se tratar de um instrumento musical muito difundido na cultura popular brasileira, fazendo com que a maioria das pessoas em nosso país, mesmo aquelas que não tenham qualquer tipo de formação musical, reconheçam o instrumento e sua presença sonora nas músicas populares de vários estilos musicais distintos. Além disso, o violão é um instrumento de fácil acesso e é, por muitas vezes, o primeiro instrumento que as pessoas que desejam aprender música têm contato.

O violão é um instrumento de corda que, em sua origem, na antiguidade, apresentava uma forma diferente da atual, com diferentes formatos de caixa acústica e quantidade de cordas. O violão moderno apresenta seis cordas, cuja nomenclatura e frequência são apresentadas na Tabela 1:

Tabela 1 — Notas e frequência das cordas do violão.

<b>Cordas</b>	<b>Notas</b>	<b>Frequência (Hz)</b>
1 <sup>a</sup>	Mi3	329,6
2 <sup>a</sup>	Si2	246,9
3 <sup>a</sup>	Sol2	196,0
4 <sup>a</sup>	Ré2	146,8
5 <sup>a</sup>	Lá1	110,0
6 <sup>a</sup>	Mi1	82,4

Fonte: Rossing (1990).

Antes de ser utilizado, o violão (como qualquer outro instrumento musical), deve ser afinado de modo a reproduzir as notas que são permitidas por sua estrutura física. Tais notas devem estar dentro das frequências que foram historicamente definidas como parte da escala em uso (MENEZES, 2003). Na cultura ocidental, por tradição histórica, é comumente utilizada a escala diatônica. Essa escala apresenta sete notas (heptatônica), com cinco intervalos de tons e dois intervalos de semitons entre as notas com esse padrão se repetindo a cada oitava nota dentro

de uma sequência tonal específica. O violão é construído de tal maneira que as cordas podem ser tencionadas até atingirem a frequência desejada ao serem “atacadas” pelo violonista. As cordas estão dispostas no braço do instrumento onde existem trastes de metal que dividem o comprimento do braço em tamanhos pré-definidos, de modo que o comprimento efetivo da corda vibrante sempre produza sons de acordo com as frequências da escala diatônica temperada (GRILLO; PEREZ, 2016).

Os processos físicos responsáveis pela emissão do som no violão são três: formação de ondas estacionárias nas cordas, com o modo fundamental e seus harmônicos; a propagação do som produzido pelas cordas para o corpo de madeira do instrumento, onde são produzidos os modos ressonantes, e a propagação da onda sonora pelo ar até as nossas orelhas. Podemos relacionar a velocidade de propagação de uma onda transversal estacionária numa corda com a densidade linear da corda e com a tensão aplicada sobre ela através da expressão a seguir (RESNICK; HALLIDAY; WALKER, 2013; GASPAR, 2003):

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}. \quad (1)$$

Onde  $v$  é a velocidade de propagação da onda,  $T$  é a tensão a qual a corda está submetida e  $\mu$  é a densidade linear da corda vibrante.

A condição para que sejam estabelecidas ondas estacionárias em uma corda de comprimento  $L$ , fixa nas duas extremidades, é dada por:

$$L = n \frac{\lambda}{2}. \quad (2)$$

Com  $n = 1, 2, 3, \dots$  representado a ordem do modo de vibração (o modo fundamental equivale a  $n = 1$ ).

Sabendo que a velocidade de propagação de uma onda pode ser obtida através da relação entre o seu comprimento de onda ( $\lambda$ ) e a sua frequência ( $f$ ) da forma:

$$v = \lambda f. \quad (3)$$

Podemos escrever a equação acima como segue:

$$f_n = n \frac{v}{2L}. \quad (4)$$

Substituindo, agora, o valor da velocidade, dado por (1), temos que:

$$T = \frac{4 \cdot f_n^2 \cdot L^2 \cdot \mu}{n^2}. \quad (5)$$

Ou seja, a tensão na corda é proporcional ao quadrado da frequência. Dessa forma, quando afinamos um violão, ajustamos cada corda de forma que a tensão aplicada produza a frequência desejada, conforme descrito na Tabela 1.

Um outro fenômeno físico que pode ser estudado usando um violão é o Batimento. Esse fenômeno ocorre sempre que temos dois sons sendo emitidos ao mesmo tempo com frequências muito próximas uma da outra. Nesse caso, pode ser ouvido um terceiro som, cuja frequência é a diferença entre as duas primeiras,

$$f_{\text{batimento}} = f_1 - f_2. \quad (6)$$

Dessa forma, quanto menor a frequência do batimento, menor é a diferença entre os dois primeiros sons. Portanto, um dos métodos que o violonista pode se utilizar para afinar seu instrumento é diminuir o batimento entre os dois sons que deveriam ter, a priori, a mesma frequência ( $f_{\text{batimento}} = 0$ ). Por exemplo, o violonista pode comparar o som emitido por um diapasão, afinado em Lá (110,0 Hz), com o som emitido pela 5ª corda (cuja afinação deve ser em Lá). Ao perceber a existência de batimentos entre os dois sons, o violonista pode aumentar ou diminuir a tensão da corda até que não se ouça mais batimentos. Quando isso acontecer, ele terá afinado a quinta corda. Para afinar as demais cordas ele pode pressioná-las em certas regiões do braço, chamadas de casas (diminuindo, portanto, o tamanho da corda), e comparar o som emitido por elas com o som de cordas já afinadas, a fim de eliminar o batimento entre eles. Esse processo se repete até que todas as cordas estejam afinadas.

## 2. Métodos e Materiais

Em termos metodológicos, nossa proposta apresenta-se como a aplicação de um minicurso sobre Acústica. Alunos das turmas do ensino médio do Over Colégio e Curso serão convidados a participar das atividades, que ocorrerão no contraturno. É importante ressaltar que não dissociaremos o caráter investigativo (pesquisa científica) da nossa proposta, de modo que, ao logo do processo de intervenção, iremos coletar dados da ação, a fim de que possamos analisá-los e verificar se houve ou não melhoria no processo de ensino e aprendizagem desses alunos, no intuito, também, de verificar indicadores que apontem possíveis alterações em nossa proposta, com objetivo de melhorá-la ou, até mesmo, de ampliar seu escopo de aplicação para outros assuntos da Física.

Para estruturar as nossas atividades, escolhemos alicerçá-las em uma Sequência Didática. Inicialmente, confeccionaremos um pré-teste e um pós-teste, que irão gerar dados para que possamos averiguar a eficácia da ação pedagógica e propor alternativas para sua melhoria e novas aplicações. Desta feita, a Sequência na escola será composta dos seguintes Momentos Pedagógicos: 1) Primeiro Momento — Apresentação; 2) Segundo Momento — Laboratório; 3) Terceiro Momento — Conteúdo Formal.

No Primeiro Momento, que será o contato inicial dos atores do minicurso com a turma, iremos realizar um recital com músicas populares, seguido de um diálogo sobre a história do violão e da música ocidental, em particular da música popular brasileira, com seus ritmos característicos. A ideia da Apresentação é motivar os alunos, instigar o engajamento no projeto, de modo a fazê-los mais suscetível à nossa abordagem de ensino relacionado ao conteúdo físico de acústica. É nesse Momento que iremos aplicar o pré-teste, no intuito de obtermos informações sobre o conhecimento prévio da turma sobre o conteúdo a ser trabalhado. No Segundo Momento, por sua vez, realizaremos as primeiras discussões sobre acústica, na interface Física-Música. Essas discussões serão feitas de forma qualitativa, de modo que a observação



dos fenômenos relacionados (frequência, o comprimento de onda, o timbre e o batimento etc.) ocorrerá com o auxílio de um violão eletrificado, de uma interface de áudio USB, um *notebook* e o *software* gratuito *Audacity*. Por fim, no Terceiro Momento, iremos realizar uma aula conceitual sobre os conteúdos relativos à Acústica de uma forma mais quantitativa. A ideia desse momento é “fechar” o assunto, propiciando ao aluno um conhecimento amplo e concreto sobre o tema. Acreditamos que, através dessa experiência, o aluno conseguirá construir e ressignificar conhecimentos de maneira satisfatória. É nesse momento, também, que iremos aplicar o pós-teste, a fim de que possamos analisar a evolução da turma sobre o tema.

Com isso, finalizamos nossa intervenção na escola e passamos à próxima etapa do projeto: a de análise. É nessa etapa que nos debruçaremos sobre os dados obtidos da intervenção e avaliaremos sua eficácia. Esse é um processo dinâmico que poderá acarretar em alterações nos Momentos de uma escola para outra, posteriormente, no propósito de melhorar o processo como um todo. Ao final dessa etapa, pretendemos ter dados suficientes que apontem para uma real melhoria no processo ensino e aprendizagem dos alunos no conteúdo de acústica e, em caso negativo, termos dados suficientes que nos mostrem os erros do projeto e eventuais aperfeiçoamentos.

### **3. Resultados e Discussões**

Ao final deste projeto, esperamos ter contribuído para a melhoria no processo de ensino e aprendizagem dos assuntos de Física, mais especificamente sobre o assunto de Acústica, utilizando uma abordagem diferenciada, na qual relacionamos a Física existente na Música. Pretendemos, ainda, obter dados suficientes, por meio da análise dos testes a serem aplicados antes e depois do minicurso, que apontem para possíveis novas aplicações dessa ferramenta metodológica em outras áreas da Física ou, até mesmo, da Matemática.

## 4. Considerações Finais

Esperamos que os estudantes compreendam conceitos formais, como as qualidades fisiológicas do som e as propagações de onda, por meio do estudo observacional e experimental das ondas, com o auxílio dos materiais mencionados anteriormente. Contamos, também, que os alunos relacionem os conhecimentos construídos e/ou ressignificados sobre Acústica à dinâmica do dia-a-dia, de modo que eles compreendam, de maneira geral, que a Ciência não está dissociada da realidade, mas que visa modelá-la. Com isso, objetivamos difundir a relação existente entre a Física e Música e, dessa maneira, tornar o aprendizado de física mais prazeroso e interessante para os alunos. Por fim, esperamos, com este trabalho, capacitar os professores de Física, tanto da rede privada, quanto da rede pública, para que sejam capazes de realizar ações semelhantes em suas turmas, transformando-se, assim, em replicadores dessa metodologia.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES).

## Referências

CATELLI, F.; MUSSATO, G. A. As frequências naturais de uma corda de instrumento musical a partir de seus parâmetros geométricos e físicos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 1-6, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172014000200004>.

DONOSO, J. P.; TANNÚS, A.; GUIMARÃES, F.; FREITAS, T. C. A física do violino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, e20182305, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172008000200006>.

GASPAR, A. **Física**. v. 2. São Paulo: Editora Ática, 2003.

GOTO, M. Física e música em consonância. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, e20092307, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172009000200008>.

GRILLO, M. L.; PEREZ, L. R. (orgs.). **Física e Música**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

LAGO, B. L. A guitarra como instrumento para o ensino de física ondulatória. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, e20151504, 2015. <https://doi.org/10.1590/S1806-11173711663>.

MENEZES, F. A **Acústica Musical em Palavras e Sons**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

PEDROZO, F. F.; FREITAS, T. C. Modelo analítico para instrumentos musicais de cordas dedilhadas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 44, e20210399, 2022. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0399>.

ROSSING, T. D. **The Science of Sound**. U.S.A.: Addison Wesley, 1990.

ZACZÉSKI, M. E.; BECKERT, C. H.; BARROS, T. G.; FERREIRA, A. L.; FREITAS, T. C. Violão: aspectos acústicos, estruturais e históricos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 40, n. 1, e20181309, 2018. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0192>.



**LETRAMENTO CIENTÍFICO E OLIMPÍADAS CIENTÍFICAS NA  
EDUCAÇÃO BÁSICA**  
*SCIENTIFIC LITERACY AND SCIENTIFIC OLYMPIADS IN BASIC EDUCATION*

*Luciana da Cruz Barros<sup>1</sup>, Maria Edivânia Luz Xavier<sup>2</sup>, Silvana Perez<sup>3</sup>*

<sup>1,2</sup> Escola Municipal de Ensino Fundamental Padre José de Anchieta,  
lucinauepa2010@gmail.com.

<sup>3</sup> Faculdade de Física/Universidade Federal do Pará (UFPA) silperez@ufpa.br.

## **Introdução**

Este trabalho aborda a problemática de como motivar os estudantes no processo de ensino e aprendizagem no retorno das aulas presenciais, após o momento crítico da pandemia da Covid-19, na disciplina de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental, anos finais. Com a obrigatoriedade de implementação no território nacional da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) enquanto “[...] documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas da educação básica (BNCC, 2018, p. 2)”, tendo em vista que agora os docentes terão que trabalhar os eixos temáticos (Matéria e Energia; Terra e Universo; Vida e Evolução) envolvendo as disciplinas Física, Química e Biologia, do 6º ao 9º anos letivos (BRASIL, 2018), tornou-se ainda mais desafiador promover no ambiente educacional o processo de ensino e aprendizagem,

principalmente no que tange a participação dos estudantes em atividades que potencializem o desenvolvimento da sua estrutura cognitiva.

Nesta perspectiva, a construção do processo de ensino e aprendizagem sempre gerou intensos debates, pelo fato de não haver uma resposta única a ser seguida para a construção destes processos, devido a inúmeros fatores, como por exemplo a diversidade de estudantes que são agrupados no ambiente da sala de aula, alguns que, devido as suas classes econômicas e sociais, têm que trabalhar para ajudar nas despesas da casa, outros que não dispõem de uma rede móvel e/ou aparelhos eletrônicos de qualidade, impedindo assim, uma maior dedicação nos processos de ensino e aprendizagem entre outros.

Dessa forma, e tendo em mente que o público alvo onde foi implementado o projeto aqui relatado na média tem o perfil acima mencionado, buscou-se conduzir os estudantes no processo de ensino e aprendizagem de maneira que eles não tivessem muitas atividades extra-classe, mas que tais processos ocorressem prioritariamente dentro do ambiente da sala de aula, no entanto, de forma diferente de como ocorre tradicionalmente, onde o professor explana os assuntos e os estudantes recebem as informações passivamente. Assim, buscou-se usar metodologias e método de ensino de forma que os estudantes, no decorrer da realização das atividades, estivessem dentro do ambiente de sala de aula, nos pátios ou em outras localidades da própria escola. Além disso, na seleção das atividades, buscou-se que eles as realizassem com metodologias ativas, na maior parte do tempo permitindo que eles fossem protagonistas neste processo construtivo de ensino e aprendizagem (Moreira, 2000; Moran, 2018).

Nessa direção, um importante aliado aos processos de ensino e aprendizagem, principalmente na educação básica, devido ao engajamento gerado pela sua realização e pela premiação, é o uso das olimpíadas científicas, uma vez que elas:

(...) aproximam escolas, instituições de ensino e pesquisa e a comunidade, valorizando o reconhecimento da dimensão institucional da pesquisa e

o papel das instituições que promovem ciência e das instituições que a financiam. Essencialmente, as olimpíadas democratizam o conhecimento e elevam a qualidade da educação científica nas escolas, propiciando a descoberta dos modos de se fazer ciência. Os jovens participantes realizam muitas atividades com o uso do conhecimento científico e são estimulados a se tornar agentes capazes de promover a atualização dos métodos e técnicas das áreas nas próprias escolas, revelando-se como talentos a serem orientados para carreiras técnico-científicas (CNPq, 2019, p. 2).

É válido também ressaltar a importância do uso de práticas didáticas pedagógicas envolvendo metodologias ativas, como o ensino híbrido, a sala de aula invertida e o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) pautados nas teorias de aprendizagem, que permitem a criação e utilização dos Objetos Digitais de Aprendizagem (ODA) os quais possibilitam a aprendizagem dos estudantes de uma maneira significativa, potencializando o engajamento necessário para o aprendizado dos conceitos abordados de maneira que sua assimilação ocorra gradativamente nas questões de nível fácil, médio e elevado, durante um intervalo de tempo curto, médio e longo, como também é proposto, por exemplo, por Bruner (MOREIRA,1999). Para isso, uma ótima sugestão seria utilizar mapas conceituais, mentais (Moreira, 2010; 2012), caça palavras, cruzadinhas e disputas de perguntas e respostas, como ferramentas preparatórias para as provas externas aplicadas pela escola, como as olimpíadas científicas de Ciências, de Astronomia e Astronáutica (OBA), da Olimpíadas de Física das Escolas Públicas, a de Eficiência Energética, Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG) entre outras.

Mediante as colocações propostas anteriormente, este trabalho tem por objetivo geral inserir práticas pedagógicas por meio de uma sequência didática envolvendo metodologias ativas, as teorias da aprendizagem significativa de Ausubel e da teoria da carga cognitiva de Bruner, para a construção dos processos de ensino e aprendizagem nas olimpíadas científicas, na disciplina de Ciências da Natureza no ensino fundamental,

como também construir uma oficina formativa para os docentes do ensino fundamental I, anos iniciais trabalharem as olimpíadas científicas, OBA e a MOBFOG com seus estudantes.

## 1. Fundamentação Teórica

As teorias de Ausubel sobre a aprendizagem significativa e a teoria da carga cognitiva (currículo em espiral) de Bruner, servindo como marco teórico-educacional no uso de Metodologias Ativas e Objetos Digitais de Aprendizagem vêm contribuindo de forma significativa para os processos de ensino e aprendizagem (Moreira 1999; Studart 2019; Bacich e Moran 2018).

Dessa forma, Ausubel propõe que o professor utilize os organizadores prévios para promover a aprendizagem dentro do ambiente da sala de aula para a consolidação dos assuntos trabalhados. Além disso, o teórico também considera que na elaboração dos organizadores prévios deve-se levar em consideração os conhecimentos que os estudantes trazem de suas vivências. Assim, conforme Moreira (1999), os organizadores prévios são:

[...] materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si. A principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa, ou seja, organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como pontes cognitivas. (MOREIRA, 1999, p. 155).

Ademais, o autor acrescenta que estes organizadores prévios se classificam da seguinte forma:

- 1 — identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material;
- 2 — dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes;



3 — prover elementos organizacionais inclusivos que levem em consideração, mais eficientemente, e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material, ou seja, prover um contexto ideacional que possa ser usado para assimilar significativamente novos conhecimentos. (MOREIRA, 1999 p. 3).

Nesta direção, outro fator a ser considerado para que os processos de ensino e aprendizagem ocorram satisfatoriamente, seria que os estudantes fossem submetidos a uma revisão dos assuntos por períodos de pequeno, médio e longo prazo, segundo é apresentado por Moreira (1999) na teoria da carga cognitiva de Bruner, onde o autor propõe que:

O que é relevante em uma matéria de ensino são sua estrutura, suas ideias e relações fundamentais. [...] Quanto a questão de ensinar, Bruner destaca o processo descoberta, pela exploração de alternativas, e o currículo em espiral, por sua vez, significa que o aprendiz deve ter oportunidade de ver o mesmo tópico mais de uma vez, em diferentes níveis de profundidade e em diferentes modos de representação (MOREIRA, 1999. p. 82).

As metodologias ativas, que ressaltam os estudantes como seres protagonista nos processos de ensino e aprendizagem, atendem aos pressupostos acima elencados. Ademais, dentre essas metodologias, destaca-se o Ensino Híbrido, no qual a Sala de Aula Invertida é uma de suas modalidades. Nesta modalidade, os estudantes são levados a participarem das atividades realizadas em sala de aula, de duas maneiras, a primeira na forma presencial e a outra no formato on-line, quando o professor disponibiliza os links para os estudantes pesquisem com antecedência os assuntos a serem tratados na aula seguinte. Ademais, são colocadas de maneira simplificada as três etapas dos processos a serem desenvolvidas: primeira fase, antes da aula- indagações iniciais: momento em que se verifica os conhecimentos prévios dos estudantes e disponibiliza-se o material com antecedência para que os estudantes possam pesquisar quando chegarem em casa; segunda fase, durante a aula: momento onde ocorre a organização dos conhecimentos prévios

junto aos conhecimentos científicos que se fazem necessários para a consolidação das habilidades e competências de cada assunto trabalhado; terceira fase, depois da aula: neste momento ocorre a aplicação do conhecimento, ou seja, este é o momento onde se verificam os resultados do processo de ensino e aprendizagem (STUDART, 2019).

## 2. Métodos e Materiais

A pesquisa teve um enfoque qualitativo, onde buscou-se com o uso de práticas didáticas diferenciadas abordar as temáticas solicitadas no programas das olimpíadas da OBA e MOBFOG.

O público alvo do projeto foram os estudantes de educação básica da Escola Municipal de Ensino Fundamental Padre José de Anchieta, em cidade de Sapucaia-PA, interior do estado do Pará, sendo uma turma de 4º ano, duas turmas de 6º ano, duas turmas de 7º ano, quatro turmas de 8º anos alunos e três turmas de 9º ano alunos, perfazendo um total de 296 estudantes do ensino fundamental, na rede pública, inscritos para realização da prova.

A intervenção didática ocorreu a medida que os assuntos foram trabalhados no decorrer do dos meses de fevereiro a maio de 2022, conforme o período que ocorreram as olimpíadas OBA e MOBFOG, por meio da metodologia ativa ensino híbrido, sala de aula invertida (STUDART, 2019).

O primeiro passo deste trabalho foi a escolha das temáticas que contemplasse o programa<sup>1</sup> das Olimpíadas de Astronomia e Astronáutica, com ênfase nos temas abordados nas mídias sociais *Instagram*<sup>2</sup> da Nasa.

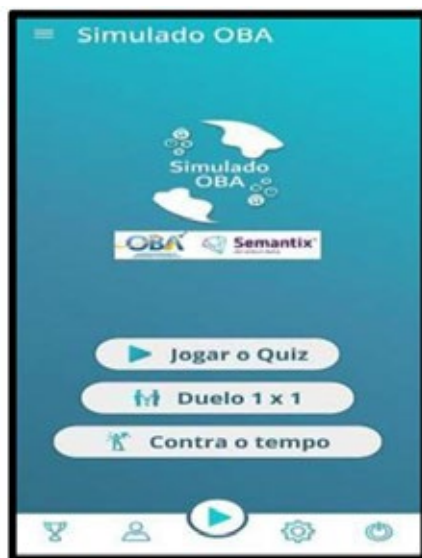
---

<sup>1</sup> Disponível em: <http://www.oba.org.br/site/?p=conteudo&idcat=6&pag=conteudo&m=s>.

<sup>2</sup> Disponível em: <https://www.instagram.com/nasa/>.

O segundo passo foi selecionar o material que seria fornecido para os grupos de *WhatsApp*, como os aplicativos da OBA Simulado<sup>3</sup> (figura 1) e o do *Stellarium*<sup>4</sup> (figura 2) disponíveis na *Play Store*.

Figura 1 — Aplicativo do Simulado da 25ª OBA para os estudantes disponível na *Play Store*.

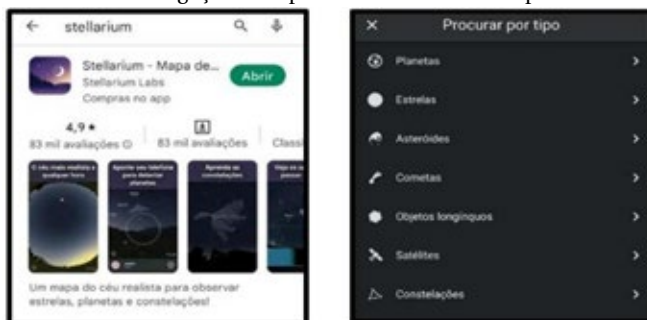


Fonte: Olimpíadas de Astronomia e Astronáutica (2022).

---

<sup>3</sup> Disponível em: <https://www.pepperandoliver.com.br/simulados-on-line>.

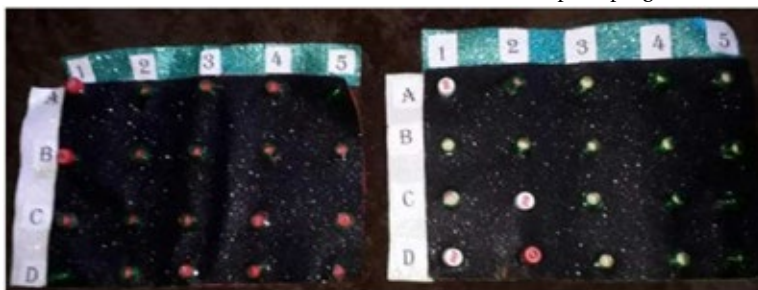
<sup>4</sup> Disponível em: *Play Store*.

Figura 2 — Telas de navegação do aplicativo *Stellarium* disponível na *Play Store*.

Fonte: *Play Store* (2022).

O terceiro passo foi confeccionar os materiais para serem utilizados nas aulas, como os mapas conceituais e os mapas mentais, o tabuleiro com EVA e as garrafas PET para fazer o momento de perguntas e respostas, como pode se observar na figura 3.

Figura 3 — Painel construídos com matérias de baixo custo para perguntas e respostas.



Fonte: Elaboração própria (2021).

O quarto passo foi a intervenção didática em si, que ocorreu com 296 estudantes de 12 turmas e duas professoras da rede pública, na cidade de Sapucaia, estado do Pará.

As intervenções ocorreram conforme a metodologia ensino híbrido — sala de aula invertida, que foram descritos no referencial teórico deste trabalho. Ou seja, ocorrem em três momentos:

- Antes da aula: nesses encontros era disponibilizado os materiais para serem usados de forma virtual;
- Durante as aulas: já nesses encontros ocorriam as aulas práticas, com slides, preenchimentos dos mapas conceituais, dos caças palavras;
- Depois das aulas: nesses encontros foram colocados em prática as cruzadinhas, os mapas mentais e por último o tabuleiro de perguntas e respostas.

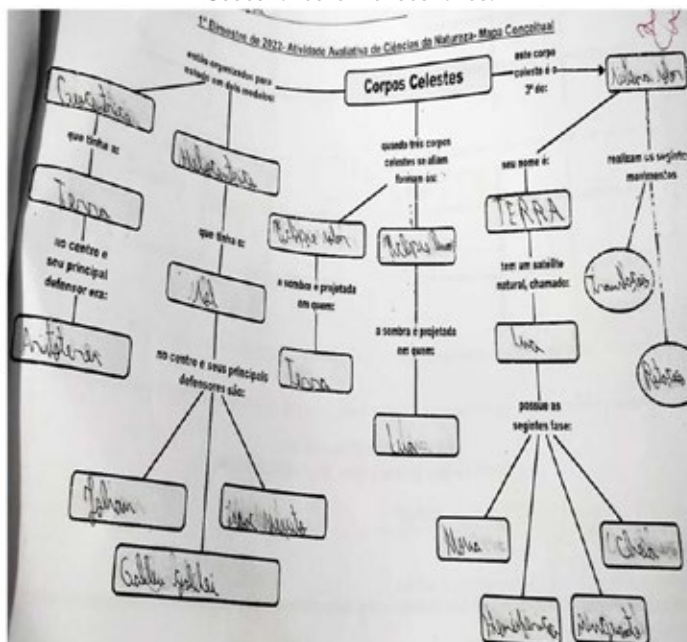
Todas as etapas descritas acima eram para os estudantes. Já a formação para as professoras foi desenvolvida por meio de atividades que ocorreram durante as horas atividades (momento que os docentes utilizam para preparar os materiais que serão utilizados em sala de aula). As oficinas para a construção dos foguetes ocorreram da mesma forma, no momento das horas atividades, durante as quais se confeccionavam os foguetes para serem utilizados em ambientes fora da sala de aula.

### **3. Resultados e Discussões**

Todas as atividades foram desenvolvidas conforme esperado. Um exemplo de preenchimento dos mapas conceituais pode se observar na figura 4. Outro momento marcante foi quando os foguetes da MOBFOG foram lançados. No geral, em sua primeira participação em olimpíadas desde a sua criação em 1974, a Escola Padre José de Anchieta foi contemplada com seis medalhas, sendo três de prata e três de bronze nas duas olimpíadas.

Como limitação deve-se destacar que a ausência da sala de multimídia prejudicou em parte o projeto, no sentido de um maior aproveitamento junto aos estudantes com os materiais produzidos, como também um ambiente para juntar as turmas na promoção das competições e as oficinas ofertadas aos professores da escola que participaram do projeto, como também para os demais que atendem os estudantes do fundamental menor.

Figura 4 — Exemplo de um mapa conceitual aplicado para os estudantes do 8º ano, preenchido sobre os corpos celestes: Sol, Terra e Lua; Eclipse Solar e Lunar; Modelos Geocêntrico e Heliocêntrico.



Fonte: Elaboração própria (2021).

As figuras 5 e 6 foram retiradas da mídia social *Instagram*<sup>5</sup> da prefeitura de Sapucaia, dando visibilidade ao projeto e aos resultados alcançados; já a figura 7 traz a carta convite para os estudantes participarem da Mostra Brasileira de Foguete, no Rio de Janeiro.

Vale salientar que a relevância do conhecimento científico nas ações realizadas no ambiente escolar da Escola Municipal de Ensino Fundamental Padre José de Anchieta para a comunidade fora do ambiente escolar, atingindo mais de 790 visualizações em menos de um mês de publicada.

<sup>5</sup> Disponível em: <https://www.instagram.com/prefeituradesapucaia/>

Figura 5 — Estudantes do Ensino Fundamental I recebendo medalhas de prata Olimpíadas da 16ª Mostra de Foguetes 2022.



Fonte: Elaboração própria (2022).

Figura 6 — Estudantes do Ensino Fundamental II recebendo medalhas de prata e bronze da Olimpíadas da 25ª OBA 2022.



Fonte: Elaboração própria (2022).

Figura 7 — Carta convite para os estudantes participarem da Jornada de Foguetes nível 3 no Rio de Janeiro em 2023.



**MOSTRA BRASILEIRA DE FOGUETES - MOBFOG**

Prof. Dr. João Batista Garcia Canalle – Coordenador Nacional da OBA  
Pâmela Coelho – Coordenadora das Jornadas de Foguetes  
Instituto de Física – Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ  
Rua São Francisco Xavier, 524/3023-D, Maracanã, 20550-900 Rio de Janeiro – RJ  
Cel. (21) 98203-0729, E-mail: coord.obfog@gmail.com, <http://www.oba.org.br>

Rio de Janeiro, 23 de Agosto de 2022

Prezado (a) Professor (a) representante da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) e da Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG)

**Ref. EDITAL PARA PARTICIPAR DA  
37ª JORNADA DE FOGUETES  
(Turma 10)**

**PARABÉNS.** Antes de tudo gostaríamos de dar nossos parabéns por ter aluno(s) do nível 3 (sexto ao nono ano do Ensino Fundamental) que participaram da **16ª MOSTRA BRASILEIRA DE FOGUETES (16ª MOBFOG)** e que conseguiram excelentes alcances nos lançamentos dos seus foguetes movidos com água e ar pressurizado. O bom desempenho dos seus alunos certamente se deve bastante ao seu esforço e aos de seus colegas professores que se envolveram neste certame. Seus alunos vão continuar precisando de seu apoio nesta nova jornada para a qual os estamos convidando. **ESTAMOS CONVIDANDO, POR MEIO DESTA EDITAL, AS TRÊS MELHORES EQUIPES DE FOGUETES DO SEXTO AO NONO ANO DA SUA ESCOLA PARA PARTICIPAREM DA 37ª JORNADA DE FOGUETES, por serem as equipes campeãs da sua Escola.**

**CONVITE.** Em função do alcance obtido pelos foguetes das **três melhores equipe da sua escola**, da obediência às regras de segurança e demais orientações dadas aos participantes da 16ª Mostra Brasileira de Foguetes, os alunos

Fonte: Disponível em: <http://www.oba.org.br/site/>.

Somente para finalizar, mediante os resultados observados durante a realização das atividades nos encontros através das práticas didáticas, pode-se perceber que elas motivaram os estudantes, desafio proposto no projeto no retorno às atividades presenciais após a pandemia COVID 19. De fato, os estudantes, mesmo após a finalização do projeto no ano de 2022, continuam solicitando realizá-las, em particular para construir os foguetes e conquistar as tão “sonhadas” medalhas nas olimpíadas de Astronomia e Mostra de Foguetes, demonstrando dessa forma que a metodologia desenvolvida, com aspectos diferentes dos que eles estavam habituados, trouxe resultados expressivos e significativos.



## 4. Considerações Finais

Diante dos desafios, possibilidades e perspectivas presentes no retorno das aulas presenciais após a pandemia de COVID 19, principalmente na educação básica e na rede pública onde em boa parte das escolas, os estudantes não tiveram por exemplo, acesso total ao ensino híbrido, o presente projeto propôs o uso da sala de aula invertida e a preparação para a OBA e a MOBFOG como motivação para o estudo de assuntos de Ciências com estudantes do ensino fundamental.

Nesta direção, cabe ressaltar que o uso dos ODA produzidos através das TDIC, ferramentas valiosas para romper barreiras e construir estratégias pedagógicas-metodológicas para a efetivação dos assuntos na implementação nos currículos e em novas práticas educativas que traga tanto o ensino tradicional como as metodologias ativas em sala de aula, produzindo conhecimentos necessários na busca de interpretações das temáticas que englobam a natureza, a sociedade e a tecnologia.

Mediante o exposto durante os encontros, as atividades desenvolvidas na execução da sequência didática-pedagógica, pôde-se constatar que o ensino híbrido — sala de aula invertida, associado aos ODA e a Teoria de Aprendizagem Significativa motivou uma participação ativa dos estudantes nas discussões sobre temas ligados às estrelas, ao sistema solar, aos movimentos de rotação e translação, eclipses solar e lunar entre outros.

Assim, percebeu-se um maior engajamento nas atividades propostas, quando comparado com a modalidade de ensino tradicional, como eles responderam no questionário quando foram perguntados durante o segundo e terceiros encontros presenciais. Toda esta participação e engajamento, juntamente com os materiais didáticos, potencializaram a construção de indicativos de uma aprendizagem significativa. Em suma, com os resultados obtidos na realização do trabalho resultando na conquista das medalhas nas olimpíadas científicas, a inserção de novas práticas didáticas e metodológicas, a partir dos objetivos estabelecidos, são de suma importância, para se estabelecer um progresso no retorno gradual das aulas.

## Referências

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias Ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

BRASIL, **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2020.

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Disponível em <https://www.gov.br/cnpq/pt-br/assuntos/popularizacao-da-ciencia/olimpiadas-cientificas>. Acesso em: 25 out. 2022.

MORAN, J. **Metodologias Ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso. 2018.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa crítica**. 2000.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro editora, 2010.

MOREIRA, M. A. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, v. 7, n. 2, 2008, p. 23-30. Revisado em 2012. Acesso em: 13 mai. 2020

MOREIRA, M. A. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

STUDART, N. Inovando a Ensino de Física com Metodologias Ativas. **Revista do Professor de Física. Brasília**, v. 3, n. 3, p.1-24, 2019. Disponível em: <<http://www.periodicos.unb.br>>. Acesso em: 25 jan. 2020.

**PROPOSTA PARA O ENSINO DE ASTROFÍSICA A PARTIR DA TEORIA  
DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**  
*PROPOSAL FOR THE TEACHING OF ASTROPHYSICS BASED ON THE  
THEORY OF MEANINGFUL LEARNING*

*Andréia Águeda Magron<sup>1</sup>, Michel Corci Batista<sup>2</sup>, Gilson Junior Schiavon<sup>3</sup>,  
Oscar Rodrigues dos Santos<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Secretaria de Educação do Estado do Paraná (SEED, andreiamagron@gmail.com).

<sup>2,3,4</sup> Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEF), Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), michel@utfpr.edu.br.

## **Introdução**

No decorrer da Educação Básica os estudantes têm contato com diversas disciplinas escolares, mas é, especificamente no Ensino Médio (EM), pelo menos quando falamos da maioria das escolas da rede pública no Estado do Paraná é que eles terão maior contato com a disciplina de Física.

A partir desse contato, os estudantes podem se identificar com a Física, estudar apenas para serem aprovados em provas e testes ou ainda apresentar uma forte indisposição em aprendê-la, passando muitas vezes a detestar a disciplina e assim como Moreira (2017), acredita-se que esses sentimentos podem estar associados com a forma que se ensina o conteúdo.

Para Moreira (2017), o ensino de Física na educação contemporânea é desatualizado no que se refere a conteúdos e tecnologias. A metodologia

ensinada nas escolas ainda privilegia as aulas expositivas, o ensino focado no papel do docente e a aprendizagem mecânica, priorizando os conteúdos discutidos na Física Clássica (FC) em detrimento aos da Física Moderna (FM).

Oliveira *et al.* (2007), demonstram preocupação com a Física ensinada no Ensino Médio. Para eles o modo como é ensinada, não consegue acompanhar o desenvolvimento científico e por isso fica cada vez mais distante da necessidade dos alunos no que se refere aos conhecimentos científicos atuais. Tironi *et al.* (2013), também apontam que a falta de conteúdos relacionados a FM pode ser considerada uma falha grave já que o funcionamento da maioria dos recursos tecnológicos utilizados pela sociedade, fazem uso de conceitos relacionados a ela. É através desses conceitos que os estudantes terão condições de entender e de se envolver com o desenvolvimento tecnológico e assim serem capazes de conhecer e avaliar novas tecnologias.

Retomando Oliveira *et al.* (2007), a falta de um currículo de Física atualizado, que contemple tópicos de FM, provoca uma prática pedagógica desvinculada e descontextualizada da realidade do estudante, com isso, não permite que ele estabeleça relações com contexto histórico, cultural e social baseando sua aprendizagem apenas em fórmulas e equações. Os autores ainda ressaltam que a falta de um currículo de Física atualizado prejudica a formação do estudante enquanto cidadão participativo, já que ao sair do EM este aluno pode parar de estudar ou ingressar em áreas em que não há ênfase na formação científica, sendo que o único contato com a Física ocorreu durante essa etapa da educação básica.

Quando se percebe essa distância entre o cotidiano e a vida escolar, os professores muitas vezes se veem frente a um desafio: quais são os conteúdos de Física que se deve ensinar? Reconhecendo assim a necessidade e a dificuldade dos professores em inserir os conteúdos de FM nos currículos escolares, é preciso pensar na seguinte questão problema: De que forma é possível trabalhar conceitos de Física Moderna aplicados a Astrofísica no Ensino Médio? Dessa forma, o presente trabalho, tem como

objetivo investigar o potencial pedagógico, de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), à luz da Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (TAS) para o ensino de Física Moderna a partir da Astrofísica, aplicada a professores na forma de curso extensão online.

## **1. Fundamentação Teórica**

Na Teoria da Aprendizagem Significativa acontece uma reestruturação na estrutura cognitiva do estudante, modificando de forma profunda suas concepções e dimensões, na qual cada novo conhecimento possui também um novo significado, que serve de base para a aquisição de informações novas no futuro. Fica também claro que, para que se alcance esta aprendizagem requerida, o professor pode e deve utilizar recursos didáticos que sejam significativos para os estudantes.

De acordo com Santos (2005), a estrutura cognitiva do estudante pode ser modificada por meio de princípios relativos à programação eficiente do conteúdo e podem ser utilizadas, independentemente da área de conhecimento. Esses princípios são chamados por Ausubel de: diferenciação progressiva, reconciliação integradora, organização sequencial e consolidação ou acomodação.

O primeiro princípio é denominado de diferenciação progressiva e relaciona-se com as ideias mais gerais e inclusivas da matéria de ensino que devem ser apresentadas no início de cada seção ou atividade de ensino. Em seguida, os casos particulares associados a este material instrucional são progressivamente diferenciados. O segundo princípio é chamado de reconciliação integradora e é responsável pela exploração de relações entre proposições e conceitos, por alertar para diferenças e similaridades importantes e reconciliar inconsistências reais e aparentes. Quanto ao terceiro princípio, a organização sequencial, pode permitir a maximização das ideias-âncora relevantes para o uso na aprendizagem significativa e retenção, devido às dependências sequenciais apresentadas

na matéria de ensino e o fato de que determinado tópico é compreendido a partir do entendimento de um tópico anterior (MOREIRA, 2010).

A consolidação, como quarto princípio, de acordo com Moreira e Masini (2006), indica que se deve passar para um novo tópico apenas quando o atual já está consolidado. Conforme Moreira (2010), para que a aprendizagem significativa ocorra são necessárias duas condições, a primeira é que o material a ser aprendido seja relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz de modo não arbitrário. Esse tipo de material, Ausubel chama de potencialmente significativo. A segunda é que o estudante esteja disposto a aprender, isto é, que esteja disposto a relacionar o material à sua estrutura cognitiva.

Nesse sentido, a mediação do professor é tão fundamental quanto os materiais utilizados, uma vez que o estudante pode não possuir os subsunçores adequados. Assim, reforça Moreira (2010), a necessidade da predisposição para aprender não é uma simples questão de motivação ou identificação com o componente, mas uma predisposição para relacionar-se com novos conhecimentos, atribuindo-lhes significados. Sendo assim, essa condição convida o docente a acolher as ideias prévias dos estudantes, ainda que sejam insatisfatórias, para, a partir delas, construir situações de aprendizagem capazes de promover a atribuição de significados aos temas tratados.

## **2. Métodos e Materiais**

Este trabalho, está pautado nos pressupostos da pesquisa qualitativa, que tem como objetivo responder questões de nível particular, que não podem ou não devem ser quantificados. Também é possível classificá-la como descritiva e translacional, visto que o enfoque está no relato de experiência a partir da implementação da proposta de ensino elaborada. Nesse sentido, os dados foram construídos a partir de questionários e mapas conceituais, respondidos e construídos no primeiro e no último encontro

da proposta de ensino. Para a análise dos dados foram utilizados os pressupostos da pesquisa qualitativa descritiva e interpretativa.

A proposta foi desenvolvida como um curso de extensão gratuito com certificação de 30 horas em parceria com o Departamento de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Campus de Campo Mourão e os Núcleos Regionais de Educação (NRE) de Campo Mourão e Maringá, sob o título “astrofísica básica para professores: Uma proposta de Ensino a partir da aprendizagem significativa”. Inscreveram-se para o curso 77 professores da área de Ciências da Natureza e Matemática, sendo que destes, 48 professores participaram de todos os encontros agendados. Os encontros se deram de forma online, pois a implementação da proposta se deu durante o período de pandemia no Brasil e uma das medidas de combate a proliferação da COVID-19 é o isolamento social. A proposta foi construída utilizando os princípios da aprendizagem significativa e os aspectos sequenciais da UEPS. A aplicação do trabalho se deu sete encontros, sendo realizado um encontro por semana, sempre às quartas-feiras, no período noturno, das 19h às 21h30. O primeiro encontro aconteceu no dia 14 de outubro de 2020 e o último em 25 de novembro de 2020.

### **3. Resultados e Discussões**

Para esse trabalho vamos analisar os mapas conceituais produzidos pelos sujeitos antes e após a implementação da proposta. O mapa conceitual, pode ser utilizado como ferramenta de avaliação na qual tem a possibilidade de permitir que seja identificado possíveis avanços no conhecimento ou mudanças na estrutura cognitiva dos estudantes por meio dos elementos apresentados. Dentre as possíveis sugestões para o uso do mapa conceitual como estratégia avaliativa bem como, para inferir elementos da aprendizagem significativa, Novak e Gowin (1999) sugerem que a este, possa ser atribuído pontuação de seus elementos

fundamentais, permitindo atribuição de notas e também a verificação dos avanços alcançados por quem o construiu.

A atribuição destes pontos só é possível desde que o avaliador tenha domínio para identificar os elementos necessários à estrutura de cada mapa conceitual (hierarquia, proposições, ligação simples, ligação cruzada e exemplos).

Alguns autores (GOMES; BATISTA; FUSINATO, 2019), realizaram uma adaptação na teoria de Novak e Gowin (1999) para a pontuação dos mapas conceituais. Primeiro sugerem que o avaliador realize uma planificação dos mapas, de modo que as estruturas hierárquicas se tornem mais evidentes e seja mais fácil a identificação dos elementos avaliados. Em seguida, logo após essa identificação, são atribuídos pontos conforme o Quadro 1.

Quadro 1 — Pontuação dos elementos essenciais dos mapas conceituais.

<b>Elementos</b>	<b>Pontos</b>
Proposição	2
Hierarquia	5
Ligação Simples	1
Ligação cruzada	2
Exemplos	1

Fonte: Novak e Gowin (1999), adaptado pelo Gomes Batista e Fusinato (2019).

Destaca-se, que a teoria de Novak e Gowin (1999) sugere um peso maior na pontuação de ligações cruzadas, que representam uma síntese de ideias ou conceitos, entretanto, como os mapas conceituais analisados não apresentaram esse elemento, todas ligações cruzadas obtidas representaram apenas ligações entre ideia correlacionadas em diferentes hierarquias. No Quadro 2, é apresentado o resultado das pontuações de 14 professores cursistas que construíram e entregaram os mapas conceituais no início e fim do curso.

Quanto ao grupo de mapas avaliados, notou-se que em um conjunto de 28 análises (14 iniciais e 14 finais), lembrando que cada participante produziu um para cada momento, é possível perceber o crescimento de pontos em 13 dos 14 participantes. Essa foi a primeira evidência positiva



sobre a UEPS, pois, após a conclusão do curso constatou-se um avanço significativo com relação a maioria dos participantes, entretanto, cabe destacar que não houve uma linearidade deste aumento de pontos, uma vez que o mapa conceitual é idiossincrático para cada um que o traçou.

Quadro 2 — Pontuação dos elementos entre os MCI e MCF.

Alunos	Hierarquia (2)		Conceitos/Proposições (5)		Ligações simples (1)		Ligações cruzadas (2)		Exemplos (1)		PI	PF
	MCI	MCF	MCI	MCF	MCI	MCF	MCI	MCF	MCI	MCF		
Professor 2	4	3	4	7	7	11	0	1	3	3	38	57
Professor 3	2	5	9	13	10	15	0	0	1	2	60	92
Professor 6	1	3	4	13	6	11	0	1	2	0	30	84
Professor 7	4	1	8	5	7	8	0	0	1	3	56	38
Professor 8	2	5	5	5	10	11	1	1	7	7	48	55
Professor 9	6	2	10	13	9	17	0	1	0	3	71	91
Professor 10	4	7	5	14	7	13	0	3	2	2	42	105
Professor 12	3	4	6	10	6	11	0	0	0	0	42	69
Professor 16	3	8	7	37	8	33	0	8	0	10	49	260
Professor 17	3	4	6	8	4	9	2	0	0	2	44	59
Professor 19	3	5	8	13	10	14	0	1	2	2	58	95
Professor 22	3	5	11	20	12	20	0	0	1	1	74	135
Professor 28	4	5	10	16	10	17	0	0	1	7	69	114

Fonte: Autoria própria (2021).

Este crescimento forneceu indícios da aprendizagem significativa, pois os conceitos foram se diferenciando progressivamente, uma vez que os mapas conceituais finais estavam mais completos e respeitavam a subordinação dos conceitos. O crescimento de pontos também indicou a presença da reconciliação integradora, uma vez que nos mapas finais foi possível identificar a associação de novas ideias que antes não eram apresentadas nos mapas conceituais. Isso demonstra que ao compreender os novos conceitos, os participantes utilizaram estes como subsunçores para agregar novos saberes, porque as estruturas cognitivas podem ter sido modificadas.

Uma vez que houve uma nova compreensão dos conceitos, também foi possível constatar que os mapas conceituais finais se apresentaram com

estruturas hierárquicas melhor organizadas, trazendo mais um elemento necessário da aprendizagem significativa que é a organização sequencial, onde os conceitos se apresentavam hierarquizados, sendo concluídas com os exemplos.

Podemos dizer que os pontos obtidos nos MCI seriam as ideias-âncoras que conforme Moreira (2010), são conhecimentos estabelecidos na estrutura cognitiva do sujeito, que aprende, e, permite por interação, dar significados a vários conhecimentos.

#### **4. Considerações Finais**

A análise dos mapas conceituais também permitiu perceber indícios da aprendizagem significativa. Ao comparar os mapas iniciais e finais, é possível perceber a presença de termos e relações e troca de significados demonstrando que a aprendizagem ocorreu por diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Provando assim o caráter significativo da proposta, mesmo quando implementada com professores. Acredita-se que os resultados encontrados com alunos da educação básica não destoariam dos encontrados neste trabalho, no entanto, tal verificação foi deixada para trabalhos futuros.

O trabalho desenvolvido através UEPS, foi capaz de demonstrar aos professores a importância de processo de ensino organizado, sistematizado, capaz de oferecer procedimentos para a aprendizagem significativa se desenvolver em qualquer contexto, já que a maioria concordou que utilizaria a sequência didática apresentada. Caracterizando a UEPS aqui apresentada como um recurso facilitador da aprendizagem.

As manifestações dos professores participantes do curso em relação à qualidade do material, recursos e metodologia utilizadas permitem concluir e comprovar o potencial pedagógico da proposta. Espera-se que os professores de Física da Educação Básica possam explorar essa proposta, para nortear o tema abordado de acordo com sua realidade, utilizando as diversas ferramentas didáticas apresentadas.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001.

## Referências

AUSUBEL, D. P., Novak. J. D., & Hanesian, H. **Psicologia educacional**, 2ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

CRUZ, C. C. **A teoria cognitivista de Ausubel**. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. Unicamp, 2011.

GOMES, E. C.; BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A. A utilização de mapas conceituais como instrumento de avaliação no ensino de física. **REnCiMa**, v. 10, n. 3, p. 58-78, 2019.

MOREIRA, M. A. MASINI, E. A. F. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2ª ed. São Paulo: Centauro Editora, 2006.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro Editora, 2010.

MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**, v. 1, n.1, 2017.

NOVAK, J. D.; GOWIN, B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano, 1999.

OLIVEIRA, F.F de; VIANNA, D.M; GERBASSI, R.S.; Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 447-454, 2007.

SANTOS, J. N. **Uso de ferramentas cognitivas para a aprendizagem de física**. 2005.129f. Dissertação (Mestrado) em Física — Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2005.

TIRONI, C. R; SCHMIT, E; SCHUHMACHER, V. R. N; SCHUHMACHER, E. A Aprendizagem Significativa no Ensino de Física Moderna e Contemporânea. **Anais:** IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências Águas de Lindóia, SP — 10 a 14 de novembro de 2013.

**USANDO ARDUINO COMO FERRAMENTA DE ENSINO NO  
LABORATÓRIO DE FÍSICA: CARGA-DESCARGA DO CAPACITOR**  
*USING ARDUINO AS A TEACHING TOOL IN THE PHYSICS LAB: CAPACITOR  
CHARGE-DISCHARGE*

*Richar Nicolás Durán<sup>1</sup>, Hernani Batista da Cruz<sup>2</sup>, Sani de Carvalho Rutz da Silva<sup>3</sup>, Samuel Correa Machado<sup>4</sup>, Silvio Luiz Rutz da Silva<sup>5</sup>*

1,2,3 PPG Ensino de Ciência e Tecnologia (PPGECT), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-Ponta Grossa), rduran.ula@gmail.com<sup>1</sup>, hernanibc@gmail.com<sup>2</sup>, sanirutz@gmail.com<sup>3</sup>.

4,5 Mestrado Nacional Profissional Ensino de Física — Polo 35 (MNPEF Polo 35), Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), samuelmachadoc@gmail.com<sup>4</sup>, rutz@uepg.br<sup>5</sup>.

## **Introdução**

O ensino de Física, tem como objetivo principal propiciar conhecimentos que facilitem a aprendizagem dos conteúdos da ciência física. O ensino da física, visa levar o aluno a desenvolver competências e habilidades, mas acima de tudo, despertar nele, uma atitude de indagação, ou seja, não apenas ver a física como uma coleção de conceitos, dados, princípios e modelos matemáticos, mas deve permitir que ele seja capaz de relacionar fenômenos e situações da vida cotidiana com as teorias aprendidas e se perguntar o porquê das coisas.

Nesse sentido, Perkins (2017) desenvolve sua proposta chamada “educar para um mundo em mudança”, visando promover a expansão dos limites do conhecido, estimulando o ensino de habilidades que um aluno deve ter nestes tempos de evolução tecnológica, por meio de campos de estudo renovados, apresentando problemas interdisciplinares, conflitos reais e globais. Ir além do prescrito é o convite que se faz, assumindo também que é necessário repensar o que o currículo exige hoje.

De modo complementar para Herrera (2015) a tecnologia e suas contribuições estão evoluindo e mudando muito rapidamente os campos do conhecimento. É aqui que se pode avaliar que a educação, está assumindo novos desafios que merecem um estudo mais detalhado. O trabalho do professor, diante da visão transformadora de uma sociedade que necessita da incorporação das tecnologias em sala de aula, viu sua transformação necessária em um agente capaz de gerar as competências necessárias para uma sociedade com “ansiedades” de conhecimento tecnológico e o uso frequente dele nos diferentes aspectos do aluno.

Neste trabalho apresenta-se um experimento que envolve a montagem de um circuito de carga e descarga de capacitor utilizando o Arduino e que contempla o uso de recurso tecnológico para o ensino o que pode possibilitar aos alunos tornarem-se usuários qualificados das tecnologias.

## **1. Circuitos elétricos**

De maneira que, diversas aplicações e ferramentas de tecnologia que existem podem se utilizar como estratégia didática de ensino, porém o objetivo do experimento é apresentar um protótipo de carga e descarga de um capacitor com um circuito feito usando o Arduino Mega 2560, realizando uma montagem de circuito que ajude a determinar o tempo de carga e descarga do capacitor e utilizar os dados para gerar o gráfico experimental.

Um capacitor ou condensador é um dispositivo capaz de armazenar cargas elétricas e energia potencial elétrica por meio do campo elétrico

gerado entre as armaduras condensadoras e tais dispositivos diferem de baterias recarregáveis (pois não acumulam cargas) no qual seu funcionamento é baseado na conversão de energia química em energia potencial elétrica, disponibilizada ao circuito.

O capacitor é construído com placas condutoras separadas por um dielétrico de vários formatos geométricos (cilíndrico, esférico etc.). Suas principais propriedades são a capacidade de acumular cargas elétricas e de promover uma rápida disponibilização destas cargas ao circuito elétrico (ROCHA FILHO, 2005). O processo de carregamento de um capacitor ocorre quando um capacitor descarregado é submetido a uma diferença de potencial. Ele vai acumular cargas até que a tensão em seus terminais seja aproximadamente a mesma tensão a qual fora submetido. A energia elétrica é armazenada no campo elétrico que surge entre suas placas do capacitor (NUSSENZVEIG, 2002).

### **1.1. Arduino**

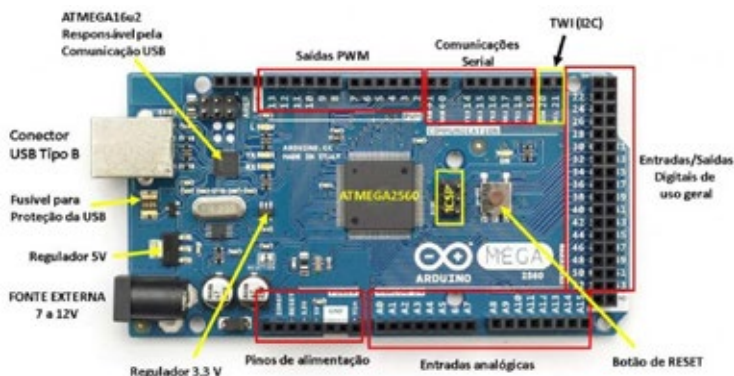
O Arduino é uma plataforma de protótipos eletrônicos de código que permite criar objetos interativos. As placas Arduino são capazes de ler sinais de entrada e transformá-lo um comando ativo. Você diz à sua placa o que fazer por meio de um conjunto de instruções ao microcontrolador na placa coa a aplicação da linguagem de programação Arduino (Wiring) e dos programas Arduino (IDE) e Processing (ARDUINO, 2022).

O arduino é uma ferramenta fácil de prototipagem rápida, destinada a estudantes sem formação em eletrônica e programação e Cavalcante, Tavoraro e Molisani (2011), que o definem da seguinte forma:

[...] é uma plataforma que foi construída para promover a interação física entre o ambiente e o computador utilizando dispositivos eletrônicos de forma simples e baseada em softwares e hardwares livres. Resumidamente, a plataforma consiste em uma placa de circuitos com entradas e saídas para um microcontrolador AVR, um ambiente de desenvolvimento e o bootloader que já vem gravado no microcontrolador (CAVALCANTE, TAVOLARO e MOLISANI, 2011, p. 4503-2).

Neste trabalho faz-se uso do Arduino Mega 2560 (Figura 1) que possui 54 pinos de entradas/saídas digitais, 16 entradas analógicas, 4 UARTs (portas seriais de hardware), um oscilador de cristal de 16 MHz, uma conexão USB, uma entrada de alimentação, uma conexão ICSP e um botão de reset. Esta configuração contém todos os elementos necessários, bastando conectá-lo a um computador e a uma fonte de alimentação.

Figura 1 — Arduino MEGA 2560 e seus componentes.



Fonte: Souza (2002).

Este trabalho baseia-se em conceitos de cultura digital ou cibercultura (utilização de tecnologias digitais em diversos aspectos da vida cotidiana), TDIC, competência (produto da relação entre conhecimentos, habilidades e atitudes) e competência digital (utilização segura e objetiva de tecnologia) (KOZINETTS, 2014; LÉVY, 2014; SANTOS e SALES, 2017; LUCAS e MOREIRA, 2018; COMISSÃO EUROPÉIA, 2020; SILVA, ANDRADE e BRINATTI, 2020).

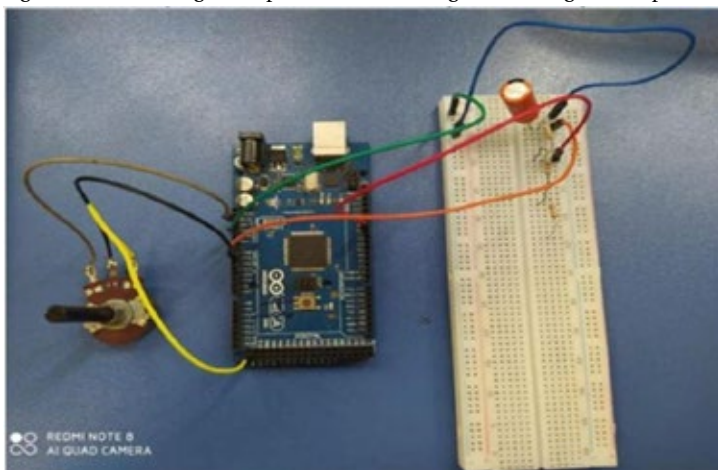
Consiste em uma proposta didática para ensino de Física, tendo-se por objetivo discutir um experimento de carga e descarga de um capacitor utilizando o Arduino. Para isto faz-se necessário a montagem de circuito com auxílio de um protoboard para realizar os testes do circuito que permita a carga e a descarga do capacitor.



## 2. Métodos e Materiais

O principal instrumento de coleta de dados é o Arduino MEGA 256. Com ele, foram realizadas as medidas de tensão em função do tempo do capacitor e da intensidade da luminosidade do LED durante o processo de descarga. Para o funcionamento da montagem experimental faz-se necessário a construção de uma série de códigos com o emprego de hardware livres, flexíveis e fáceis de usar, que serão carregados na placa de Arduino, permitindo a coleta dos dados. Os materiais utilizados para o desenvolvimento do trabalho proposto foram os seguintes: Arduino MEGA 2560, protoboard, jumpers, capacitores, cabos; potenciômetro e resistores. O circuito montado é mostrado na Figura 2.

Figura 2 — Montagem experimental de carga e descarga do capacitor.



Fonte: Autores (2022).

## 3. Resultados e Discussões

O Arduino tem linguagem de programação baseada em um conjunto de funções C e C++. Além disso, o Arduino pode operar autonomamente ou

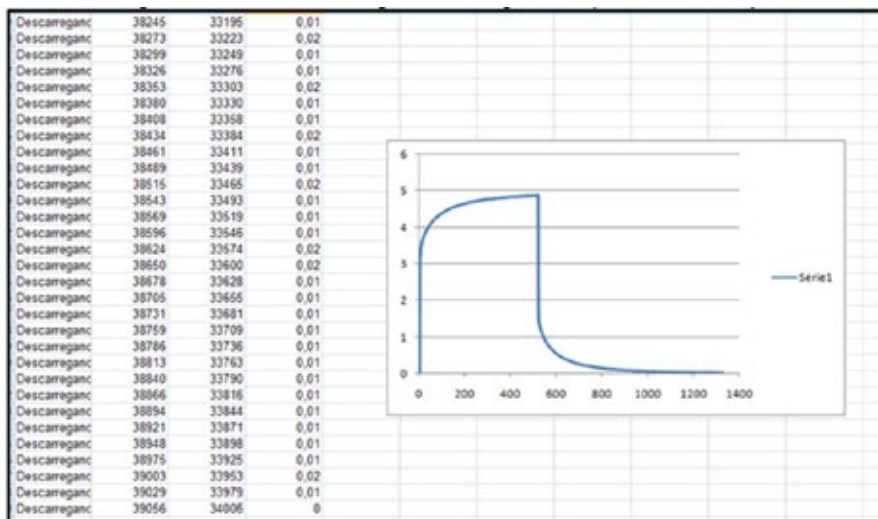
se comunicar com o programa rodando em um computador através de uma porta USB. Mesmo com uma grande potencialidade do Arduíno no desenvolvimento de projetos na área educacional, ainda são poucos os trabalhos publicados que fazem uso dessa ferramenta visando facilitar o ensino e a aprendizagem de Física (CAVALCANTE; RODRIGUES; BUENO, 2014).

Segundo Mourão (2018), um dos softwares que permite a programação é o Arduino IDE (versão 1.8.9), que facilita a criação e compilação de códigos, normalmente denominado de sketches, e carregamento na memória flash do Arduino. É possível instalar e executar este software nos sistemas operacionais Windows, Mac e Linux. O download do programa pode ser feito no site <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>. Além dessa opção há a opção de trabalhar online com o Arduino Web Editor, que pode ser acessado no mesmo site.

Na Figura 4 apresenta-se um exemplo do gráfico de carga e descarga de um capacitor de  $220 \mu\text{F}$  com uma tensão máxima de 5 V, com tempo em milissegundos. Os dados são coletados pela interface do arduino e analisados em planilha eletrônica o que permite obter o gráfico que permite analisar como acontece o processo de carga e descarga do capacitor.

A montagem experimental é uma ferramenta didática que possibilita ao aluno integrar conhecimentos teóricos, a ferramenta tecnológica e a prática. O arduino é uma ferramenta tecnológica disponível para que o professor possa usá-lo como uma alternativa que ajude na compreensão dos conhecimentos físicos, além de que o aluno pode fazer com que o aluno se sinta motivado para a aprendizagem.

Figura 3 — Gráfico de carga e descarga do capacitor de 220  $\mu\text{F}$ .



Fonte: Autores (2022).

## 4. Considerações Finais

A proposta de apresentada neste trabalho permite dar suporte ao aprendizado de competência e habilidades necessárias para promover autonomia aos alunos com as vantagens que a tecnologia pode propiciar.

Por intermédio do uso corrente e efetivo da tecnologia no processo de ensino, os alunos têm a chance de adquirir complexas capacidades em tecnologia, sob orientação do principal agente, que é o professor, responsável por estabelecer o ambiente e preparar as oportunidades de aprendizagem que facilitem o uso da tecnologia pelo aluno.

Conseqüentemente, é essencial que todos os professores estejam preparados para oferecer aos alunos experiências adequadas que integrem tecnologia em todas as fases do ensino.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001. Agradecemos ao apoio do Polo 35 do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de física (MNPEF) da Universidade Estadual de Ponta Grossa e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia (PPGECT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-Ponta Grossa)

## Referências

ARDUINO. **What is arduino?** 2022. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>. Acesso em 05 out 2022.

CAVALCANTE, M. A.; RODRIGUES, T. T. T.; BUENO, D. A. Controle Remoto: observando códigos com o Arduíno (parte 2 de 2). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.31, n. 3, 2014, p.614-641.

CAVALCANTE, M. A; TAVOLARO, C. R. C.; MOLISANI, E. Física com arduino para iniciantes. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v.33, n.4, pág. 4503, 2011.

COMISSÃO EUROPEIA. **Competências e tecnologias digitais na educação**. 2022. Disponível em: [https://ec.europa.eu/education/policy/strategic-framework/education-technology\\_pt](https://ec.europa.eu/education/policy/strategic-framework/education-technology_pt). Acesso em 05 out 2022.

HERRERA, A. Una mirada reflexiva sobre las TIC en Educación Superior. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**. 17(1), 2015, p.1-4.

KOZINETTS, R. V. **Netnografia**: realizando pesquisa etnográfica online. Porto Alegre: Penso, 2014.

LÉVY, P. **Cibercultura**. 3. ed. São Paulo: Editora 34, 2014.

LUCAS, M.; MOREIRA, A. **DigCompEdu**: Quadro Europeu de Competência Digital para Educadores. Aveiro: UA 2018.

MOURÃO, O. **Arduino & ensino de física**: Automação de práticas experimentais. 1ª Edição. Tianguá: Clube dos Autores, 2018.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica**. vol.3. 4ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2002.

PERKINS, D. **Educar para un mundo cambiante**: ¿qué necesitan aprender realmente los alumnos para el futuro? Ediciones SM, Madrid. 2017.

ROCHA FILHO, J. B. da; SALAMI, M. A.; GALLI, C.; FERREIRA, M. K.; MOTTA, T. S. e COSTA, R. de C. Construção de capacitores de grafite sobre papel, copos e garrafas plásticas, e medida de suas capacitâncias. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 3, 2005, p. 400-415.

SANTOS, C. A.; SALES, A. **As tecnologias digitais da informação e comunicação no trabalho docente**. Curitiba: Appris, 2017.

SILVA, S. L. R. da; ANDRADE, A. V. C. de e BRINATTI, A. M. **Ensino remoto emergencial** [livro eletrônico]. Ponta Grossa, PR: Ed. dos Autores, 2020.

SOUZA, F. **Arduino MEGA 2560**. 2022. Disponível em: <https://embarcados.com.br/arduino-mega-2560>. Acesso em: 05 out 2022.



**ATIVIDADES PARA O ENSINO DE ONDULATÓRIA BASEADAS NA  
TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**  
*ACTIVITIES FOR THE TEACHING OF WAVES BASED ON THE THEORY OF  
MEANINGFUL LEARNING*

*Dimas Pazini Alves<sup>1</sup>, Giuseppi Gava Camiletti<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Mestrado Nacional Profissional em  
Ensino de Física (MNPEF) — Polo 12, [dimas.alves@edu.ufes.br](mailto:dimas.alves@edu.ufes.br).

<sup>2</sup> Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Departamento de Física,  
[giuseppi.camiletti@ufes.br](mailto:giuseppi.camiletti@ufes.br).

## **Introdução**

O objetivo deste trabalho é relatar o desenvolvimento, aplicação e avaliação de atividades para o ensino de conceitos introdutórios de ondulatória para alunos de Ensino Médio, tendo como base os pressupostos teóricos da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003) e Moreira (2016), visando a melhoria da qualidade da aprendizagem dos estudantes. O conjunto das atividades constituem o Produto Educacional do autor principal deste trabalho, que no presente momento é aluno do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física, matriculado no Polo 12 UFES.

A escola onde as atividades foram desenvolvidas localiza-se no município de Cachoeiro de Itapemirim, região sul do estado do Espírito Santo, distante 140km da capital Vitória-ES, que se destaca pela atividade

de extração e beneficiamento de mármore e granito. O escoamento da produção se dá por meio de caminhões, que trafegam tanto nas vias principais como nas adjacentes, provocando ruídos excessivos em diversos pontos da cidade. A abordagem deste problema em sala de aula apresenta a vantagem de fazer parte do dia a dia dos alunos e ao mesmo tempo envolver o estudo de conceitos presentes no currículo da escola.

## **1. Fundamentação Teórica**

Segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2016) o aprendizado efetivo e duradouro de um determinado conteúdo deve ocorrer quando as ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. Segundo Ausubel, que foi o principal mentor desta teoria, as implicações para a sala de aula devem levar em consideração três pilares básicos. 1) O conhecimento prévio do aluno é a variável isolada mais importante para o aprendizado de novos conteúdos. Descubra o que ele já sabe e o ensine de acordo. 2) A partir do mapeamento destas concepções, o professor precisa envidar esforços para promover a relacionabilidade dos conteúdos que pretende ensinar com os conhecimentos prévios dos alunos. Ausubel sugere o uso de diferentes recursos instrucionais nesta etapa do trabalho em sala de aula com o uso de experimentos, vídeos, simuladores, entre outros. 3) Por fim, como decorrência natural do primeiro, e mais importante pilar proposto por Ausubel, o ensino de novos conteúdos será conhecimento prévio para novos aprendizados. Então, eles precisam passar por um processo de consolidação. A aprendizagem de novos conteúdos é lento e apresenta avanços e retrocessos. Por isso, os alunos devem ser expostos a



atividades que oportunizem a negociação de significados (aluno-aluno e aluno-professor) do conteúdo que está sendo estudado.

Colocar em prática o primeiro pilar das implicações da proposta de Ausubel, implica em fazer um mapeamento dos conhecimentos prévios dos alunos. A partir deste levantamento, deve-se definir as estratégias de ensino mais adequadas para potencializar o aprendizado dos estudantes. Trata-se de uma tarefa trabalhosa, pois envolve a aplicação de um questionário ou realização de entrevistas, seguida de uma análise minuciosa das respostas. Infelizmente, este processo nem sempre é factível, dada a corriqueira carga de trabalho dos docentes. Assim sendo, um ponto de partida alternativo seria o uso de resultados de mapeamentos de concepções alternativas dos alunos, vastamente relatados na literatura. Embora não se constitua de um mapeamento das concepções dos próprios estudantes, os resultados destes levantamentos apontam que eles são muito parecidos, independente do país, região geográfica ou condição social dos alunos (SHIPSTONE, 1984, 1988; DRIVER *et al.*, 1994, 1996; CEPNI & KELES, 2006). Esta estratégia foi utilizada neste trabalho.

O segundo pilar da proposta de Ausubel é o da relacionabilidade entre o que se pretende ensinar e aquilo que o aluno já sabe. Este processo pode ser facilitado a partir de algumas ações deliberadas do professor: 1) Deve haver uma preocupação com a organização sequencial do conteúdo, iniciando-se a exposição a partir de exemplos e situações que façam parte do cotidiano do estudante em direção ao formalismo conceitual necessário para sua explicação. 2) O professor deve utilizar diferentes recursos instrucionais seja para a exposição do conteúdo, seja para aproximar os estudantes do fenômeno que se pretende estudar. Pode-se lançar mão de experimentos, vídeos, simulações, games, sensores existentes no celular, placa de Arduíno, entre outros. Independentemente do recurso a ser utilizado, é importante que as atividades promovam interações de boa qualidade entre os estudantes e entre os estudantes e o professor. Vygotsky (1987) defende que o aprendizado de boa qualidade pode ocorrer a partir de interações com um parceiro mais capaz. A estruturação e uso

destes recursos em sala de aula, tendo em vista a proposição de Vygotsky, pode seguir as orientações propostas por Gaspar (2014).

O terceiro pilar versa sobre a consolidação dos conteúdos. Para isso, o professor deve proporcionar atividades que os estudantes possam efetivamente dialogar e discutir com os colegas e com o professor seu entendimento sobre os conceitos em estudo. Eles precisam ter oportunidade de negociar os significados do conteúdo que estão aprendendo. Uma atividade que pode promover a consolidação dos conteúdos, de fácil implementação em sala de aula e com grande aceitação dos alunos, é a utilização de testes conceituais de múltipla escolha seguindo o método de Instrução pelos Colegas, proposto por Araújo & Mazur (2013). Os testes devem ser aplicados imediatamente após a explanação e introdução de novos conteúdos aos alunos. Os autores sugerem que os testes sejam selecionados preferencialmente de vestibulares e ENEM. Resumidamente, o método consiste em apresentar o exercício conceitual de múltipla escolha aos alunos (que pode ser feito usando datashow) aguardando entre 1 e 3 minutos para que eles escolham individualmente a resposta que consideram correta. Em seguida, é dado um tempo para que discuta sua opção com outro colega, buscando convencê-lo a mudar de resposta. Após uns 5 minutos aproximadamente, é dada uma nova oportunidade para afirmar ou modificar a escolha inicial. Em geral, o percentual de acertos aumenta, pois o aluno com a resposta correta tem maior poder de argumentação e de convencimento acerca da sua opção. Ao final, o professor revela a resposta correta, faz um breve comentário sobre o conteúdo envolvido e passa para o próximo teste. Toda essa dinâmica deve ocorrer somente se na primeira votação o percentual de acertos estiver entre 30 e 70%. Outras atividades bem planejadas também têm o potencial de proporcionar consolidação dos conteúdos. A realização de um experimento em sala de aula (seja ele demonstrativo ou executado pelos estudantes), deve ser feita a partir de um roteiro com perguntas prévias e levantamento de hipóteses, seguida de execução do experimento, testagem das hipóteses e discussão dos resultados (GASPAR,

2014). Isso vale também para o uso de vídeos, simuladores ou qualquer outro recurso instrucional. Por fim, a resolução tradicional de problemas ou de desafios também pode proporcionar momentos de negociação de significados.

Todo processo de ensino-aprendizagem envolve necessariamente a avaliação do conteúdo. A realização desta atividade não é, portanto, uma orientação específica de Ausubel. No entanto, o autor argumenta que a aprendizagem não é um processo binário do tipo “sabe” ou “não sabe”, ou do tipo “certo” e “errado”. Trata-se de um processo lento, com avanços e retrocessos. Elas devem, portanto, privilegiar o caráter formativo e recursivo. Para além do score obtido em cada avaliação, o aluno deve ser informado e esclarecido sobre seus erros e equívocos acerca do conteúdo que está sendo avaliado (caráter formativo). Adicionalmente, deve-se considerar a possibilidade de deixar o aluno refazer a avaliação, pelo menos mais uma vez, para que ele tenha nova oportunidade de estudo e, conseqüentemente, de superação das dificuldades e lacunas do conteúdo abordado (caráter recursivo).

A última condição importante para que a aprendizagem significativa possa ocorrer é a predisposição do aluno em aprender. Ausubel argumenta que não há muito o que se fazer para aumentar ou garantir esse interesse do estudante. Apenas afirma que, por algum motivo, ele precisa estar disposto a aprender de forma significativa o conteúdo que está sendo ensinado.

A próxima seção descreve o contexto da aplicação do material desenvolvidos e detalha as atividades propostas de acordo com as orientações deste referencial teórico.

## **2. Métodos e Materiais**

As atividades desenvolvidas no contexto do Produto Educacional do autor principal deste trabalho, constituem 10 aulas aplicadas para um grupo de 28 alunos, 2o ano Ensino Médio da escola Prof. Hosana Sales. Trata-se de

uma escola da rede pública localizada no interior do estado do Espírito Santo.

Seguindo a alternativa proposta de uso de mapeamentos de concepções alternativas relatados na literatura, o trabalho de Fazio *et al.* (2008) identificou modelos mentais pré-instrução de alunos do Ensino Médio sobre os conceitos de ondas. Os autores não citam explicitamente o termo “concepções alternativas”, mas deixam claro que esta nomenclatura tem o mesmo significado das concepções alternativas dos estudantes vastamente relatadas na literatura. Um resumo dos principais resultados de Fazio e colaboradores (*ibid.*) é apresentado a seguir:

1. As ondas envolvem a transferência de alguma 'entidade' (massa, matéria, força, etc.) através do meio;
2. O som empurra as moléculas de ar na direção de propagação;
3. As ondas sonoras se espalham pelo ar e fazem com que o ar se espalhe para longe da fonte (o alto falante);
4. Observando os pulsos que se propagam em uma corda ou mola, os alunos acreditam que o movimento do agente que gera o pulso influencia o movimento do pulso de onda (por exemplo, um movimento de mão mais rápido ou um movimento de mão de maior amplitude produzirá um pulso mais rápido);
5. A velocidade do som é menor em meios mais densos (moléculas maiores ou mais próximas obstruem a transferência do som);
6. O som de alta intensidade empurra o ar com uma velocidade mais alta;

A partir destes modelos, foram elaboradas atividades, com o uso de experimentos, simuladores e vídeos, que compõem o Produto Educacional. A estrutura das aulas apresenta um resumo inicial, com orientações básicas e material necessário para a realização das atividades. Em

seguida, os alunos são divididos em pequenos grupos e recebem roteiros com o passo a passo para acompanhar a execução e uso em sala de aula dos recursos instrucionais (vídeos, experimentos e simuladores). O roteiro apresenta também perguntas antes e depois de cada atividade prática, com o objetivo de provocar a reflexão dos alunos e a negociação de significados entre eles. Sempre que necessário, o professor lança mão de slides para fazer a explanação dos conceitos que estão sendo ensinados e discutidos pelos alunos. Na etapa final, em algumas aulas, são aplicados testes conceituais, de acordo com o método de Instrução pelos Colegas tal como proposto por Araújo e Mazur (2013), usando o aplicativo Plickers, disponível gratuitamente em [www.plickers.com](http://www.plickers.com). Alternadamente com os testes conceituais, são resolvidos exercícios quantitativos, com o objetivo de mostrar a aplicação dos conteúdos estudados e também fortalecer o processo de consolidação dos conteúdos. Nos minutos finais de cada aula, é proposta uma atividade para casa, que pode ser a leitura de um texto ou a busca por resposta a alguma situação intrigante relacionada ao conteúdo. No início da aula seguinte, o professor faz um breve comentário sobre a atividade que foi passada para casa. Uma exemplificação desse conjunto de atividades está mostrada na Figura 1 adiante. O Produto Educacional completo está disponível para consulta em: [https://drive.google.com/drive/folders/1QGhKlyVfoOloJujMy67ZpWAKwUMI\\_wQQ?usp=share\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1QGhKlyVfoOloJujMy67ZpWAKwUMI_wQQ?usp=share_link).

Figura 1 — Roteiro da Aula 5 ilustrando o roteiro da aula, com perguntas pré e pós instrução, orientações para o uso do vídeo durante a aula, testes conceituais e atividades para casa.


**Aula 5 - Ondas mecânicas e eletromagnéticas**  
Continuar com os mesmos grupos para desenvolver as atividades a seguir:

**Parte 1: Apresentar características de uma onda mecânica – 15 minutos.**

1 – Uma pequena caixa de som ligada é colocada em um ambiente onde o ar está refletido gradualmente. O que vai acontecer com o som emitido pelo caixa? (O professor deverá apresentar a situação em slides e aguardar um momento para discussão e anotações dos alunos).  
*Ele vai diminuir/ir seu volume gradualmente até que não seja possível ouvi-lo.*

2 – Agora assista ao vídeo.

Apresentar no DataShow o vídeo disponível na link: <https://www.youtube.com/watch?v=2G8Lp0Lp08I>.  
Os alunos também podem assistir no próprio celular a partir deste QRcode:



3 – Com o áudio do vídeo, responda o que aconteceu com o som emitido pela caixa? Explique por quê.  
*Ele vai diminuir/ir seu volume gradualmente até que não seja possível ouvi-lo. Isso ocorre porque o som é uma onda mecânica e precisa de um meio material para se propagar, que nesse caso é o ar.*

4 – Acompanhe a explicação do professor sobre o conceito e as características de uma onda mecânica. Em seguida, discuta exemplos de ondas mecânicas no cotidiano.

**Parte 2: Apresentar características de uma onda eletromagnética – 15 minutos**


6 – É sabido que entre a Terra e o Sol (aproximadamente 150 milhões de quilômetros) existe vácuo. A atmosfera terrestre se estende apenas aproximadamente uns poucos acima de nós. Como podemos explicar a propagação da luz emitida pelo Sol até nós? *É a luz que é uma onda eletromagnética.*

7 – Acompanhe a explicação do professor sobre o conceito e as características de uma onda eletromagnética.

8 – Em uma tempestade, podemos notar a presença de raios e trovões. Qual deles é percebido primeiro e por quê?  
*O raios são descargas elétricas que emitem luz, que é uma onda eletromagnética, com velocidade de 3x10<sup>8</sup> m/s. Uma descarga elétrica gera o som que conhecemos como trovão, que é uma onda mecânica longitudinal, com velocidade de 340m/s. Como a velocidade da luz é bem maior que a velocidade do som, primeiro visualizamos o raios e só depois ouvimos o trovão.*

**Parte 3: Testes conceituais para a consolidação dos conteúdos usando o método de instrução pelos Colagens, usando o aplicativo Plickers – 20 minutos**

1- (LUIZ) Em qual das alternativas as radiações eletromagnéticas mencionadas encontram-se em ordem crescente de suas frequências?  
a) Luz visível, raios X e infravermelho  
b) Ondas de rádio, luz visível e raios X  
c) Raios X, infravermelho e ondas de rádio  
d) Raios gama, luz visível e micro-ondas



2- (MACKENZIE) Considere as seguintes afirmações.  
I. As ondas mecânicas não se propagam no vácuo.  
II. As ondas eletromagnéticas se propagam somente no vácuo.  
III. A luz se propaga tanto no vácuo como em meios materiais, por isso é uma onda eletromecânica. Assinale:  
a) se somente a afirmação I for verdadeira.  
b) se somente a afirmação II for verdadeira.  
c) se somente as afirmações I e II forem verdadeiras.  
d) se somente as afirmações I e III forem verdadeiras.

**Parte 4: Atividade para casa**

A figura ao lado, é uma releitura da pintura O Grito, do pintor norueguês Edvard Munch. A cena mostra alguém em desespero e combina com o estado de espírito do artista, que durante a sua vida enfrentou vários problemas psicológicos e familiares. As formas distorcidas, e a expressão do personagem revelam a dor e as dificuldades na vida, traduzindo em um grito como manifestação das emoções.  
<https://www.culturagradil.com/qual-e-o-grito-de-edvard-munch/>. O grito de um astrônomo poderia ser ouvido no espaço? Explique.

*Não. Pois o som é uma onda mecânica, e por isso não pode se propagar no vácuo. Ou seja, a propagação do som ocorre somente nos meios materiais.*

Fonte: Os autores (2022).

### 3. Resultados e Discussões

Os dados foram coletados pelo professor a partir das anotações detalhadas das atividades desenvolvidas pelos alunos, dos registros das respostas aos testes conceituais utilizando o aplicativo Plickers e das respostas da avaliação final individual. Uma análise prévia das respostas às perguntas existentes nos roteiros tem evidenciado a manifestação de conhecimentos prévios alternativos (no sentido de serem não científicos) que corroboram com os modelos mentais relatados por Fazio *et al.* (2008) e também reforçam a premissa adotada neste trabalho para a elaboração das atividades de que as concepções alternativas independem de país,

região geográfica ou condição social dos alunos (SHIPSTONE, 1984, 1988; DRIVER *et al.*, 1994, 1996; CEPNI & KELES, 2006).

Os roteiros elaborados têm se mostrado eficazes para manter o foco dos alunos e garantir que todos realizem as diversas etapas propostas. As atividades utilizando os diferentes recursos instrucionais (experimentos, vídeos, simulações) durante as aulas suscitam discussões produtivas acerca dos fenômenos e prendem a atenção de praticamente todos os alunos, até mesmo dos mais apáticos ou indiferentes. O uso destes recursos tem contribuído para que os alunos possam confirmar ou refutar suas respostas prévias, consistindo de uma oportunidade para a reflexão acerca da discrepância entre os conhecimentos iniciais equivocados e as evidências proporcionadas pelo uso destes recursos.

Os testes conceituais aplicados de acordo com o método Ipc e com auxílio da aplicativo Plickers, têm se mostrado eficientes para promover discussões entre os alunos sobre os conceitos em estudo, além de serem muito bem aceitos pela quase totalidade deles. Uma análise inicial dos resultados numéricos de 23 testes conceituais aplicados, mostrou que na primeira votação o índice médio de acertos foi de 46%. Já após a discussão entre pares seguida de nova votação, o índice de acertos subiu para 73%, sugerindo discussões de boa qualidade e aumento do entendimento dos alunos sobre os conteúdos em estudo. Com relação aos exercícios quantitativos resolvidos juntamente com os alunos, observa-se dificuldades inerentes às operações matemáticas e também relacionadas às conversões de unidades. Espera-se que estas dificuldades possam ser superadas ao longo das aulas.

A avaliação individual final constituiu-se de 3 questões quantitativas e 6 questões presentes no trabalho de Fazio *et al.* (2008), sendo 2 pertencentes ao pré-teste e 4 pertencentes ao pós-teste usado pelo autor. A análise das respostas do pós-teste objetiva comparar os resultados deste trabalho com os de Fazio *et al.* (2008), bem como apontar em que medida os alunos “caminharam” em direção a uma superação das concepções não

científicas. Para isso, a correção das questões seguiu as mesmas categorias de respostas propostas por Fazio *et al.* (2008).

Tabela 1 — Apresenta o enunciado da questão 1, as categorias de respostas propostas por Fazio *et al.* (2008) e os percentuais de respostas do autor e da presente pesquisa.

**Questão 1\*** – Considere uma vela colocada na frente de um alto-falante silencioso, conforme mostrado na figura. Nenhum vento está soprando. Se você acha que o som produzido pelo alto-falante afeta a chama, descreva como isso ocorre. Se você acha que o som não afeta a chama, explique porque isso ocorre.



Modelo*	Categorias de Respostas*	Este trabalho †	Fazio
1 - Sem movimento	A chama permanece parada, alto-falante não “faz vento”. A chama mantém sua posição para cima.	74%	7%
2 - Movimento para frente	A chama é empurrada para frente por ondas sonoras. A chama se inclina para frente, empurrada pelo som. A chama se extingue.	22%	35%
3 - Oscilação	A chama é empurrada para frente e para trás pelo alto-falante. A chama oscila para frente e para trás devido ao movimento das moléculas de ar ao seu redor.	0%	58%
Em branco	---	4%	0%

Fonte: \*Fazio *et al.* (2008), †autores.

Na Tabela 1 acima, inicialmente é apresentado o enunciado da questão 1. As concepções alternativas 1, 2 e 3, citadas na seção 2 deste artigo, estão relacionadas à tentativa dos alunos em explicar situações análogas a esta. O conteúdo da primeira coluna apresenta os modelos mentais dos alunos propostos por Fazio e colaboradores (2008) e o conteúdo da segunda coluna apresenta as respectivas categorias de respostas. Os modelos de 1 a 3 representam concepções começando das mais equivocadas em direção a um modelo científico para a explicação do problema.

Nota-se que, mesmo após a instrução, os estudantes participantes deste estudo não foram capazes de explicar o mecanismo de propagação do som no ar de forma científica. Os resultados sugerem que eles não foram capazes de hipotetizar que deve ocorrer um movimento oscilatório das moléculas de ar devido a passagem de uma onda sonora. A resistência destas concepções corroboram resultados já relatados na literatura (SHIPSTONE, 1984, 1988; DRIVER *et al.*, 1994, 1996; CEPNI

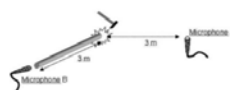


& KELES, 2006). Por outro lado, os alunos de Fazio *et al.* (2008) apresentaram um percentual de respostas aceitas do ponto de vista da ciência de aproximadamente 58%, sugerindo a necessidade de melhorias e ajustes no presente Produto Educacional de modo a contribuir mais efetivamente para a compreensão correta deste fenômeno.

A leitura das demais Tabelas (2, 3 e 4) é feita da mesma forma que foi apresentado para a Tabela 1 acima. As concepções alternativas 4 e 5, citadas na seção 2 deste artigo, estão relacionadas à tentativa dos alunos em explicar questões análogas à apresentada na Tabela 2 abaixo.

Tabela 2 — Apresenta o enunciado da questão 2, as categorias de respostas propostas por Fazio *et al.* (2008) e os percentuais de respostas do autor e da presente pesquisa.

**Questão 2\*** – Uma haste de 3 metros de comprimento é fixada de modo bem firme na mesa de um laboratório. A haste é atingida por meio de um martelo pesado. O som produzido é detectado por dois microfones, A e B, colocados como na figura. Ambos os microfones detectarão o som ao mesmo tempo ou um deles detectará o som primeiro? Explique sua resposta.



Modelo*	Categorias de Respostas*	Este trabalho ↑	Fazio
1 - Sem propagação	O pulso atinge os dois microfones no mesmo instante porque o som se propaga apenas pelo ar. Como a distância é a mesma, o som chega aos dois microfones no mesmo instante. O pulso atinge o microfone B primeiro. A haste vibra como um todo. O microfone B está mais próximo da extremidade da haste.	4%	28%
2 – Maior densidade dificulta a propagação	O pulso atinge o microfone A primeiro. A haste metálica é muito mais densa que o ar e, portanto, oferece uma obstrução física maior.	5%	36%
3 - Partículas mais próximas significa propagação mais rápida	O pulso atinge o microfone B primeiro porque as partículas nos metais estão mais próximas. Então, o som é melhor propagado. O pulso atinge o microfone B primeiro. Na verdade, é melhor transferir de uma partícula para outra se elas estiverem mais próximas uma da outra.	39%	30%
4 - Propriedades elásticas	O pulso atinge primeiro o microfone B devido à maior elasticidade da haste metálica em relação ao ar. O pulso atinge o microfone B primeiro porque o metal é mais rígido que o ar e o som é melhor propagado.	0%	6%
Em branco	----	13%	0%

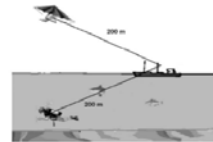
Fonte: \*Fazio *et al.* (2008), +autores.

Nota-se que apenas 6% dos alunos de Fazio e colaboradores (2008) foram capazes de fornecer explicações científicas sobre a dependência da velocidade de uma onda com propriedades elásticas e de densidade de um meio. No presente trabalho, nenhum aluno foi capaz de apresentar uma explicação cientificamente aceita. Um percentual de respostas mais alto, no modelo mental 3 da Tabela 2, sugere que boa parcela dos alunos parece ter começado a compreender a dependência da velocidade com as propriedades do meio.

As concepções alternativas 4 e 5, citadas na seção 2 deste artigo, também estão relacionadas à tentativa dos alunos em explicar questões análogas à apresentada na Tabela 3 abaixo.

Tabela 3 — Apresenta o enunciado da questão 3, as categorias de respostas propostas por Fazio *et al.* (2008) e os percentuais de respostas do autor e da presente pesquisa.

**Questão 3\*** – A figura, mostra um navio parado no mar. Num dado instante a sirene do navio começa a emitir um sinal sonoro. No mesmo instante um mergulhador e um homem voando em uma asa-delta estão na mesma distância do aparelho acústico que emite o som. Quem ouve o som da sirene primeiro, o mergulhador ou o homem na asa-delta? Explique sua resposta.



Modelo*	Categorias de Respostas*	Este trabalho †	Fazio
Meio passivo	O homem na asa delta, porque a obstrução nas ondas sonoras é maior na água e o som se propaga de forma mais eficiente no ar.	9%	18%
Partículas mais próximas significam propagação mais rápida	O mergulhador porque: as moléculas de água causam uma propagação mais rápida do que as moléculas de ar, pois estão mais próximas umas das outras; as moléculas líquidas ocupam um volume bem definido, portanto, as colisões entre elas são mais prováveis de acontecer, assim como a transferência de vibração; as partículas de matéria no estado líquido estão mais próximas do que partículas de gases.	91%	30%
Propriedades elásticas	O mergulhador, porque a água é menos compressível que o ar. Então o som é melhor propagado.	0%	25%
Tanto propriedades elásticas quanto inerciais	O mergulhador, porque a velocidade do som é regulada pela relação elasticidade/densidade. Esta proporção é maior na água do que no ar. O mergulhador, porque a água é mais parecida com os sólidos do que com o ar.	0%	27%

Fonte: \*Fazio *et al.* (2008), †autores.

Embora a questão 3 seja um pouco diferente da situação discutida na questão 2, pode-se perceber que a grande maioria dos estudantes reforçou o que foi discutido na questão anterior sobre a dependência da velocidade com as propriedades do meio. Mais uma vez, não foram capazes de fornecer uma explicação científica adequada sobre porque isso ocorre. Esta questão deve ser aprofundada no sentido de compreender quais ajustes e melhorias devem ser implementadas nas atividades propostas no Produto Educacional sobre estes conceitos.

Por fim, a concepção alternativa 6, citada na seção 2 deste artigo, está relacionada à tentativa dos alunos em explicar questões análogas à apresentada na Tabela 4 abaixo.

Tabela 4 — Apresenta o enunciado da questão 4, as categorias de respostas propostas por Fazio *et al.* (2008) e os percentuais de respostas do autor e da presente pesquisa.

**Questão 4\*** – João e Paulo estão a 100 metros um do outro e gritam “Ei!” um ao outro no mesmo instante. João grita mais alto que Paulo. Paulo ouvirá João primeiro? Explique sua resposta.

Modelo*	Categorias de Respostas*	Este trabalho †	Fazio
Propriedades de sinal	Sim, porque quanto mais alto o som, mais rápido ele viaja	48%	22%
	Sim, porque o som mais alto tem mais energia		
Propriedades do meio de propagação	Sim, porque sons mais altos viajam mais rapidamente	43%	78%
	Não, pois a velocidade de propagação do som não depende da intensidade do sinal		
Não respondeu	Não, porque a velocidade do som é sempre a mesma no ar. ----	9	0

Fonte: \*Fazio *et al.* (2008), †autores.

Os resultados sugerem que quase a metade dos alunos respondentes compreendem como a propagação do som depende das propriedades do meio, sugerindo uma maior eficiência das atividades do Produto Educacional na compreensão deste conceito. No entanto, este percentual é bem menor que os encontrados por Fazio *et al.* (2008), que foi de 78%.

A análise completa dos demais dados coletados ao longo da aplicação deste Produto Educacional estará disponível na dissertação do autor.

## 4. Considerações Finais

O objetivo principal do trabalho foi relatar o desenvolvimento, aplicação e avaliação de atividades para o ensino de conceitos introdutórios de ondulatória para alunos de Ensino Médio, tendo como base os pressupostos teóricos da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003) e Moreira (2016), visando a melhoria da qualidade da aprendizagem dos estudantes.

Ao longo das aulas aplicadas, os roteiros se mostraram eficientes para manter o foco dos alunos na realização das atividades e para suscitar discussões e reflexões produtivas acerca dos fenômenos abordados a partir dos diferentes recursos instrucionais utilizados. Os testes conceituais foram capazes de promover discussões de boa qualidade entre os estudantes e são muito bem aceitos pela quase totalidade deles. Embora todos os esforços empreendidos (uso de experimentos, vídeos, simuladores, testes conceituais, atividades para casa, entre outros) na elaboração e aplicação deste Produto Educacional, os resultados da avaliação final apontam que muitas concepções alternativas mapeadas por Fazio *et al.* (2008) ainda continuam presentes nos alunos pós instrução. Sugerem também a necessidade de ajustes nas tarefas e atividades, dado que a proposta desenvolvida por Fazio *et al.* (2008) apresentou percentuais de respostas científicas mais elevados do que o presente trabalho. Foram constatadas também dificuldades inerentes à resolução de problemas quantitativos que necessitam de conhecimentos de operações matemáticas básicas.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001. Agradecemos também aos alunos participantes deste estudo, a todos os funcionários da escola EEEFM Professora Hosana

Sales e principalmente ao professor Cassiano Ricardo Zoppé Mardegan pela ajuda e parceria na aplicação do Produto Educacional.

## Referências

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, 17 abr. 2013. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2013v30n2p362>.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos**: Uma Perspectiva Cognitiva. Portugal: Paralelo Editora, 2003.

CEPNI, S.; KELES, E. Turkish students conceptions about the simple electric circuits. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 4, p.269-291, 2006.

DRIVER, R.; SQUIRES, A.; RUSHWORTH, P.; ROBINSON, V. **Making sense of secondary science**. Loudon: Routledge, (1ed), 1994.

FAZIO, C.; GUASTELLA, I.; SPERANDEO-MINEO, R.M.; TARANTINO, G. Modelling Mechanical Wave Propagation: Guidelines and experimentation of a teaching-learning sequence. **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 11, p. 1491-1530, 3 set. 2008. <https://doi.org/10.1080/09500690802234017>.

GASPAR A. **Atividades experimentais no ensino de física**: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski. Editora Livraria da Física. São Paulo — SP. 2014.

MOREIRA, M. A. **A Teoria da Aprendizagem Significativa**. Porto Alegre, 2016.

SEDU (Espírito Santo). **Orientações Curriculares 2022**. Ensino Médio 2º trimestre. Disponível em: <<https://curriculo.sedu.es.gov.br/curriculo/wp-content/uploads/2022/03/FISICA-EM-2%C2%B0-TRIM-2022.pdf>>. Acesso em 25 de outubro. 2022.

SHIPSTONE, D. M. A study of children's of understanding of eletricity in simple D.C. circuits. **European Journal of Science Education**, v. 6, p.185-198, 1984.

SHIPSTONE, D.M. Pupils understanding of simple electrical circuits. **Physics Education**, v.23, p 92-96, 1988.

VYGOTSKY, L. (1987). **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes. 1ª Ed. Brasileira. 135p.

**ENSINO DE FÍSICA PARA A PRIMEIRA SÉRIE DO NOVO ENSINO  
MÉDIO POR MEIO DE WEBQUEST**  
*PHYSICS TEACHING FOR THE FIRST GRADE OF THE NEW HIGH SCHOOL  
THROUGH WEBQUEST*

*Bruna Cristina Oliveira Loureiro<sup>1</sup>, Marcelo Castanheira da Silva<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (MPECIM), Universidade Federal do Acre (UFAC), brunaloureiro23@gmail.com.

<sup>2</sup> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Federal do Acre (UFAC), marcelo.silva@ufac.br.

## **Introdução**

Esse trabalho usou a metodologia de pesquisa orientada WebQuest, onde foram produzidos Objetos de Aprendizagem para ser aplicados na disciplina de Física para a 1ª Série do Novo Ensino Médio. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) levou a implementação de um novo modelo de ensino no Acre, o Novo Ensino Médio, logo houve mudanças nos objetivos, currículo e a carga horária das disciplinas. Na 1ª Série do Ensino Médio houve uma redução na carga horária das disciplinas da área das Ciências da Natureza, a Física que antes contava com 2 horas aula semanais passou a ter uma hora semanal.

A pesquisa desenvolvida, no presente trabalho, aplicou a WebQuest para explicar o objeto de conhecimento “conceito de energia para a Física:

Clássica, Quântica e Relativística” da 1ª Série do Novo Ensino Médio da disciplina de Física.

## **1. Fundamentação Teórica**

Nessa parte será visto as discussões sobre a reforma na educação, impulsionada pelo Novo Ensino Médio, o Ensino de Física, a utilização da Neurociência para auxiliar no processo de aprendizagem dos alunos e características da *WebQuest*.

### **1.1. Reforma na Educação: o Novo Ensino Médio**

A educação básica ao longo do tempo foi embasada por documentos norteadores e leis, entre eles estão a LDB, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN). A BNCC vem para integrar esses documentos e servir de orientação para esse novo momento da educação básica (MARSIGLIA *et al.*, 2017).

Rigue e Amestoy (2020, p. 98) definem a BNCC como “um documento de caráter normativo e orientador que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos precisam desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica”. A Reforma do Ensino Médio poderá seguir dois caminhos: (1º) o aluno teria a liberdade de escolher o itinerário formativo e construir o projeto de vida desde o Ensino Médio; (2º) o enfoque seria direcionado pelas avaliações externas e formação para o mercado de trabalho.

### **1.2. O Ensino de Física**

Para que os alunos possam aprender Física, de jeito mais prazeroso, é preciso que seja contextualizada. Isso pode ser proporcionado por meio de metodologias que levem em consideração as tecnologias disponíveis, ajudando a compreensão de fenômenos como a ação da gravidade e conceitos básicos de Física Contemporânea. A metodologia de pesquisa



orientada WebQuest pode favorecer o ensino de Física, considerando que os alunos estão inseridos num ambiente digital, favorecendo a aplicação de tal método.

### **1.3. Neurociência aplicada na aprendizagem**

A Neurociência é a área responsável por reunir informações sobre o cérebro, apresentando sua estrutura, seu funcionamento e como há a vinculação entre o cérebro e a maneira como o ser humano se expressa tanto de forma intelectual como também comportamental (MIGLIORI, 2013). A aprendizagem é responsável pelo desenvolvimento de competências e habilidades. O esclarecimento de como isso ocorre não é trivial e a Neurociência tem condições para ajudar nesse processo.

### **1.4. Webquest como recurso didático no ensino de Física**

A internet está repleta de informações as quais, muitas vezes, não estão de acordo com o conhecimento científico e os alunos poderão enfrentar dificuldades para encontrar fontes confiáveis. O professor poderá fazer o filtro de tais fontes e, desse modo, empregar a metodologia de pesquisa orientada WebQuest (DODGE, 1995). Dodge (1995, p. 1) define a WebQuest como “uma investigação orientada na qual algumas ou todas as informações com as quais os aprendizes interagem são originadas de recursos da Internet”. Nesse trabalho, os endereços eletrônicos empregados na WebQuest foram cuidadosamente escolhidos pelos autores de modo a reproduzirem informações fidedignas, ao longo da aplicação também foi discutido com os estudantes a relevância de se buscar fontes confiáveis em pesquisas na internet.

## **2. Métodos e Materiais**

O objetivo foi desenvolver e avaliar o objeto de aprendizagem “conceito de energia para a Física: Clássica, Quântica e Relativística”, no formato

WebQuest, adaptado ao currículo da 1ª Série do Ensino Médio da disciplina de Física. A pesquisa foi realizada em uma Escola Pública Estadual em Rio Branco, Acre, contando com a participação de 29 alunos de quatro turmas.

Após o emprego da WebQuest foi aplicado um questionário com cinco questões objetivas, cuja estrutura seguia o modelo: Início, Introdução, Processos, Tarefa, Avaliação, Conclusão e Créditos.

### **3. Resultados e Discussões**

A pesquisa iniciou no dia 11 de agosto de 2021, aulas foram remotas por conta da pandemia do coronavírus 2019, as aulas eram geridas por um grupo de WhatsApp da turma (1ª Série). Havia quatro turmas e participavam, em média, 30 alunos, os demais não tinham condições de participar das aulas remotas, o que justificava o elevado número de faltas. A partir de 30 de setembro de 2021 houve o retorno para as aulas presenciais, mas os alunos puderam optar por retornar ou não para a escola, em média 80 alunos voltaram para o ensino presencial. Foi solicitado que os alunos continuassem no grupo de WhatsApp, pois o envio das WebQuests e dos questionários seriam encaminhados por ele, entretanto muitos saíram do grupo ou pararam de acessar o que era enviado e, por esse motivo, foi diminuindo o número de participantes na pesquisa.


Nesse trabalho será discutido somente o objeto de conhecimento “conceito de energia para a Física: Clássica, Quântica e Relativística” (LOUREIRO, 2021a). Essa atividade ocorreu em novembro de 2022 e de forma presencial. A professora explicou o conteúdo sempre buscando a interação dos alunos, o link da *WebQuest* foi enviado no grupo do WhatsApp das turmas (LOUREIRO, 2022).

Os alunos realizaram a tarefa e entregaram como solicitado. A Figura 1 mostra parte das atividades propostas nos Processos do referido objeto de conhecimento.

Figura 1 — Algumas das atividades propostas nos Processos da WebQuest “conceito de energia para a Física: Clássica, Quântica e Relativística”.

**Conceito de energia para a física...** Início · Introdução · Processos · Tarefa · Avaliação · Conclusão · Créditos

Assista os vídeos e acesse as páginas disponíveis para poder realizar sua tarefa.




**O que é energia mecânica? - Brasil Escola**

**O que é energia mecânica?**

A página selecionada apresenta o conceito de energia para a física clássica que é a energia mecânica e as energias a ela associada: cinética e potencial.

**Observação:** na opção que trata de energia cinética a fórmula se encontra com um erro de digitação. A fórmula correta é


$$E_{cin} = m \cdot v^2 / 2$$



**Fóton: o que é, história, aplicações, como surgem e muito mais!**

**Fóton**

A página selecionada apresenta o conceito de energia para a física quântica que é a energia do fóton, aborda também o que são fótons, sua história, características e aplicações.



**Simulador - Energia na Pista de Skate: Básico**

O simulador selecionado explica o conceito de conservação da energia mecânica por meio da energia cinética ( $E_c$ ) e da energia potencial gravitacional ( $E_p$ ).

Como manipular: ao acessar o simulador clique em Iniciar, após entrará no simulador.

Em seguida escolha o que deseja visualizar:

- Gráfico rotacional (variação dos tipos de energia)
- Gráfico de barras (variação dos tipos de energia)
- Mostrar grade (altura)
- Velocidade

Pode-se modificar também:

- A massa (movimentando o cursor)
- O tipo de pista
- Se deseja observar em câmera lenta ou normal

Após é só clicar no skatista e colocá-lo na posição que desejar na pista de skate e assim observar as variações nos gráficos das energias.

**Simulador - Energia na Pista de Skate: Básico**

O simulador selecionado explica o conceito de conservação da energia mecânica por meio da energia cinética ( $E_c$ ) e da energia potencial gravitacional ( $E_p$ ).

Como manipular: ao acessar o simulador clique em Iniciar, após entrará no simulador.

Em seguida escolha o que deseja visualizar:

- Gráfico rotacional (variação dos tipos de energia)
- Gráfico de barras (variação dos tipos de energia)
- Mostrar grade (altura)
- Velocidade

Pode-se modificar também:

- A massa (movimentando o cursor)
- O tipo de pista
- Se deseja observar em câmera lenta ou normal

Após é só clicar no skatista e colocá-lo na posição que desejar na pista de skate e assim observar as variações nos gráficos das energias.



Introdução a Quântica - A Energia Quantizada

O vídeo ajuda a entender o conceito de energia quantizada, explicando o experimento da radiação do corpo negro que levou Planck a essa descoberta.

Fonte: os autores.

Em dezembro de 2021 foi enviado um questionário online com 5 questões objetivas (LOUREIRO, 2021b) e 21 alunos responderam.

A primeira questão tratava da energia mecânica, apresentava que a energia mecânica para a física clássica é definida como a capacidade que um corpo tem de realizar trabalho e solicitava a alternativa que mostrasse as duas energias que somadas resultariam nela. Aproximadamente 57% dos alunos acertaram (cinética e potencial), assim foi possível perceber que 43% dos alunos ainda possuíam dificuldade em relacionar os tipos de energia aos fenômenos em que estão relacionadas.

A segunda pergunta abordava sobre os tipos de energia potencial, apenas 48% dos alunos marcaram a alternativa correta que era gravitacional e elástica.

Na terceira questão os alunos teriam que responder qual a definição de energia para a física quântica, apenas 38% acertaram marcando a energia do fóton, aproximadamente 33% responderam que era a capacidade que um corpo tem de realizar trabalho, confundindo com a definição de energia relacionada a física clássica.

Na quarta pergunta os alunos teriam que marcar qual a definição de energia para a física relativística, somente 43% responderam que era a equivalência entre massa e energia.

A quinta questão perguntou qual físico descobriu a energia relativística, 76% dos alunos responderam corretamente marcando Albert Einstein.

Ao analisar os dados deste questionário é possível verificar a importância de buscar diversas formas de abordar os conteúdos, pois mesmo utilizando a WebQuest não foi obtido um bom resultado. É preciso observar também que o conteúdo energia é estudado pelos alunos nas séries anteriores, no entanto ao abordar o conceito de energia para outras áreas mais complexas mostrou que eles não tiveram um completo entendimento. De acordo com Simões e Nogaró (2016, p. 16) “o educador que atua em um momento histórico marcado pela globalização e pela tecnologia, consciente de seu papel como mediador no processo de aprender, necessita entender as funções como a consciência, a linguagem, as emoções, os estímulos e a aprendizagem”.

Uma possibilidade é de entrelaçar os conhecimentos da Neurociência de como ocorre o processo de aprendizagem com o fazer pedagógico, a fim de melhorar os níveis de aprendizado. Tal fato foi evidenciado por algumas questões terem tido um bom resultado na compreensão do que era proposto pelos estudantes, pois foi percebido o uso da memória, atenção e o estímulo aos sentidos, conceitos estudados pela Neurociência.

#### **4. Considerações Finais**

Diante de tantas mudanças que vem ocorrendo na sociedade e, conseqüentemente, no ensino com a implantação do Novo Ensino Médio, questionar se os objetos de aprendizagem no formato WebQuest são eficientes como recursos didáticos na aprendizagem de conteúdos conceituais de Física da 1ª Série do Ensino Médio foi o que fez surgir essa pesquisa, pois é necessário a criação e implementação de recursos que sejam condizentes com a realidade dos alunos que são designados como nativos digitais.

A aplicação da WebQuest sobre o objeto de conhecimento “conceito de energia para a Física: Clássica, Quântica e Relativística” gera uma alternativa de ensino que promove o uso inteligente da Internet, contribuindo para a alfabetização científica e incentiva o protagonismo

dos estudantes, apesar dos resultados verificados na aplicação do questionário. O trabalho aponta novas possibilidades de pesquisa como usar os conhecimentos da Neurociência para entender como funciona o mecanismo de aprendizado dos estudantes.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001.

## Referências

DODGE, B. **Some Thoughts About WebQuests**, San Diego, 1995. Disponível em: [https://webquest.org/sdsu/about\\_webquests.html](https://webquest.org/sdsu/about_webquests.html). Acesso em: 16 out. 2021.

LOUREIRO, B. C. O. **Conceito de energia para a física: clássica, quântica e relativística**. 2021a. Disponível em: <https://sites.google.com/view/conceito-de-energia-para-a-fsi/in%C3%ADcio>. Acesso em: 16 out. 2022.

LOUREIRO, B. C. O. **Questionário: objetos de aprendizagem em formato WebQuest no ensino de conteúdos de Física da 1ª série do ensino médio**. 2021b. Disponível em: [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfelluiNl9gocdpdaYFm\\_kq4VNvTJjAZEQRuFSz5Vm9DoKOrQ/viewform](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfelluiNl9gocdpdaYFm_kq4VNvTJjAZEQRuFSz5Vm9DoKOrQ/viewform). Acesso em: 16 out. 2022.

MARSIGLIA, A. C. G.; PINA, L. D.; MACHADO, V. de O.; LIMA, M. A Base Nacional Comum Curricular: um novo episódio de esvaziamento da escola no Brasil. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, Salvador, v. 9, n. 1, p. 107-121, 2017.

MIGLIORI, R. **Neurociências e Educação**. São Paulo, Brasil Sustentável Editora, 2013.

RIGUE, F. M.; AMESTOY, M. B. **A Cultura no Ensino de Ciências da Natureza: um olhar para os PCNS e a BNCC**, Criciúma, 2020.





**ANÁLISE DE DIÁLOGOS INTERCULTURAIS ENTRE FÍSICA E  
CONHECIMENTOS LOCAIS EM AULAS DA EDUCAÇÃO DO CAMPO**  
*ANALYSIS OF INTERCULTURAL DIALOGUES BETWEEN PHYSICS AND  
LOCAL KNOWLEDGE IN RURAL EDUCATION CLASSES*

*Nathan Carvalho Pinheiro*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculdade UnB de Planaltina (FUP), Universidade de Brasília (UnB), nathancp@unb.br.

## **Introdução**

Aprender é conseguir se conectar com um novo conhecimento. Muitas das abordagens em psicologia da aprendizagem e em educação concordariam com essa afirmação geral, embora certamente descreveriam em termos diferentes esse processo (por exemplo, assimilação de uma experiência nova na estrutura cognitiva, internalização da cultura, etc). Em particular, a que ficou conhecida como abordagem intercultural ou interculturalidade entende o aprendizado como resultado de um encontro entre culturas ou, melhor dito, o encontro entre um sujeito aprendiz que, como todos nós, vive imerso em uma cultura que lhe é familiar, com uma cultura que lhe traz coisas novas. No ensino de Física, a abordagem intercultural pensa a Física como cultura, seguindo a boa tradição em que Zanetic (1990) foi um dos pioneiros, e procura promover encontros produtivos dos sujeitos com ela, evitando traumas e outras situações que possam gerar resistências e ajudando os sujeitos a se apropriar dela.

Se trata de uma abordagem produtiva para pensar o aprendizado em geral, mas mais interessante ainda quando há uma diferença cultural significativa entre professor e aluno, ou entre formuladores de materiais de ensino e seu público. Isso porque nessas situações as diferenças culturais se tornam mais relevantes e, se o professor não estiver ciente delas, não vai entender as dificuldades de assimilação da cultura física por parte dos estudantes. Essa é uma situação muito comum na Educação do Campo, ou seja, na educação voltada para os “agricultores familiares, os extrativistas, os pescadores artesanais, os ribeirinhos, os assentados e acampados da reforma agrária, os trabalhadores assalariados rurais, os quilombolas, os caiçaras, os povos da floresta, os caboclos e outros que produzam suas condições materiais de existência a partir do trabalho no meio rural” (BRASIL, 2010). Não raro, professores de Física têm pouca familiaridade com essas populações e, portanto, têm dificuldade em identificar como a cultura científica pode dialogar com seus códigos culturais. É muito importante, portanto, a pesquisa em Ensino de Física que subsidie esse tipo trabalho, apontando possíveis pontes entre conteúdos específicos de Física e a cultura de povos do campo.

Este trabalho se propõe a contribuir nesse sentido, analisando algumas aulas de ótica, ondulatória, acústica e eletromagnetismo ocorridas na Licenciatura em Educação do Campo da UnB em 2021. Trata-se de um curso de graduação voltado à formação de professores para atuarem em Escolas do Campo no Ensino Médio e nos anos finais do Ensino Fundamental, a exemplo de cursos similares que funcionam em diversas universidades do país. Nas aulas analisadas, os estudantes eram majoritariamente sujeitos do campo, o professor tinha formação em Física e é autor deste trabalho e houve participação de convidados escolhidos para ajudar a estabelecer as pontes almejadas entre Física e a cultura das comunidades dos estudantes. A análise teve como objetivo identificar quais pontes se conseguiu estabelecer, suas características gerais, para assim apontar um repertório de caminhos possíveis para professores

interessados em promover um diálogo intercultural frutífero no ensino de Física na Educação do Campo.

## 1. Fundamentação Teórica

É um marco na consolidação da abordagem intercultural no ensino de ciências o artigo paradigmático de Aikenhead (1996), em que discute o aprendizado de ciências pela metáfora da travessia de fronteiras. Na formulação do autor, aprender ciências é, em muitos sentidos, como se familiarizar com uma cultura estrangeira, aprender a se virar em outro país. Envolve, portanto, aprender outra língua, outras formas de pensar, outros padrões sobre formas certas ou erradas de responder a uma pergunta ou investigar um assunto, entre outros. Dependendo das referências culturais do sujeito essa travessia pode ser mais fácil ou mais difícil, mais harmônica ou mais conflituosa. Assim como para um brasileiro será mais fácil, na maioria dos casos, se adaptar culturalmente a outro país da América Latina do que a um país geográfica e culturalmente distante como o Japão, para um estudante que em suas vivências já tem algum contato com a cultura científica (por exemplo no vocabulário que é usado em sua casa ou nas produções culturais que consome, na familiaridade com raciocínio matemático ou abstração, etc) deve ter mais facilidade em se apropriar de conhecimentos de Física do que outro que não tenha essas referências.

Hoje em dia já há certa diversidade de estudos com propostas de estratégias didáticas baseadas em abordagem intercultural em diferentes áreas das Ciências da Natureza (BAPTISTA, 2021) e há autores que têm se dedicado a formulações teóricas sobre as especificidades dos diálogos interculturais quando as Ciências da Natureza estão envolvidas (EL-HANI *et al.*, 2022; CREPALDE *et al.*, 2019). Porém quando buscamos trabalhos discutindo como ensinar tópicos específicos de Física em contextos do campo encontramos poucos (HALMENSCHLAGER *et al.*, 2017), especialmente com abordagem intercultural.

No artigo citado de Aikenhead aparece também a metáfora das “pontes para a subcultura da ciência” (1996, p. 33), que parecem ainda mais adequadas ao caso que queremos discutir aqui. Por isso, o conceito de pontes é central nessa pesquisa. Um professor que, atuando em uma escola do campo, pretenda dialogar com a cultura de seus estudantes encontrará pouquíssimas referências de iniciativas nesse sentido, seja enquanto material didático, seja como pesquisa em ensino. Como um rio sem ponte, ainda falta construir o caminho para essa travessia de fronteira. Para isso é necessário um trabalho de engenharia, identificar em quais pontos do rio a construção é possível, em quais pontos as margens estão mais próximas e há terreno firme para apoio nos dois lados (na Física e nos conhecimentos locais).

Entendemos aqui essas pontes em um sentido bem amplo, como qualquer elemento capaz de conectar culturas, no caso a cultura científica e a cultura dos estudantes. Podem ser conceitos-ponte, que de alguma forma aproximem ou facilitem uma tradução entre as culturas. Podem ser sujeitos-ponte, que sejam familiares com ambas culturas e, por isso, dialoguem bem com ambas. Podem ainda ser exemplos ou aplicações-ponte, que possam ser entendidos de ambas culturas e, por isso, possam servir de base para o diálogo. E podem, mais provavelmente, ser uma combinação de tudo isso, já que a cultura é um fenômeno complexo que envolve tudo isso: linguagem, subjetividades, vivências, repertório de informações, etc.

Nesse trabalho exploramos algumas dessas pontes que se manifestaram em um conjunto de aulas. Como mencionado, foram aulas planejadas justamente com esse fim, que serviram como ocasião de encontro entre um professor de Física com trajetória na Educação do Campo, estudantes de diferentes comunidades camponesas e convidados escolhidos para ajudar na construção de pontes entre esses mundos. Ao buscar contribuições sobre possibilidades de construção de pontes na análise de um conjunto de aulas, estamos partindo do princípio que uma aula não é apenas um espaço de reprodução/transmissão de

conhecimentos por parte do professor, mas pode ser também um espaço de produção de conhecimentos fruto do encontro de sujeitos (professor, estudantes e, nesse caso, convidados) que ali acontece.

## 2. Métodos e Materiais

Analizamos um conjunto de 10 aulas virtuais, que foram parte de 2 componentes curriculares de Física da Licenciatura em Educação do Campo da UnB: “luz, ondas e a vida no campo” e “eletromagnetismo e a vida no campo”. Abrangiam, portanto, conteúdos de ondulatória, acústica, ótica e eletromagnetismo. As aulas foram lecionadas no ano de 2021 em dois semestres consecutivos, e estão todas disponíveis no endereço <https://www.youtube.com/@fisicampo>.

Algumas especificidades dessas aulas fazem delas ideais para a análise que aqui pretendemos. Em primeiro lugar, não foram aulas ordinárias, mas encontros temáticos, com participação de convidados e em formato similar ao de uma mesa redonda, que receberam o nome de *aulas abertas*. Assim, enquanto o aprofundamento em conceitos de Física era feito em outras aulas ao longo do semestre, o objetivo dessas aulas abertas era justamente explorar a relação (pontes) entre conceitos de Física e situações vivenciadas em comunidades do campo. Os convidados foram escolhidos pela sua possibilidade de contribuir para esse objetivo, sendo na maioria das vezes moradores de comunidades onde residiam os estudantes da turma ou tendo atuado em projetos que se desenvolveram nesses territórios. Em alguns casos os próprios estudantes da turma indicaram participantes a serem convidados para contribuir com cada tema a partir de um levantamento feito no início do semestre. Em segundo lugar, essas aulas se desenvolveram enquanto a Universidade de Brasília estava em Ensino Remoto Emergencial, por conta da pandemia de COVID-19. Assim, todas as interações nas aulas abertas foram virtuais e registradas em gravação, o que facilitou a análise posterior.

O conjunto das aulas abertas é bastante diverso em vários aspectos: na quantidade de convidados e estudantes presentes, na duração, na qualidade da conexão, etc. Dificuldades técnicas próprias de territórios rurais afetaram parte das aulas, resultando por vezes na ausência de convidados, na baixa participação de estudantes ou em comunicação truncada. Optamos por considerá-las todas na análise, pressupondo que mesmo as aulas em que houve dificuldades podiam revelar possibilidades de construção de pontes.

Para a análise, fizemos um processo de categorização inspirado na discussão metodológica de Bardin (2004), buscando nas aulas quais estratégias o grupo (professor, convidados e estudantes) adotaram para construir pontes entre conhecimentos de Física e conhecimentos locais. A categorização se deu em diferentes dimensões de análise, cujos nomes estão destacados em negrito na sessão de resultados a seguir. Uma tabela completa com o resultado do nosso processo de categorização pode ser consultada em <https://sites.google.com/view/fisicanaeducaodocampo/dados/aulasabertas>. O objetivo da análise do resultado da categorização que descrevemos a seguir é exploratório, pretendemos destacar a diversidade de possíveis caminhos na construção de pontes de forma que possam inspirar ou servir de subsídio a iniciativas semelhantes, com as necessárias adaptações a cada contexto particular.

### 3. Resultados e Discussões

O Quadro 1 mostra o início do processo de análise e permite uma visão geral das aulas abertas. Nele são mencionados os 10 encontros virtuais na ordem cronológica em que ocorreram, sendo cada um identificado por um número, que será utilizado como referência para identificação deles neste texto. Também aparecem na tabela 3 dimensões de análise: os **conhecimentos de Física**, ou seja, quais conteúdos de Física estavam relacionados com cada aula; os **conhecimentos locais**, isso é, com quais

elementos da vida da comunidade (vivências, práticas, técnicas, conceitos, etc.) os conhecimentos de Física foram relacionados; e as **pontes**, isso é, quais ações ou discussões foram apresentadas ou realizadas no próprio encontro para conectar os conhecimentos de Física com os conhecimentos locais.

Quadro 1 — Aulas Abertas de Física para a Educação do Campo.

n°	Endereço eletrônico	Conhecimentos de Física	Ponte	Conhecimentos locais
1	<a href="https://youtu.be/2hfa53uYOjk">https://youtu.be/2hfa53uYOjk</a>	Acústica	Construção de acervo sonoro das comunidades	Sons do campo
2	<a href="https://youtu.be/kiu_nxBegO4">https://youtu.be/kiu_nxBegO4</a>	Propagação de ondas eletromagnéticas	Projeto de instalação da internet	Internet comunitária em comunidade quilombola
3	<a href="https://youtu.be/QwxhFfaVe54">https://youtu.be/QwxhFfaVe54</a>	Física das cores	Materiais de ensino sobre tecelagem e tinturaria	Tecelagem e tinturaria artesanal
4	<a href="https://youtu.be/RhOmETj5s8E">https://youtu.be/RhOmETj5s8E</a>	Astronomia e astrofísica	Atividades de observação	O céu noturno do campo
5	<a href="https://youtu.be/Pkq6HnxtVol">https://youtu.be/Pkq6HnxtVol</a>	Ótica	Cordéis sobre ótica	Literatura de cordel
6	<a href="https://youtu.be/EB7VdK_X36o">https://youtu.be/EB7VdK_X36o</a>	Circuitos elétricos	Políticas públicas de acesso à energia elétrica; Redes elétricas no campo.	Rede elétrica no meio rural
7	<a href="https://youtu.be/bVWiN9CoQXo">https://youtu.be/bVWiN9CoQXo</a>	Resistores e indução eletromagnética	Demonstração experimental de circuito de chuveiro; gambiarras mapeadas em comunidade	Troca de resistência de chuveiro; gambiarras elétricas na comunidade
8	<a href="https://youtu.be/jbp_U7L41Al">https://youtu.be/jbp_U7L41Al</a>	Circuitos elétricos	Entrevista com eletricista local; Exposição sobre circuitos residenciais	Instalação elétrica de uma casa
9	<a href="https://youtu.be/O4P5yp2ExFY">https://youtu.be/O4P5yp2ExFY</a>	Indução eletromagnética	Projetos de geração local de energia elétrica	Geradores de energia elétrica instalados em comunidades
10	<a href="https://youtu.be/kULumzX_jwQ">https://youtu.be/kULumzX_jwQ</a>	Propagação de ondas eletromagnéticas	Instalação de internet comunitária	Internet comunitária em comunidade quilombola

Fonte: elaboração própria (2022).

Como mencionado, ocorreram nesses encontros dificuldades técnicas próprias da comunicação virtual em territórios rurais. Para lidar com esse problema, adotou-se em muitos deles formas de comunicação assíncrona. Por exemplo, em um dos encontros um eletricitista de uma das comunidades enviou previamente vídeos falando sobre seu trabalho (encontro 8), em outro um cantador de outra comunidade mandou um vídeo com um exemplo de poesia popular (5). Essa se mostrou uma estratégia importante para trazer a voz das comunidades do campo mesmo quando haviam dificuldades materiais para a sua participação, condição necessária para um diálogo intercultural com elas.

Por si só, o Quadro 1 já é uma ferramenta útil para iniciativas de ensino de Física na Educação do Campo com abordagem intercultural, ao trazer exemplos de temas relacionados ao contexto de comunidades do campo que podem servir para a construção de pontes com a Física. Porém a análise de outras dimensões dessas aulas dá indicações adicionais a professores de onde podem buscar a possibilidade de construção de pontes. Além de serem diversas nos temas que trataram, as aulas também variaram em como tais temas se conectam com os contextos locais, na sua dinâmica e nas referências em que se fundamentaram. Em suma, em diversas dimensões de análise adicionais que serão discutidas nos próximos parágrafos.

### **3.1. Relação dos temas com os conhecimentos locais**

Em relação ao **vínculo dos temas com as comunidades**, observamos que alguns se referem a práticas e conhecimentos que provavelmente já fazem parte da vida das comunidades há muito tempo. Nesse sentido são endógenos, próprios dessas comunidades. Em alguns casos isso ocorre porque se trata de traços culturais que são passados de geração para geração e podem, por conta disso, ser chamados de conhecimentos tradicionais. É o caso das técnicas de produção e tingimento artesanal de tecidos entre comunidades quilombolas kalungas (3), ou da literatura de cordel em um assentamento onde parte dos moradores vêm do Nordeste



(5). Em outros casos, o tema é presente porque faz parte da vivência do território, está relacionado com características do ambiente natural ou da infraestrutura locais. Por exemplo, a paisagem sonora de uma localidade rural, o seu céu noturno ou as características das redes de distribuição de energia elétrica nesses territórios devem ser familiares às pessoas que moram neles e foram temas de algumas dessas aulas (1, 4 e 6 respectivamente).

Um outro conjunto de temas estão relacionados a conhecimentos e práticas que foram incorporados à vida das comunidades mais recentemente, seja vindos de fora, seja desenvolvidos na própria comunidade. Em muitos casos essa incorporação ocorreu por conta de processos históricos recentes, como ampliação de acesso a produtos industrializados, chegada de novas tecnologias, entre outras mudanças socioeconômicas. Por exemplo, o conhecimento sobre como trocar a resistência de um chuveiro queimado (7) ou como fazer a instalação elétrica de uma casa (8) não são conhecimentos tradicionais das comunidades, porém estão presentes nelas, principalmente através de alguns sujeitos que são referência nas comunidades nesses assuntos. Portanto também podem servir para a construção de pontes com os conhecimentos científicos. Há também exemplos de temas relacionados a conhecimentos que foram adquiridos pelas comunidades por outras iniciativas anteriores que trabalharam na construção de pontes interculturais, como projetos de universidades ou grupos de ativistas. É o caso da instalação de redes de internet comunitária com apoio da Rede Mocambos (2 e 10) ou de micro centrais hidroelétricas (9) com apoio da UnB.

### **3.2. Abrangência dos vínculos estabelecidos**

O debate sobre o tema-ponte de cada encontro também passou por diferentes níveis de **abrangência dos vínculos** estabelecidos. Em alguns encontros foram estabelecidos principalmente vínculos entre conhecimento científico e a realidade imediata dos sujeitos do campo,

seu cotidiano, suas vivências circunscritas ao seu território. Em outros casos, chegou-se a vínculo com o contexto socioeconômico e cultural amplo em que o sujeito está inserido, com discussões abrangentes que vão além dos limites da comunidade, por vezes adentrando em aspectos históricos e políticos relacionados ao tema discutido. São exemplos da primeira situação os encontros onde foram discutidas a instalação elétrica de uma casa (8), o circuito de um chuveiro elétrico ou gambiarras (no sentido de artefatos elétricos caseiros) encontradas em um assentamento (7). É um exemplo de conexões abrangentes as que foram estabelecidas no encontro sobre acesso à energia elétrica (6), em que conceitos básicos de eletromagnetismo foram trabalhados de forma integrada à discussão sobre políticas públicas no setor. Houve também encontros em que, embora focassem em temas do cotidiano das comunidades, foi possível explorar a relação deles com contextos sociais e históricos. Esse foi o caso do encontro em que a discussão sobre a paisagem sonora em comunidades do campo (1) levou a um debate sobre urbanização, relação campo-cidade e história e memória nas comunidades onde foi desenvolvido o projeto. Foi também o caso do encontro em que a discussão sobre a rede de internet comunitária instalada na comunidade de alguns estudantes da turma (2) levou a uma discussão sobre acesso à informação e autonomia da comunidade.

### **3.3. Referências que contribuiram para a construção de pontes**

Muitas das pontes estabelecidas nos encontros se basearam em experiências anteriores dos convidados. A natureza dessas experiências é representativa de onde se pode buscar fundamentação para trabalhos desse tipo. Houve, por exemplo, pontes fundamentadas na própria literatura da pesquisa em ensino de ciências, como é o caso da aula 3, que fez referência a diferentes projetos de ensino de ciências que tomaram como tema a tecelagem e tinturaria artesanal (GONDIM; MÓL, 2008; CUNHA, 2021); ou da aula 5, que foi inspirada em um produto de

um Mestrado Profissional em Ensino de Física que resultou em livretos de cordel voltados ao ensino de ótica (ARAÚJO, 2029).

Houve ainda pontes fundamentadas em trabalhos em outras áreas. Por exemplo, as aulas que discutiram políticas de acesso à energia elétrica e geração local de energia foram fundamentadas em trabalhos da engenharia elétrica (ELS *et al.*, 2018), enquanto a discussão sobre paisagem sonora em comunidades rurais foi fundamentada em um trabalho na área de cinema (LIMA, 2019), que promoveu a construção coletiva de um acervo sonoro em comunidades rurais, o Sonário do Sertão, disponível on-line (LIMA, 2016), que pode servir como uma interessante ponte com comunidades do campo para o ensino de acústica.

#### **4. Considerações Finais**

Há muitos caminhos por onde pode se buscar a construção de pontes entre a Física e o repertório cultural dos estudantes do campo. Os temas que podem ajudar nesse intuito vão desde as tradições das comunidades até aplicações criativas como uma rede de internet comunitária, um gerador de energia elétrica caseiro, entre outros. Um mapa dos temas que foram trabalhados nas aulas que analisamos se encontra no Quadro 1. O professor que busca referências para esse tipo de trabalho pode encontrar em diferentes fontes, como na própria pesquisa em ensino de Física, em pesquisa de áreas aplicadas correlatas (como engenharia), em projetos que já são desenvolvidos nas comunidades ou simplesmente conversando com os próprios sujeitos das comunidades. Pode ainda buscar pontes com a realidade próxima do sujeito ou com o contexto social em que ele se insere, com a sua vivência em sua comunidade ou com o lugar que ele e sua comunidade ocupam no mundo. Todos esses caminhos apareceram nas aulas/encontros que analisamos, e podem ajudar a professores de Física interessados em trabalhar com abordagem intercultural fornecendo exemplos de temas e métodos frutíferos.

Expomos aqui uma análise inicial das interações ocorridas nessas aulas. Os próximos passos da pesquisa preveem uma sistematização de quais conceitos e exemplos surgiram do diálogo em cada uma delas que facilitaram o diálogo intercultural.

## Referências

AIKENHEAD, Glen S. Science education: Border crossing into the subculture of science. **Studies in Science Education**, v. 27, n. 1, p. 52, 1996.

ARAÚJO, Franciscos Vanderli de. **A cultura popular da literatura de cordel no estudo dos fenômenos óticos em nível de Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) — Universidade Federal Rural do Semi-árido. Mossoró, p. 170. 2019.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. 3. ed. Lisboa: Edições 70, 2004.

BRASIL. **Decreto n. 7.352, de 4 de nov. de 2010. Dispõe sobre a política de educação do campo e o Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária — PRONERA**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/marco-2012-pdf/10199-8-decreto-7352-de4-de-novembro-de-2010/file>>. Acesso em 02 nov. 2022.

CREPALDE, Rodrigo dos Santos *et al.* A Integração de Saberes e as Marcas dos Conhecimentos Tradicionais: Reconhecer para Afirmar Trocas Interculturais no Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 275-297, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4931>.

HALMENSCHLAGER, Karine Raquiel *et al.* Articulações entre educação do campo e ensino de ciências e matemática presentes na literatura: um

panorama inicial. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 19, n. 0, p. 1-21, 2017.

BAPTISTA, Geilsa Costa Santos; PINHEIRO, Paulo César; FARIAS, Luiz Márcio Santos (org.). **Educação científica por meio da interculturalidade de saberes e práticas**. Salvador: EDUFBA, 2021.

CUNHA, Valdeir Fernandes Da. **Entre linhas e malhas, o ensino de ciências por meio da tecelagem kalunga na comunidade Vão de Almas**. 2021. 69 f. UnB, 2021.

EL-HANI, Charbel N.; POLISELI, Luana; LUDWIG, David. Beyond the divide between indigenous and academic knowledge: Causal and mechanistic explanations in a Brazilian fishing community. **Studies in History and Philosophy of Science**, v. 91, n. January, p. 296-306, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2021.11.001>.

ELS, Rudi Henri Van *et al.* Hydrokinetic energy conversion — state of the art and perspectives in Brazil. In: , 2018. **1st Latin American Conference on Sustainable Development of Water Energy and Environmental Systems Latin America**. 2018. p. 1-14.

GONDIM, Maria Stela da Costa; MÓL, Gerson de Souza. Saberes Populares e Ensino de Ciências: Possibilidades para um Trabalho Interdisciplinar. **Química Nova na Escola**, v. 30, p. 8-11, 2008.

LIMA, Camila Machado Garcia de. **Sonário do sertão: acervo e memória de experiências sonoras**. 2019. 168 f. — UnB, 2019.

LIMA, Camila Machado Garcia de. **Sonário do Sertão**. Disponível em: <<https://sonariodosertao.com/>>, 2016. Acesso em: 18 nov. 2022.

ZANETIC, João. **Física também é cultura**. 1990. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990. Acesso em: 02 nov. 2022.



**ENSINANDO A FÍSICA DA COR DO OBJETO PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL POR MEIO DE UM PROTÓTIPO EM ARDUINO**  
*TEACHING THE PHYSICS OF THE COLOR OF THE OBJECT TO STUDENTS WITH VISUAL IMPAIRMENT THROUGH A PROTOTYPE IN ARDUINO*

*Lucivaldo Silva<sup>1</sup>, Rafael Moraes<sup>2</sup>, Cledson Gonçalves<sup>3</sup>, Ângela Santa Brígida<sup>4</sup>, Marcela Brasil<sup>5</sup>, Simone Fraiha<sup>6</sup>*

<sup>1,6</sup> Instituto de Ciências Exatas e Naturais (ICEN) — Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Federal do Pará (UFPA), luckyvaldo@hotmail.com, fraiha@ufpa.br.

<sup>2,3,4,5</sup> Faculdade de Física (FACFIS), Universidade Federal do Pará (UFPA), rlm@ufpa.br, cledsonslg@ufpa.br, acsbrígida@ufpa.br, marcela\_brasil2013@yahoo.com.br.

## **Introdução**

Muito se discute a importância da Educação Inclusiva na qual significa integrar todos as pessoas com deficiência (PcD) em salas regulares por meio de uma abordagem democrática e humanística sem rigidez onde o foco são as pessoas não a organização. No entanto, a inclusão de alunos com deficiência não é só colocá-los em escolas regulares e sim inseri-los nas atividades adaptadas propostas pelos professores com os demais alunos para que haja socialização e uma relação sócio efetiva entre eles.

Para que se possa colocar a Educação Inclusiva em prática a escola deve facilitar com materiais e espaços físicos. Além disso, é essencial a capacitação profissional dos docentes para o melhor desenvolvimento

dos trabalhos. Se ao longo da graduação fossem trabalhados em cada disciplina conteúdos voltados para inclusão, com certeza isso facilitaria uma futura atuação profissional inclusiva (RODRIGUES, 2008).

Especificamente, no que se refere ao ensino de Física não é diferente, as dificuldades encontradas para ensinar os alunos com deficiência visual começam pela formação inicial dos professores de física, que durante esse processo os licenciados sentem uma grande ausência nas discussões sobre tal temática (CAMARGO, 2012). Uma vez que há poucas literaturas na área da física para deficiência visual, falta de recursos didáticos inclusivo e disponibilidade apenas do livro didático sem o uso da escrita Braille, o aluno com deficiência visual tem seu desenvolvimento educacional comprometido devido a esses fatores mencionados.

Portanto para que o aluno com deficiência se realize plenamente, é necessário que o ambiente escolar seja estimulador e lhe ofereça condições favoráveis à aprendizagem por meio de iniciativas que possa contribuir no seu processo de ensino-aprendizagem. Sendo assim, no intuito de contribuir no processo de inclusão de alunos com DV, foi desenvolvido um produto educacional que os auxilia na compreensão dos conteúdos de óptica.

## **1. Fundamentação Teórica**

A pessoa com deficiência visual utiliza o uso da escrita em Braille e os sistemas sensoriais para aprender a se comunicar e fazer suas atividades do dia a dia. É válido ressaltar que nem todo aluno com deficiência visual utiliza este meio de recurso para lê, é necessário estar alfabetizado e ter uma boa capacidade sensorial. Quando um aluno com DV não utiliza a escrita Braille para fazer suas atividades, ele pode utilizar a audição, ou seja, com audiobooks ou com falas de uma pessoa com visão normal explicando detalhadamente o contexto, seja ele uma história narrada ou o ambiente onde se encontra é possível que o discente com DV possa compreender o que lhe é transmitido. A audição, por meio da linguagem,



é um sentido fundamental para o cego, pois muito do que ele não vê pode ser entendido pela linguagem. Para tal, ele precisa que pessoas com visão normal descrevam o que é visual (NUNES; LOMÔNACO, 2008).

A audição pode ser uma grande aliada na hora de repassar o conteúdo escolar, no entanto, é necessário saber como descrever o conteúdo, um professor com visão normal deve estar atento para que o aluno cego não entenda os exemplos e conceitos errado, dessa forma não é apenas ler o livro didático, é saber descrever com cores e posições o que está acontecendo no contexto abordado. Assim, o aluno com deficiência visual tem a escrita Braille e o uso da audiodescrição (POZZOBON, 2019) para utilizar como auxílio na hora da aprendizagem, cabendo ao professor usar essas ferramentas para a elaboração de novos recursos didáticos a fim de elaborar a inclusão na sala de aula e na sociedade. Além disso, o uso da tecnologia torna-se também um aliado para a inclusão das pessoas com deficiência visual. Uma vez alfabetizados por meio do sistema Braille, este recurso colabora para o processo de ensino-aprendizagem, na medida em que o acesso ao computador e outras tecnologias de informações oferecem ao educando condições de participação globalizada (MELO; OLIVEIRA, 2019). Desta forma, a aplicação de experimentos acompanhado de referencial teórico é primordial para o sucesso do aprendizado dos conceitos de Física (ARAÚJO et al, 2015). A importância da aprendizagem com recursos experimentais torna-se importante principalmente quando são adaptados para explorar os sentidos sensoriais dos alunos.

A visão é um dos sentidos mais primordiais para a aceção do mundo. A criança é estimulada desde cedo a olhar o que acontece à sua volta. Uma vez que, nesta fase, a visão é o elo com os outros sentidos, pois permite associar som e imagem, imitar gestos ou comportamentos, perceber as emoções. Para as crianças DV, o tato e a fala são os meios de comunicação no mundo. (SÁ; CAMPOS; SILVA, 2007). A criança começa a perceber o mundo não somente através dos olhos, mas também através da fala (VYGOTSKY, 2007, p. 23). Como resultado, o imediatismo da percepção “natural” é suplantado por um processo complexo de mediação;

a fala como tal torna-se parte essencial do desenvolvimento cognitivo da criança.

Vygotsky afirma, ainda, que o cego tem completa capacidade de exercer uma vida ativa e construtiva, “a questão particular de sua educação se reduz apenas à substituição de umas vias por outras para a formação das conexões necessárias” (VYGOTSKY, 1989, p. 57). Sendo assim, as limitações da cegueira só serão encaradas como uma “desgraça” se assim for tratada no campo social, uma vez que “decididamente todas as particularidades psicológicas da criança com deficiência têm a base não só no núcleo biológico, e sim no social” (VYGOTSKY, 1989, p. 58).

De acordo com a teoria de aprendizagem de Vygotsky, é possível compreender o porquê é importante o processo de inclusão, sendo necessário desenvolver meios ou materiais didáticos. Vygotsky (1984), parte do princípio de que o desenvolvimento não pode ser entendido sem que se leve em consideração o contexto social e cultural do qual ele ocorre, ou seja, o desenvolvimento cognitivo é influenciado pelo contexto social, histórico e cultural. Durante o desenvolvimento e por causa da interação social as funções mentais elementares se transformam em funções mentais superiores. As funções mentais superiores abordam todas as atividades que consideramos pensamento, como a resolução de problemas e a imaginação.

Portanto, a inclusão de alunos com deficiência em salas regulares precisa ser realizada pela escola e os professores devem estar preparados para garantir todo o processo de ensino — aprendizagem dos educandos. Para isso, a importância de o professor utilizar um recurso didático dentro de sala de aula que venha incluir todos os alunos de modo participativo é de grande contribuição para o desenvolvimento do aluno de forma geral.

Diante do exposto até aqui, compreende-se que é imprescindível a busca por mais materiais didáticos, metodologias e experimentos voltados para a socialização entre os DV e os com visão normal, principalmente quando consideramos o ensino de óptica, pois surgem questionamentos do tipo “como ensinar um fenômeno visual para alunos que não

enxergam? Como ensinar as cores? Como comunicar a ideia de imagem, refração etc. É um consenso entre os pesquisadores a necessidade de se considerar o ambiente escolar inclusivo como um desafio, ou seja, as mudanças precisam ultrapassar os limites das adaptações técnicas e desenvolver metodologias que atendam às necessidades dos alunos com deficiência.

## **2. Materiais e métodos**

A sequência didática junto com o recurso didático tem como finalidade ensinar as cores dos objetos de modo que o professor trabalhe com a inclusão do aluno com deficiência visual e leve a entender os conceitos físicos. O tópico de óptica referente a cor de um objeto, aqui trabalhado, aborda conceitos fundamentais sobre a natureza da luz, fontes de luz, ondas, frequência, reflexão e absorção. Como é conhecido, um feixe de luz monocromática é composto de apenas uma cor e não se modifica quando esta passa de um meio transparente para outro. Já a luz policromática é constituída por duas ou mais cores, como a luz branca do sol que se decompõe em outras cores.

Ao tratar deste assunto com o aluno DV presente, deve-se sempre fazer uma analogia com algo dentro do contexto social dele. Portanto, quando se explicou que a luz é uma onda eletromagnética e estas são oscilações que se propagam tanto no vácuo quanto em meios materiais, elas foram associadas as ondas do mar e sua velocidade com a de um foguete voando. Outras características como frequência e comprimento de onda foi representada com um barbante colado em folhas de papel A4 simulando o que seria uma onda como mostra a Figura 1.

Figura 1 — Simulação de uma onda com diferentes frequências, representado pelo barbante colado em folhas de A4.



Fonte: Autor 1.

Essa parte foi importante, principalmente para o aluno com DV, pois através do tato ele pode compreender que o pico mais alto é a crista da onda e o mais baixo o vale. Desta forma, foi possível explicar que a distância entre duas cristas ou dois vales é o que chamamos de comprimento de onda e quando variamos essa distância, ou seja, as cristas estão mais próximas ou mais afastadas o que estamos modificando é a frequência da onda. Desse modo, ele concluiu que a frequência da onda luminosa é inversamente proporcional ao comprimento de onda.

As cores também dependem desta relação, como por exemplo a cor violeta, que possui a maior frequência e, conseqüentemente, menor comprimento de onda, já o vermelho tem a menor frequência e maior comprimento de onda, ou seja, à medida que a frequência aumenta, diminui o comprimento de onda. Além disso, foi explicado que as cores dos objetos são perceptíveis pela frequência da luz. Os objetos podem refletir somente frequências que se encontram presentes na luz que o clareia, desta forma o que enxergamos precisa estar iluminado com luz visível.

A maior parte dos objetos que nos cercam refletem luz melhor do que a emitem, exceto fontes luminosas como lâmpadas e lasers, e refletem somente parte da luz que incide neles, a parte responsável por suas cores. Por exemplo, quando objetos iluminados por luz branca, como já sabemos composta por todas as cores, parte dessa luz é absorvida e outra parte é refletida. Quando está sob iluminação de uma cor que não é capaz de refletir, um objeto aparenta ser preto. Outro exemplo, quando iluminados com luz vermelha, todos os objetos que não sejam vermelhos aparentam ser pretos. O mesmo acontece com as iluminações

verde e azul. Com essas premissas o aluno poderá associar aos conceitos de reflexão e absorção da luz quando utilizar o protótipo experimental, visto que o preto foi explicado comparando-o com escuridão, a noite, a tempestade e a ausência de sol.

Nos próximos tópicos será feita uma breve descrição da montagem do protótipo e os materiais utilizados, além de seu funcionamento; também mostraremos a sequência didática que o professor de física aplicou em sala de aula.

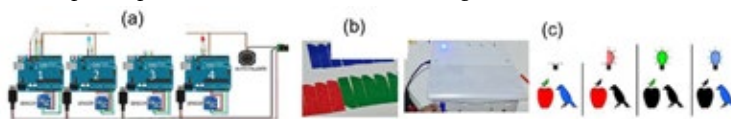
## 2.1. Protótipo educacional

O produto educacional designado VDV Color Sensor, foi assim chamado por ser um material que mesmo tendo como foco os alunos com deficiências visuais, não exclui alunos videntes, o que garante o processo de inclusão. Ele é composto principalmente por 4 placas arduino uno, 4 sensores de cor, 1 alto-falante e quatro leds nas cores vermelho, verde, azul e RGB (Vermelho (*Red*), o Verde (*Green*) e o Azul (*Blue*)). Em cada uma das placas arduino uno foi transferida uma programação realizada na plataforma IDE e conectados seus respectivos componentes eletrônicos LED (*Light Emitting Diode* — Diodo Emissor de luz), sensor e resistor. Na Figura 2 (a) é mostrado o esquema de ligação realizada no software Fritzing, onde é possível ver que na placa 1 temos o LED RGB, na placa 2 o LED azul e nas 3 e 4, os LEDs verde e vermelho, respectivamente.

Os corpos de prova foram feitos de papelão nas cores vermelha, azul e verde e cortadas em tiras retangulares. Foi utilizado uma máquina Perkins Braille, para escrever em um dos lados na paleta a sua respectiva cor. Foi necessário fazer um corte na diagonal em uma das extremidades da paleta, esse processo é de suma importância pois é o lado que indica o início da leitura a ser realizada em Braille, da esquerda para a direita, como mostra a Figura 2 (b), desta forma o aluno com deficiência visual vai ter mais autonomia para manusear o protótipo trabalhando dessa forma seus sentidos tátil e auditivo.

Na parte frontal do protótipo existe 4 orifícios onde o corpo de prova será introduzido para detecção do sensor e, conseqüentemente, reconhecimento da cor da iluminação do ambiente e emissão de som como pode ser visto na Figura 2 (c). Quando a paleta, por exemplo, na cor azul for inserida no ambiente que está o sensor programado com o código azul ou com o RGB, o protótipo irá mostrar a frequência no LED que representa a cor azul e junto o alto falante irá produzir um som identificando que a cor da paleta coincidiu com a cor da iluminação do ambiente e assim o DV o identifica por meio do sistema auditivo e assim, sucessivamente nos ambientes seguintes. O uso dos LEDs torna o protótipo possível para a ampla inclusão, visto que eles servirão para os videntes.

Figura 2 — (a) Esquema de ligação do VDV Color sensor (b) Corpo de prova e parte externa do protótipo e (c) Ambiente azul sendo ligado, reflexão seletiva de cores.



Fonte: Autor 1; <https://minio.scielo.br/documentstore/1806-26/85wbtXMysKfhbMvgjZ8RCgg/440da7873f2d1706ed56ab9503786bd8e754ae94.jpg>.

## 2.2. Desenvolvimento da Sequência didática

Para aplicar o protótipo de forma inclusiva, foi desenvolvida uma sequência didática, a qual é uma organização sistemática das atividades escolares que contribui para uma aula planejada (ARAÚJO, 2013). Foram então elaborados dois planos de aula, a primeira concentra-se na parte teórica da óptica das cores juntamente com uma avaliação através de um questionário oral, a segunda foi a aplicação do protótipo finalizando com outro questionário oral no intuito de analisar e observar se de fato o recurso didático contribuiu no processo de ensino-aprendizagem dos alunos, em especial o aluno com deficiência visual.

Com o protótipo confeccionado, partiu-se para a aplicação em duas escolas públicas diferentes. Na primeira escola, em virtude da falta de alunos com DV, foi realizada a aplicação apenas com alunos com visão normal. A aplicação junto ao aluno com DV foi realizada em separado, na segunda escola, visto que as instituições públicas e privadas de ensino foram fechadas ou estavam em rodízio (período de janeiro a março de 2022) para evitar a disseminação do novo Corona vírus (Sars-Cov-2).

### **2.2.1. Aplicação na escola 2 com o aluno com deficiência visual**

A aula foi iniciada com uma conversa informal com o aluno com DV do 2º ano do ensino médio regular, para saber o seu tipo de cegueira. Ele informou que a cegueira era de nascença, logo, o aluno nunca enxergou, e todo o conhecimento adquirido deu-se pelo uso dos outros sentidos, aprimorados durante sua vida. Procurou-se saber qual associação ele fazia quando escutava falar de determinada cor. Foi perguntado a ele qual lembrança lhe vinha à mente quando escutava falar na cor verde, ele respondeu que lembrava floresta; perguntado qual lembrança lhe vinha à mente quando ele escutava falar na cor vermelho, ele respondeu que lembrava do Flamengo. Identificou-se, então, que o aluno já possuía uma significação das cores, trazida, evidentemente, pelas suas relações sociais, uma vez que se notou que as relações que ele fazia possuía caráter sentimental. Assim, após esse diálogo, iniciou-se as etapas da aula.

No primeiro momento, foi feita uma aula oral com uso de alguns recursos tipo, barbantes, caneta piloto, canetas esferográficas e um lápis, para falar dos conceitos de frequência, comprimento de onda, raio de luz, feixes de luz e fontes de luz (classificou-se a luz quanto a natureza, dimensões e cor), luz monocromática e policromática, reflexão e absorção da luz. Aqui vale mencionar que com o uso de um piloto, duas canetas de formatos diferentes e um lápis, foi possível simular a decomposição da luz branca policromática e outras luzes monocromáticas. Para finalizar essa primeira parte, aplicou-se um questionário oral sobre o conteúdo que tinha acabado de ser ministrado para melhor fixação dos conceitos.

Na sequência da aula, foi apresentado o protótipo VDV Color Sensor para o aluno, explicando os detalhes e funcionamento e sua utilidade. Então, foi pedido ao aluno que, utilizando o protótipo, identificasse cada um dos ambientes com os corpos de prova (Figura 3).

Figura 3 — Aluno DV interagindo com o protótipo VDV- sensor color.



Fonte: Autor 1.

Com as palhetas em mãos, foi solicitado que o aluno com DV escolhesse a palheta da cor de sua preferência e colocasse no ambiente 1. Foi informado que os ambientes estavam numerados, em Braille, na parte superior do protótipo e, de forma investigativa, o aluno iria descobrir que cada ambiente tinha um sensor programado para identificar a cor do ambiente. Quando a palheta era azul e fosse inserida no ambiente em que está o código azul ou com o RGB (vermelho, verde e azul), o led azul iria acender e, ao mesmo tempo, o alto-falante iria produzir um som, identificando que a cor da palheta coincidiu com a cor da iluminação do ambiente e assim o aluno com deficiência visual identificará a cor dos vários ambientes por meio do sistema auditivo. E assim, sucessivamente nos 3 ambientes: verde, vermelho e azul, colocando as palhetas correspondentes. Após essa etapa, foi solicitado que o aluno com DV relacionasse os conceitos básicos da óptica das cores com o protótipo. Para isso foram feitas as seguintes perguntas ao aluno.

1. Qual a luz do ambiente 3? E por quê?

**Aluno:** branca, porque reconheceu todas as cores e o branco tem todas as cores.



2. E qual a luz do ambiente 2?

**Aluno:** azul, porque está refletindo azul.

3. E qual a luz do ambiente 3?

**Aluno:** verde, porque está refletindo verde

4. E qual a luz do ambiente 4?

**Aluno:** vermelho, porque está refletindo vermelho.

Finalmente, na última etapa foi realizada uma avaliação, através de um segundo questionário. Esse questionário foi escrito, com intuito de observar e analisar se de fato o recurso didático contribuiu no processo de ensino-aprendizagem do aluno com deficiência visual.

### **2.2.2. Aplicação na escola 1 com alunos sem deficiência**

Participaram da aula 21 alunos com visão normal, sendo que se utilizou os mesmos parâmetros da aula ministrada ao aluno com DV, além do quadro magnético e apostila com os conceitos básicos de óptica para melhor compreensão do assunto. Em seguida, foi realizado um questionário para fixação do conteúdo.

Em relação a segunda etapa, foi solicitado que os alunos formassem grupos de 5 componentes para facilitar a apresentação do protótipo VDV sensor color. Nesta etapa, também, foi explicado o que era o protótipo, como funcionava e a sua finalidade. Cada aluno dos grupos teve a oportunidade de manusear o protótipo, inserindo cada palheta na entrada de cada ambiente. Eles foram percebendo que ao inserir nas entradas uma palheta de determinada cor, acendiam os leds em apenas alguns ambientes, além de emitir um som distinto para cada cor da palheta. Após cada grupo repetir o processo com as 3 palhetas (verde, vermelho e azul), foi solicitado que eles relacionassem os conceitos básicos da óptica

das cores com o protótipo. Por fim, foi realizada a avaliação, através de um novo questionário.

### 3. Resultados e Discussões

#### 3.1. Resultado dos questionários aplicados ao aluno com DV

##### Questionário 1:

**Aluno:** ela reflete o verde que tem na luz branca do sol, e absorvem as demais.

1. Por que na luz do dia a grama é verde?

**Aluno:** ela reflete o verde que tem na luz branca do sol, e absorvem as demais.

2. Vamos verificar, a partir de uma situação específica: eu entro com dois papéis aqui na sala. Na minha mão esquerda, eu tenho papel azul, na mão direita tenho um papel vermelho. Quando eu entro na sala, eu sei que eu tenho papel azul e o vermelho certo? Eu deixo cair no chão, apagou a luz. Não sei mais a cor dos papéis, porque eu preciso de luz para iluminá-los. Agora, eu saio dessa sala e entro em outra sala que tem luz monocromática amarela. Eu não consigo identificar os meus papéis. Por que eu não consegui identificar? Lembra que eu tinha na mão quando eu estava aqui na sala com a luz branca? Um papel vermelho e outro azul. Perguntas:

a) Por que não consegui identificar os papéis na outra sala? A luz amarela fez com que os dois papéis aparecessem de que cor?

**Aluno:** Preto.

b) Se você tiver com um papel branco, e a sala estiver iluminada com luz vermelha, qual cor vai aparecer no papel?

**Aluno:** Vermelho.

c) Você ainda está com papel branco, coloquei luz azul na sala, qual cor vai aparecer no papel?

**Aluno:** azul.

### **Questionário 2:**

1. O experimento facilitou o entendimento dos conceitos propostos?

**Aluno:** sim, o experimento facilitou sim, eu consegui entender muito bem através do experimento, a explicação facilitou sim.

2. Seria possível entender esses mesmos conceitos e com a mesma clareza sem o experimento?

**Aluno:** não, acho que não seria possível sem o experimento entender, com experimento foi mais fácil, sem o experimento seria mais complicado.

3. Qual a luz do ambiente l? E por quê?

**Aluno:** branca, porque reconheceu todas as cores e o branco tem todas as cores.

4. Considerando que o experimento se tratava de um simulador de ambientes iluminados por diferentes luzes, foi possível a identificação da cor de iluminação de cada ambiente?

**Aluno:** sim

5. Explique por que cada palheta de cor diferente só era reconhecida em dois ambientes?

**Aluno:** porque no ambiente 1 tinha luz branca, e nos outros ambientes tinha a luz monocromática daquela determinada cor da palheta

6. E qual a luz do ambiente 4?

**Aluno:** vermelho.

7. Na sua opinião, qual o papel dessa metodologia que faz uso de experimentos voltados para alunos com DV como apoio pedagógico para facilitar o entendimento de conceitos científicos?

**Aluno:** eu acho que essa metodologia tem um papel muito importante, pois os experimentos facilitaram bastante para os alunos com deficiência visual, então tem um papel muito importante como apoio pedagógico e isso fica melhor para o discente com deficiência visual entender o que se passa.

Foi observado que o aluno com DV teve uma excelente interação com o protótipo, onde a 3ª questão foi respondida de maneira satisfatória, o que se conclui que o uso do protótipo veio a somar no aprendizado desse aluno com DV.

### **3.2. Resultado dos questionários aplicados aos alunos com visão normal**

#### **Questionário 1:**

1. De acordo com os conceitos estudados sobre cor da luz, qual a composição da luz monocromática?

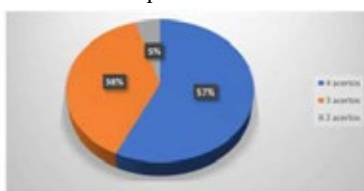
2. Se iluminarmos um objeto, que sob luz branca, é amarelo, com luz azul, que cor apresentará?

3. Durante a final da Copa do Mundo, um cinegrafista, desejando alguns efeitos especiais, gravou cena em um estúdio completamente escuro, onde existia uma bandeira da “azurra” (azul e branca), que foi iluminada por um feixe de luz amarela monocromática. Quando a cena foi exibida ao público, qual a cor da bandeira que apareceu?

4. Antes do jogo da final de um importante campeonato de futebol, houve uma apresentação artística com dança. No centro do campo, estava uma grande bandeira nas cores branca, vermelha e amarela. Sabendo que o jogo aconteceu à noite, qual seria a cor da bandeira vista por um observador na arquibancada, caso todo o estádio fosse iluminado com uma luz monocromática vermelha?

Na Figura 4 é mostrado o percentual de acertos dos alunos. É possível observar que mostra que mais da metade dos alunos acertaram as quatro questões propostas.

Figura 4 — Percentual de alunos que acertaram todas as 4 questões, 3 questões e 2 questões.



Fonte: Autor 1.

## Questionário 2:

1) O experimento facilitou o entendimento dos conceitos propostos?

- 2) Considerando que o experimento se tratava de um simulador de ambientes iluminados por diferentes luzes, foi possível a identificação da cor de iluminação de cada ambiente?
- 3) Explique por que cada palheta de cor diferente só era reconhecida em dois ambientes?
- 4) Qual explicação se dá para que todas as palhetas fossem reconhecidas em um único ambiente? E qual foi esse ambiente?
- 5) Na sua opinião, o uso de experimentos como instrumentos metodológicos facilita os entendimentos de conceitos científicos?

Devemos mencionar que a pergunta 1, foi voltada para saber se o uso de protótipos facilita o entendimento, e obtivemos que 100% dos alunos participantes responderam que sim. A pergunta 2, foi relacionada ao conceito de cor, e obtivemos 100% do acerto dessa questão. As perguntas 3 e 4, foram elaboradas para reforçar a diferença entre luzes policromáticas e luzes monocromáticas, e obtivemos mais de 90% de entendimento dessas questões, sendo que os 2 alunos que não foram claros em suas respostas, quando chamados individualmente e questionados novamente sobre as perguntas, percebeu-se que houve sim um entendimento. A pergunta 5, foi elaborada para saber se na área científica os experimentos como ferramentas metodológicas são facilitadores de tais conceitos, obtivemos que 100% dos alunos concordam que sim.

#### **4. Considerações Finais**

Apesar das aplicações em dois momentos diferentes para os alunos videntes e o aluno com DV, foi possível fazer uma comparação de quatro perguntas semelhantes voltadas para os conceitos físicos de cor, onde foi possível observar o desempenho do aluno com DV com 100% de

acertos das quatro questões, assim como a maioria dos alunos videntes que também tiveram 100% de acertos após aplicação do protótipo VDV color sensor, observando dessa forma que todos sem exceções usaram o mesmo procedimento para manusear o protótipo e aplicar os conceitos físicos da cor de um objeto, validando então o protótipo VDV Color Sensor como um produto inclusivo.

Destaca-se ainda, nessa busca por ferramentas inovadoras para o ensino de física, a necessidade de se atender efetivamente o aluno incluso, garantindo-lhe, junto aos alunos sem deficiências, um aprendizado eficiente, pois para que a inclusão se torne efetiva, três princípios devem ser observados, a presença do estudante com deficiência no ambiente escolar regular, adaptação do ambiente escolar para que possa receber os estudantes, independentemente de suas particularidades, e organização de meios para que o estudante com deficiência possa ser incluído na sala de aula regular (CAMARGO, 2012, p. 56).

É óbvio que a construção de produtos educacionais, que atendam a todos os alunos, não é tarefa fácil nem barata. Porém, se o portador de cegueira, como diz Vigostsky (1984), é capaz de refazer criativamente a trajetória de sua vida, usando os recursos disponíveis em seu corpo, por que não seria possível usar a criatividade na escola regular para atender satisfatoriamente à inclusão? Nesse sentido, o produto educacional aqui apresentado é uma garantia de que é possível uma abordagem prática da Óptica para alunos com DVs em condição de inclusão em escolas regulares do ensino médio, uma vez que se obteve eficácia na funcionalidade do protótipo.

## Referências

ARAÚJO, D. L. de. O que é (e como faz) sequência didática? **Entre palavras**, v. 3, n. 1, p. 322-334, 2013. Disponível em: <<http://www.entrepalavras.ufc.br/revista/index.php/Revista/article/viewFile/148/181>>. Acesso em: 21 de novembro de 2022.

ARAÚJO, I. S. de. *et al.* Ensino de física para deficientes visuais: a importância do uso de experimentos em sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências Naturais**, v.1, n.1, p. 78-86 ,2015. Disponível em: <<https://periodicos.uepa.br/index.php/rbecn/article/view/489>>. Acesso em: 21 de novembro de 2022.

CAMARGO, Éder Pires. Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física. 1ª ed. São Paulo: UNESP Editora, 2012. Disponível em: <<https://static.scielo.org/scielobooks/zq8t6/pdf/camargo-9788539303533.pdf>>. Acesso em: 21 de novembro de 2022.

RODRIGUES, D. Desenvolver a educação inclusiva: dimensões do desenvolvimento profissional. *Inclusão: Revista de Educação Especial*, Brasília, v. 4, n. 2, p. 7 — 16, 2008. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=401-revista-inclusao-n-6&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=401-revista-inclusao-n-6&Itemid=30192)>. Acesso em: 21 de novembro de 2022.

RODRIGUEIRO, Celma Regina Borghi: desenvolvimento da linguagem e a educação do surdo. *Psicologia em Estudo*. 2000, v. 5, n. 2, pp. 99-116. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pe/a/XQCr6SWDty6CJgvzh7Zn4vQ/?lang=pt&format=pdf>>. Epub 10 Mar 2011. ISSN 1807-0329.

SÁ, Elizabet Dias de ; CAMPOS, Izilda Maria de; SILVA, Myriam Beatriz Campolina. Atendimento Educacional Especializado: Deficiência Visual. Gráfica e Editora Cromos: Brasília, 2007. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/aee\\_dv.pdf](http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/aee_dv.pdf)>. Acesso em: 28 de outubro de 2022.

MELO, J. C.de.; OLIVEIRA, J. de. J. A. B.de. Sistema Braille no processo de ensino- aprendizagem das pessoas com deficiência visual: da Educação Infantil ao Ensino Superior. *Revista Científica Multidisciplinar*



Núcleo do Conhecimento. Ed. 10, Vol. 13, p. 63-73, 2019. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/sistema-braille>>. Acesso em: 21 de novembro de 2022.

NUNES,S.da S.; LOMÔNACO, J. F. B. Desenvolvimento de conceitos em cegos congênitos: caminhos de aquisição do conhecimento. Psicologia escolar e educacional, v. 12, p. 119-138, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-85572008000100009>>. Acesso em: 21 de novembro de 2022.

POZZOBON, Graciela; POZZOBON, Lara. Audiodescrição. Disponível em: <<http://audiodescricao.com.br/ad/>>. Acesso em: 21 novembro 2022.

VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes, 2007. Disponível em: <<https://oportuguesdobrasil.files.wordpress.com/2015/02/a-formac3a7c3a3o-social-da-mente.pdf>>. Acesso em: 21 de novembro de 2022.

VYGOTSKY, L. S. Fundamentos de Defectologia. Havana: Editorial Pueblo y Educación, 1989. Disponível em: <[https://www.novoipc.org.br/sysfiles/vigotski\\_obras\\_completas.pdf](https://www.novoipc.org.br/sysfiles/vigotski_obras_completas.pdf)>. Acesso em: 21 de novembro de 2022.

VYGOTSKY, L.S. Pensamento e linguagem. Trad. M. Resende, Lisboa, Antídoto, 1979. A formação social da mente. Trad. José Cipolla Neto et alii. São Paulo, Livraria Martins Fontes, 1984. Disponível em: <<https://oportuguesdobrasil.files.wordpress.com/2015/02/a-formac3a7c3a3o-social-da-mente.pdf>>. Acesso em: 21 de novembro de 2022.



**O USO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NA APRENDIZAGEM DE  
CONCEITOS BÁSICOS DE DILATAÇÃO TÉRMICA NO SEGUNDO ANO  
DO ENSINO MÉDIO**

*THE USE OF INVESTIGATIVE ACTIVITIES IN THE LEARNING OF BASIC  
CONCEPTS OF THERMAL DILATION IN THE SECOND YEAR OF HIGH  
SCHOOL*

*Elder Raimundo Rodrigues Lopes Junior<sup>1</sup>, Simone da Graça de Castro  
Fraiha<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Universidade Federal do Pará (UFPA), elder.lopes@ufpa.br.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Pará (UFPA), fraiha@ufpa.br.

## **1. Fundamentação Teórica**

A construção do conhecimento e da aprendizagem, segundo Vygotsky (1998), se dá pela interação da pessoa com o meio, e é evidente o papel da linguagem no desenvolvimento do indivíduo como um processo sócio-histórico em que a cultura e o educador têm importância fundamental.

Para entender o desenvolvimento intelectual pelas relações socio-histórico-culturais o teórico estudou sobre as funções mentais superiores, que se caracterizam pela capacidade e imaginação que envolve as ações intencionais dos seres humanos e desenvolvem-se por meio da internalização de formas culturais de comportamento baseada em interações sociais a qual são mediadas por meio de instrumentos e signos (VYGOTSKY, 2007). Os instrumentos servem como condutores

de influência humana, ou seja, são objetos criados para o controle da natureza orientados externamente, enquanto o signo constitui uma atividade interna (psicológica) para o controle do próprio sujeito.

Segundo Vygotsky (2007), através do processo de internalização identifica-se que o desenvolvimento do conhecimento acontece do meio externo para o interno. As mudanças no uso das operações com signos também acontecem na linguagem. Sobre a psicologia de Vygotsky é possível perceber que a mesma oferece importantes reflexões sobre a linguagem/pensamento (funções mentais superiores), um suporte teórico que inferimos no professor o dever de sempre promover situações discursivas em sala de aula.

A teoria de Vygotsky afirma também que, durante o processo de aprendizagem no indivíduo, é natural uma fase denominada de pseudoconceitos, em que o indivíduo passa por um período onde é capaz de solucionar um problema, mas não sabe explicar verbalmente como chegou à solução; isso acontece geralmente com os adolescentes numa situação concreta, capaz de solucionar problemas, mas apresentam dificuldade em demonstrar esse conceito por palavras. Entende-se que durante todas as etapas da vida, mesmo depois, quando nossas estruturas mentais já têm sua estrutura lógica concluída, há sempre uma fase inicial para aquisição de novos conceitos.

O processo de aquisição de um conceito novo, seja na idade infantil ou adulta, passa por uma fase provisória em que esse conceito, ainda incompleto e incorreto, tem o caráter de um pseudoconceito. Para Vygotsky, no entanto, essa fase é essencial na formação do conceito verdadeiro, porque o uso do pseudoconceito permite uma interação social com parceiros mais capazes, que tendem a torná-lo um conceito verdadeiro.

Tendo o princípio dos conceitos teóricos de Vygotsky sobre a aprendizagem, e com intuito de tornar o ensino de Física eficaz em sala de aula, é possível afirmar, de acordo com Sasseron e Carvalho (2014), que as interações verbais são fator contribuinte para uma compreensão mais geral

dos processos de aprendizagem em ciências. Em respeito a isso, Leprique, Silva e Gomes (2018), afirmam que a argumentação serve como uma perspectiva integradora para a formação do indivíduo, que privilegie não somente os conteúdos disciplinares, mas que desenvolva competências e habilidades que promovam principalmente a autonomia, uma vez que ela está aliada a discussão de ideias e avaliação de alternativas. O desenvolvimento da argumentação também promove a exteriorização da aprendizagem de um assunto ensinado quando os argumentos têm a chance de ser produzidos com base em conteúdos científicos aprendidos em aula.

Desta forma, é conveniente que o professor, tomando por base o desenvolvimento dos conhecimentos construídos pelos alunos, utilize uma aula teórica interativa, retomando os novos conceitos que exprimem as novas relações entre variáveis obtidas na experiência, explorando meios através de pesquisas científicas e promovendo a argumentação como aspecto positivo para a aprendizagem que permite a explicitação, construção e reconstrução dos pensamentos dos alunos em sala de aula, ajudando-os a tomarem consciência de suas próprias ideias.

Sendo assim, a partir dos aspectos importantes sobre a construção do conhecimento, segundo a teoria de Vygotsky e a argumentação, discutiremos a seguir sobre o Ensino por Investigação, metodologia que será implantada nas classes.

## **1.2. Ensino por Investigação**

Diferente de outros países, a abordagem sobre o Ensino por Investigação no Brasil ainda tem sido pouco discutido, entretanto, o interesse vem crescendo por pesquisadores e educadores para essa questão (e.g., Azevedo, 2004; Borges & Rodrigues, 1998; Carvalho, Praia & Vilches, 2005, Munford e Lima, 2008).

Segundo Munford e Lima (2008), há diversas visões acerca do que é Ensino por Investigação, e essas diferentes propostas existentes são melhor compreendidas tendo a princípio a mesma preocupação, a de reconhecer

que há um grande distanciamento entre a ciência ensinada nas escolas e a ciência praticada nas universidades, em laboratórios e outras instituições de pesquisa.

Segundo o dicionário Aurélio, investigar significa pesquisar, ou seja, é estudar com o fim de descobrir fatos ou detalhes relativos a um campo de conhecimento. Entende-se, então, que o Ensino por Investigação se trata de uma abordagem didática, de aprendizagem a partir da ação do aluno, onde eles não se limitam apenas na observação e manipulação, mas também na reflexão e participação das etapas do processo que leva a construção do conhecimento científico. De acordo com Sasseron (2015), o Ensino por Investigação extravasa o âmbito de uma metodologia de ensino apropriada apenas a certos conteúdos e temas, podendo ser colocada em prática nas mais distintas aulas, sob as mais diversas formas e para os diferentes conteúdos.

Desta forma, o professor muda sua postura, deixando de agir apenas como transmissor de conhecimentos, passando a agir como guia (AZEVEDO, 2004). O mais importante nesta abordagem é levar a introdução de conceitos e resolução de problemas para que os alunos possam construir seu conhecimento.

Segundo Sasseron (2015):

Assim como a própria construção de conhecimento em ciências, a investigação em sala de aula deve oferecer condições para que os estudantes resolvam problemas e busquem relações causais entre variáveis para explicar o fenômeno em observação, por meio do uso de raciocínios do tipo hipotético-dedutivo, mas deve ir além: deve possibilitar a mudança conceitual, o desenvolvimento de ideias que possam culminar em leis e teorias, bem como a construção de modelos. (SASSERON, 2015, p. 58).

Para que o Ensino por Investigação aconteça, Sasseron (2013), cita que é necessário o professor levar em consideração os materiais que serão oferecidos e solicitados aos alunos, os conhecimentos prévios importantes para que a discussão ocorra, os problemas que nortearão a investigação

e, é claro, o gerenciamento da aula que inclui, sobretudo, o incentivo à participação dos alunos nas atividades e discussões.

Diante disso, nesta abordagem, o sucesso na aplicação de um Ensino por Investigação está estritamente ligado ao seu planejamento pelo professor, que tem o importante papel de elaborar as atividades e criar um ambiente propício à investigação e à troca de ideias entre os estudantes.

## **2. Métodos e Materiais**

Serão utilizadas quatro SEIs (Sequência de ensino investigativo), uma demonstração investigativa através de imagens, com o objetivo de fazer com que o educando perceba a dilatação no dia-a-dia, uma segunda demonstração investigativa utilizando balões de vidro de volumes diferentes e balões, com o objetivo de mostrar que a dilatação é diretamente proporcional ao volume inicial do corpo, uma terceira demonstração investigativa utilizando um termômetro caseiro com materiais reciclável e de baixo custo, com objetivo de mostrar que a dilatação é diretamente proporcional a variação de temperatura, uma quarta SEI através de um laboratório aberto utilizando um circuito elétrico que fecha ao dilatar uma barra de ferro acionando um pequeno ventilador. Ainda durante as aulas, os alunos foram incentivados a produzir paródias (trechos ou músicas completas) sobre os conteúdos das SEI's naquele momento, transpondo para a arte os conhecimentos previamente adquiridos, podendo assim externar suas aprendizagens. Coube ao professor neste momento a responsabilidade pela orientação e ajuda aos alunos na produção das paródias, ficando sob a sua responsabilidade a correção ao final dos conceitos físicos apresentados nas músicas fazendo com que os alunos venham a aprender a partir de distintas estratégias de ensino, Princípio da não utilização do quadro-degiz

Na primeira SEI foram utilizadas algumas imagens que mostram o cotidiano conforme a figura 1, e com a análise das imagens pedimos que cada equipe descrevesse o que cada imagem tem em comum.

Figura 1.



Fonte: Autores.

Na segunda SEI foram utilizados dois balões de vidro com volumes diferentes conforme a figura 2, um tinha 250ml e o outro tinha 500 ml, em cada um deles foi colocado um balão de latex e o conjunto foi colocado no fogo sobre uma tela de amianto, e depois de alguns segundos os balões começaram a inflar, devido a dilatação do ar contido nos recipientes, no balões de vidro menor o balão demorou mais para inflar e no balões de vidro maior o balão inflou mais rápido, comprovando que a dilatação térmica é diretamente proporcional ao volume inicial do ar contido no recipiente.



Figura 2.



Fonte: Autores.

A terceira SEI foi um termômetro caseiro conforme a figura 3, que foi feito com uma garrafa pet de 600 ml que tinha álcool com corante, e um canudo plástico, quando o aluno colocava a mão juntamente a garrafa sem pressioná-la uma certa quantidade de álcool entrava no canudinho, e quanto mais quente estava a mão do aluno mais álcool entrava no canudo, justamente para comprovar que a dilatação depende da variação da temperatura.

Figura 3.



Fonte: Autores.

A quarta SEI foi Laboratório aberto envolvendo um circuito elétrico conforme a figura 4, Depois de uma semana a ultima atividade investigativa foi um laboratório aberto que era constituído de um circuito elétrico que se encontrava aberto, na qual quando fechado ligava um pequeno motor, para fechar o circuito, tinha uma haste de ferro bem próximo do terminal metálico, o aluno era desafiado a fazer o pequeno motor funcionar de maneira mais rápida e sem tocar no experimento.

Figura 4.



Fonte: Autores.

Resultados apresentados através de musicalização, o professor deve propor novas atividades e procurar manter os desafios e a motivação (SILVA 2005), para que o aluno aprenda significativamente. Assim, nos propomos a usar a paródia como ferramenta a fim de verificar se os alunos ao escreverem as letras de suas parodias expressam indicadores de apropriação dos conhecimentos trabalhados. Ou seja, se paródia ou musicalização pode ser estimulante para os alunos e se ela contribui para a ocorrência de uma aprendizagem.

### 3. Resultados

Após aplicação das demonstrações investigativas e do Laboratório Aberto, foi realizada a sistematização, onde foi feita uma retomada dos conceitos expostos de maneira interativa, os grupos foram desfeitos, e os alunos

começaram a ouvir relatos um dos outros, além da explicação do professor.

Após a sistematização, nos propomos a usar a musicalização em forma de paródia como ferramenta, com o objetivo de verificar se os alunos conseguiam expressar nas letras de suas paródias alguns indicadores da apropriação dos conhecimentos trabalhados. Foi fornecido tempo para que os grupos confeccionassem músicas no estilo musical de sua preferência, com letras que envolvessem os fenômenos físicos estudados nas atividades anteriores e umas das equipes fizeram a seguinte musica conforme a figura 5.

Algumas equipes não utilizaram a música original por completo, e sim apenas um pequeno trecho, para criarem a paródia que envolve o fenômeno físico observado por eles nas atividades, e mesmo assim conseguiram fazer a ligação do aumento de temperatura com a dilatação do material.

Figura 5.

MÚSICA ORIGINAL	PARÓDIA
<p><b>FOGUEIRINHA</b></p> <p>Eu fiz uma fogueirinha Esperando meu amor Tomou conta do terreiro O forró se esquentou</p> <p>É madrugada Já chegou quem eu queria Foi a dádiva da sorte Da beleza que existia</p> <p>Dia raiou Rastro na areia Minha sereia São João é um amor</p> <p>Eu fiz uma fogueirinha Esperando meu amor Tomou conta do terreiro O forró se esquentou</p> <p>Dia raiou Rastro na areia Minha sereia São João é um amor</p>	<p>Eu acendi uma velhinha Exalando o calor Temperatura subiu tanto Que o ferro esquentou</p> <p>Já estava na cara o que tinha acontecido Temperatura subiu tanto que o ferro se expandiu</p> <p>Já raiou, Ferro tocou Naquela parte do experimento</p> <p>Eu fiz um experimento Que o ferro se expandiu Motorzinho tava girando E a gente que não se viu</p> <p>Já raiou, Ferro tocou Naquela parte do experimento</p>

Fonte: Autores.

Após a apresentação das paródias, foi notório que tiveram equipes que se empenharam mais na composição das paródias, porém ficou claro também que mesmo com poucas letras nas músicas, elas tinham o conteúdo de Física relatando que a dilatação está ligada a temperatura.

#### **4. Considerações Finais**

Neste trabalho desenvolvemos uma proposta didática que tem como objetivo investigar o desenvolvimento e as potencialidades de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) para o ensino de Dilatação Térmica, que pretende, além de aguçar a curiosidade dos alunos, torná-los mais críticos e questionadores.

Normalmente, o conteúdo de Dilatação Térmica é abordado de forma tradicional, mecânica, onde o professor, detentor do conhecimento, fala e o educando simplesmente ouve de forma passiva e, algumas vezes, não consegue assimilar os assuntos, gerando dificuldade no aprendizado.

No desenvolvimento das atividades investigativas foram usados, em sua maioria, materiais de baixo custo e de fácil acesso ao professor, que não precisa de um laboratório para realizar as atividades, pois sabemos que muitas escolas não dispõem deste local específico para as aulas práticas.

A aplicação deste trabalho deixou claro, que o ensino por investigação é algo motivador, que atrai a atenção do aluno, pois ele é um agente ativo para a construção do conhecimento e o professor é um agente mediador, que acompanha esta construção, com perguntas norteadoras neste processo.

A utilização da música em forma de paródias é algo que também motiva os alunos, pois a música é algo que serve como descontração para eles, então por que não se envolver/utilizar a música no ensino? O resultado deste envolvimento foi a participação em massa dos alunos.

Como sequência deste trabalho, pretendemos continuar a aplicar esta abordagem ativa em outros conteúdos de Física para as turmas do 20

ano do Ensino Médio, assim como para as demais séries. Utilizaremos também a criação de paródias pelos alunos, mas solicitando que as letras expressem da maneira mais clara possível os conteúdos abordados.

## Referencias

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (org.), **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Thomson, 2004.

BORGES, A. T.; RODRIGUES, B. A. **Aprendendo a planejar investigações**. In: IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, IX, 2004, Jaboticatubas. Atas IX EPEF, Minas Gerais: SBF, 2004.

CARVALHO, A. M. P. Ciências no ensino fundamental. **Cadernos de Pesquisa** (Fundação Carlos Chagas). São Paulo, p. 152 — 168, 1998.

CARVALHO, A. M. P. **Calor e temperatura: Um ensino por investigação**. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

LEPRIQUE, K. L. P. A.; SILVA, A. H.; GOMES, L. C. Vygotsky e a argumentação: Uma possível perspectiva para o Ensino de Física. **Revista Valore**, Volta Redonda, V. 3, 2018, p. 608-618.

MONTEIRO, M. A.; MONTEIRO, I. C. C.; GASPAR, A. **Textos de divulgação científica em sala de aula para o Ensino de Física**. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Atas IV ENPEC, Bauru, 2003.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Revista Ensaio**, V. 1, 2008.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. Tese. Faculdade de Educação da USP, São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H.; Carvalho, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência e Educação**. Bauru, 2011.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: O papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de Ciências por investigação**: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013, cap. 3, p. 41-61.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, V.13, n.3, p.333-352, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M.. A construção de argumentos em aulas de ciências: o papel dos dados, evidências e variáveis no estabelecimento de justificativas. **Ciência & Educação**, V. 20, n. 2, p. 393-410, 2014.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**: O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**. 7<sup>a</sup> ed. Brasileira. São Paulo: Martins Fontes, 2007.





**PROJETO CIÊNCIAS NA PRAÇA: DA TRADIÇÃO À EXPERIMENTAÇÃO**  
**— AÇÃO INTEGRADA DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS**  
*SCIENCES IN THE SQUARE PROJECT: FROM TRADITION TO*  
*EXPERIMENTATION — INTEGRATED ACTION OF EDUCATION, SCIENCE*  
*AND TECHNOLOGY*

*Rubens Silva<sup>1</sup>, Leonardo Carneiro Quaresma<sup>2</sup>, Stefanny Souza Caroline de Souza Assunção<sup>3</sup>, Carmem Raquel Leitão de Assis<sup>4</sup>, Lucas Kauan Raiol Queiroz<sup>5</sup>*

<sup>1,2,3,4,5</sup> Faculdade de Física (FACFIS), Universidade Federal do Pará (UFPA),  
leonardo.quaresma@icen.ufpa.br, stefanny.assuncao@icen.ufpa.br, carmem.assis@icen.ufpa.br,  
lucas.queiroz@icen.ufpa.br.

## **Introdução**

Diante dos fins de viabilizar ações integradoras formativas, as quais possam contribuir com os dispositivos nacionais e internacionais que conferem a matéria educacional na organização do Estado brasileiro, a proposta **Projeto Ciências na Praça: Da Tradição à Experimentação — Ação Integrada de Educação, Ciências e Tecnologias**, certamente, é um bom exemplo de prática pedagógica integradora, articulada ao ensino, pesquisa e extensão, na medida em que instiga questionamentos e estimula a vivência de saberes, correlacionados a diferentes identidades e representações, proporcionando letramentos, científicos e culturais situados, os quais, mais do que inserir, promovem a integração social.

Por conseguinte, se a educação é parte de um processo ininterrupto de socialização — que visa ao pleno desenvolvimento do educando e seu preparo para o exercício da cidadania — a presente proposta atende também a uma necessidade não apenas da institucionalização da Educação como política pública, mas de um compromisso que oportunize a afirmação dos sujeitos e do lugar; de um compromisso com o desenvolvimento socioeconômico, com uma atuação articulada ao ensino, pesquisa e extensão.

É, portanto, em um cenário de mudanças, de transformações políticas, econômicas e sociais que a Educação como um todo significativo, segundo Maeyer (2006, p. 22), “é ferramenta democrática de progresso”, devendo, portanto, ser “aberta, multidisciplinar” e “contribuir para o desenvolvimento” de diferentes identidades e representações.

Nesta perspectiva, de modo a atender às implicações necessárias para uma formação de portas abertas, numa perspectiva muito mais humanizadora da prática educativa, é preciso ir além dos espaços institucionais; além de práticas estáticas, que desconsideram a concepção de uma Educação como potencializadora do indivíduo, de modo que possível seja investir em uma educação cidadã, inclusiva, democrática, comprometida com diferentes grupos e espaços sociais.

Assim, tendo em vista as finalidades propostas por toda a legislação vigente no que há de mais essencial enquanto direito e dever fundamental, enquanto proposta para que os sujeitos sintam-se incluídos em suas próprias aprendizagens, a UFPA promove ações extensionista que contemplam, entre outros dispositivos, o Plano Nacional de Educação em consonância com as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação.

Nesta perspectiva, no intuito de somar esforços a fim de fazer da educação um instrumento de socialização, de busca de novos significados, de rupturas, de transformação de conhecimentos em valores, os quais são necessários para a promoção da cidadania; para a valorização social e profissional; para a integração dos educandos ao mundo do trabalho, das ciências e das tecnologias; para a formação profissional

democrática, inclusiva e cidadã; para minimizar os impactos de um complexo sistema político-administrativo, o qual contempla, nas mais diversas especificidades, diferentes sujeitos, grupos, espaços, identidades, representações, a proposta **Projeto Ciências na Praça: Da Tradição à Experimentação — Ação Integrada de Educação, Ciências e Tecnologias** corrobora com políticas públicas educacionais destinadas a (re)orientar os serviços institucionais de modo a melhor atender às especificidades, próprias e comuns, dos sujeitos em diferentes dinâmicas e realidades sociais.

Nesta perspectiva, a proposta **“PROJETO CIÊNCIAS NA PRAÇA: Da tradição à experimentação — Ação Integrada de Educação, Ciências e Tecnologias”** se justifica por romper com práticas pedagógicas estáticas, descontextualizadas, no intuito de que possamos, desmitificar, de forma lúdica e interativa, o papel do ensino de ciências na sociedade contemporânea abrindo as portas dos laboratórios, das salas de aula, para ações formativas integradoras em que seja possível aproximar quem ensina de quem aprende e quem aprende de quem ensina, estimulando a curiosidade e o saber por meio do contato com a experimentação.

## **1. Fundamentação Teórica**

A experimentação ocupou um papel essencial na consolidação das ciências naturais a partir do século XVII, na medida em que as leis formuladas deveriam passar pelo crivo das situações empíricas propostas, dentro de uma lógica sequencial de formulação de hipóteses e verificação de consistência. Ocorreu naquele período uma ruptura com as práticas de investigação vigentes, que consideravam ainda uma estreita relação da Natureza e do Homem com o Divino, e que estavam fortemente impregnadas pelo senso comum. A experimentação ocupou um lugar privilegiado na proposição de uma metodologia científica, que se pautava pela racionalização de procedimentos, tendo assimilado formas de pensamento características, como a indução e a dedução. Estabelecido

um problema, o cientista ocupa-se em efetuar alguns experimentos que o levem a fazer observações cuidadosas, coletar dados, registrá-los e divulgá-los entre outros membros de sua comunidade, numa tentativa de refinar as explicações para os fenômenos.

Estabelecido um problema, o cientista ocupa-se em efetuar alguns experimentos que o levem a fazer observações cuidadosas, coletar dados, registrá-los e divulgá-los entre outros membros de sua comunidade, numa tentativa de refinar as explicações para os fenômenos subjacentes ao problema em estudo. O acúmulo de observações e dados, ambos derivados do estágio de experimentação, permite a formulação de enunciados mais genéricos que podem adquirir a força de leis ou teorias, dependendo do grau de abrangência do problema em estudo e do número de experimentos concordantes. Este processo de formular enunciados gerais à custa de observações e coleta de dados sobre o particular, contextualizado no experimento, é conhecido como indução.

O método descrito por Francis Bacon fundamenta a chamada ciência indutivista, que nas suas palavras se resume a:

*Só há e só pode haver duas vias para a investigação e para a descoberta da verdade. Uma, que consiste no saltar-se das sensações e das coisas particulares aos axiomas mais gerais e, a seguir, a descobrirem-se os axiomas intermediários a partir desses princípios e de sua inamovível verdade. A outra, que recolhe os axiomas dos dados dos sentidos e particulares, ascendendo contínua e gradualmente até alcançar, em último lugar, os princípios de máxima generalidade. Este é o verdadeiro caminho, porém ainda não instaurado. (BACON, 1989, p. 16).*

Um exemplo simples de aplicação do método indutivo em situações de ensino pode ser analisado numa atividade de laboratório, onde se pede para vários alunos registrarem independentemente a temperatura de ebulição da água. Supondo que estes alunos façam seus experimentos numa cidade litorânea e que todos eles tenham registrado a temperatura de ebulição em 100°C, pode-se levá-los à conclusão, pelo método indutivo baseado no acúmulo de evidências experimentais, que a temperatura de

ebulição da água é 100oC. No pensamento indutivista, não há lugar para a contradição, ou seja, as evidências empíricas devem todas concordar com os enunciados genéricos.

Ainda preocupado em formular uma metodologia científica precisa, René Descartes impõe à experimentação um novo papel, diverso do proposto pelo seu contemporâneo Bacon. Descartes considerava que o processo dedutivo -reconhecer a influência causal de pelo menos um enunciado geral sobre um evento particular- ganharia mais força na medida em que o percurso entre o enunciado geral e o evento particular fosse preenchido por eventos experimentais:

*Percebi, ..., no que concerne às experiências, que estas são tanto mais necessárias quanto mais adiantado se está em conhecimentos. (...) Primeiramente, tentei descobrir, em geral, os princípios ou causas primitivas de tudo o que é ou que pode ser no mundo. (...) Depois, examinei quais eram os primeiros e mais comuns efeitos que podiam ser deduzidos de tais causas. (...) Após isso, quis descer às mais particulares.*

Desse trecho retirado da sexta parte — “que Coisas são Requeridas para Avançar na Pesquisa da Natureza” — do livro *Discurso do Método*, percebe-se que há uma inversão na proposta de Descartes (1980) para o fazer ciência, comparando-se com aquela feita por Bacon, pois não é mais o acúmulo de evidências particulares que fortalece o enunciado geral, a lei, a teoria.

Cumprir destacar a característica de controle que a experimentação passa a exercer com a transformação do pensamento científico. Esse controle, exercido sobre as variáveis inerentes ao fenômeno em estudo, subsidia a prática empírica de adotar a precisão da medida da variável como critério mais adequado de julgamento do fenômeno, que durante o advento da fase racionalista da ciência passa a ocupar o lugar da prática aristotélica de privilegiar os sentidos na abordagem do fenômeno. O empírico avança para a compreensão do fenômeno à medida que abstrai os sentidos e se apoia em medidas instrumentais mais precisas, passíveis de reprodução extemporânea. O ataque à filosofia aristotélica no século

XVII é completado por Galileu, que atribui à experimentação um papel central no fazer ciência, o de legitimadora.

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Geral**

Promover o acesso a letramentos científicos e culturais, da tradição à experimentação, a diferentes sujeitos, grupos, lugares, identidades e representações, por intermédio de ações formativas integradoras que estimulem a vivência de uma cultura científica inclusiva, inovadora, democrática, cidadã, de valorização social e profissional, comprometida com o preparo para o mundo do trabalho, das ciências e das tecnologias.

#### **3.2. Específicos**

- Estimular o gosto pelas ciências em geral, como parte de um processo engajador, frutivo, colaborativo, inclusivo, dinâmico, investigativo, reflexivo, socializador — comprometido com a diversidade cultural e científica;
- Estimular a articulação entre o ensino, a pesquisa e a extensão de modo a ampliar vivências e saberes humanizadores, integrados à Educação, Ciência e Tecnologia;
- Promover uma educação inclusiva, democrática, cidadã, em diferentes contextos, níveis e modalidades da educação básica, superior e profissionalizante;
- Desenvolver produtos e socializar saberes científicos e culturais articulados ao mundo do trabalho, das ciências e das tecnologias;
- Contribuir para a inclusão e integração social de diferentes sujeitos, grupos, identidades, representações;

- Colaborar com o desenvolvimento pleno do educando, em seu preparo para o exercício da cidadania e qualificação profissional.

#### 4. Materiais e Métodos

Apesar dos avanços promovidos pela política educacional no Brasil, ainda há um grande percurso a ser traçado rumo a uma educação pública de qualidade, democrática, integradora e de promoção social.

Nesta perspectiva, se estimular o gosto pelas Ciências visa à construção de uma sociedade mais justa, democrática e igualitária, propugna-se, através da proposta **“PROJETO CIÊNCIAS NA PRAÇA: Da Tradição à Experimentação — Ação Integrada de Educação, Ciências e Tecnologias”**, refletir não apenas sobre letramentos científicos, mas ainda culturais, a fim de adequarmos às práticas educativas às necessidades que o educando apresenta, reconhecendo a relevância do processo de ensino-aprendizagem em toda a dinâmica do tecido social.

Assim, certos de que não se pode mais pensar em um processo de ensino-aprendizagem que não provoque o outro a dizer; que não atenda a propósitos de mudança; que não dialogue com as aprendizagens que nos são próprias; que se afaste de propósitos sociais, a proposta **“PROJETO CIÊNCIAS NA PRAÇA: Da Tradição à Experimentação — Ação Integrada de Educação, Ciências e Tecnologias”** busca abranger interação, ludicidade, criticidade, engajamento — vivências e saberes culturais e científicos.

Por conseguinte, é importante lançarmo-nos a este desafio de desconstrução da percepção das ciências como produtos de espaços físicos estáticos e, assim, abrirmos as portas da “sala de aula” com o propósito de instigar a sensação do saber, do descobrir, do imaginar, do aprender, do refletir de modo a oportunizar o acesso a saberes científicos e culturais.

Portanto, compreendendo a proposta **“CIÊNCIAS NA PRAÇA: Da Tradição à Experimentação — Ação Integrada de Educação, Ciências**

**e Tecnologias**” como um espaço socializador, dinamizador, integrado, bem como ainda um espaço plural, caleidoscópico, lúdico, político, democrático, inclusivo, de aproximação, envolvimento, imaginação, debates, ciências, fruição — destinado a uma interação que vai além da sala de aula e dos “letramentos” institucionalizados no que se refere ao currículo mínimo, aos parâmetros e diretrizes nacionais, às matrizes de referência, mas também, certamente, comprometido com um processo de ensino aprendizagem de portas abertas, inovador — enquanto proposta de intervenção metodológica para o ensino de ciências, na contramão de práticas prescritivistas, as quais visam aprendizagens como objeto em si mesmo, da tradição à experimentação, visa contribuir com o trânsito “do mundo das ciências” para as “ciências do mundo”.

Assim, se a pedagogia tradicional se pautou em tendências pedagógicas e metodologias de aprendizagens estáticas, descontextualizadas, metodologicamente, a proposta **“PROJETO CIÊNCIAS NA PRAÇA: Da Tradição à Experimentação — Ação Integrada de Educação, Ciências e Tecnologias”** se apresenta em espaços dinâmicos, preparados para debates abertos, palestras, cursos, minicursos e oficinas voltadas para a educação básica, superior e profissionalizante.

Para tal, quanto à metodologia, a natureza desta proposta demanda um cronograma de ações formativas no qual se define as seguintes etapas: etapas de reconhecimento de área para definição de público alvo e vistoria; etapa de planejamento para o desenvolvimento de estratégias o transporte, concessão do espaço e definição de materiais e métodos; etapa de execução orientação e elaboração de produtos; etapa de socialização para a apresentação da mostra científica e cultural; etapa de redação para elaboração de relatórios e artigos científicos.

Ademais, com fins de articular o ensino, a pesquisa e a extensão, propugna-se, assim, o planejamento e execução de investigação bibliográfica e de pesquisa de campo. Uma pesquisa bibliográfica a fim de reunir contribuições diversas, em um contexto específico, a partir de uma incursão teórica-empírica de contribuições diversas no âmbito



da educação. Uma pesquisa de campo para a coleta de dados a partir, primeiramente, de entrevistas realizadas com a aplicação de questionários específicos, com perguntas fechadas e individuais e, posteriormente, da escolha de grupos focais, a fim de que se possa perceber, em conjunto, diferentes percepções, sentimentos e atitudes frente às ações formativas a serem executadas.

Por certo, para efeito de relatório, bem como para os demais fins científicos da ação formativa do **“PROJETO CIÊNCIAS NA PRAÇA: Da Tradição à Experimentação — Ação Integrada de Educação, Ciências e Tecnologias”**, faz-se necessário refletir como a proposta pode contribuir com o processo de ensino-aprendizagem na educação básica, superior e profissionalizante, de modo a promover uma cultura científica.

## 5. Resultados

A proposta **“PROJETO CIÊNCIAS NA PRAÇA: Da Tradição à Experimentação — Ação integrada de Educação, Ciências e Tecnologias”** da UFPA coaduna com as políticas públicas educacionais — principalmente quanto ao que assevera a LDBN 9394/96 ao conferir a matéria educacional na organização do Estado brasileiro para fins de atender as finalidades da educação como um todo significativo.

Neste contexto, busca-se, como meta, suprir uma carência que pode variar em diferentes níveis e contextos, entre diferentes sujeitos, grupos e lugares, de modo a promover ações formativas que contribuam para o acesso a letramentos científicos e culturais, da tradição à experimentação, os quais provoquem o outro a dizer e a dizer-se; firmem identidades e valores; encorajem, desafiem, engajem, incluam; que estimulem uma cultura científica e uma educação cidadã, comprometida com o preparo para o mundo do trabalho, das ciências e das tecnologias.

Os resultados foram satisfatórios e bem significados para esse projeto, visto que atendeu as expectativas que eram almejadas como metas, fazendo com que o projeto ganhe força, foi bastante interessante, fazer

com que o público, na maior parte, estudantes do ensino fundamental e médio, tenha uma interação com o ensino de física com uma abordagem experimental, pois, é nítido que esse público se interessou e se divertiu, observando, tocando e até participando de alguns experimentos.

Figura 1 — Ciência na Praça em Portel/PA.



Fonte: Autoria própria.

Figura 2 — Ciência na Praça em Portel/PA.



Fonte: Autoria própria.

O projeto ciência na praça foi convidado para se apresentar na “i feira interdisciplinar de ciências do município de Portel” localizada em Portel/PA, é observado a interação dos estudantes com a parte da experimental em física. Foi notado um interesse e uma empolgação por parte dos estudantes que observaram, tiveram um contato físico e participarão dos experimentos que foram demonstrados na feira de ciências do município de Portel/PA.

Figura 3 — Estudantes participando do experimento choque elétrico.



Fonte: Autoria própria.

## 6. Considerações Finais

Os resultados almejados pelo projeto ciência na praça foram satisfatórios, pois, esse projeto foi capaz de trazer um vasto número de alunos tanto do ensino fundamental e do ensino médio, e não só alunos, mas adultos como pais e responsáveis dos referidos estudantes, na referida feira, é visto, que o público alvo se divertiu observando a física com um olhar diferente daquele olhar que é visto em sala de aula, e teve grande participação para o resultados desse projeto.

Nessa feira, tiveram relatos que estudantes do ensino fundamental e médio querem seguir a carreiras de ciências, que gostaram e amaram os referidos experimentos e as demonstrações desses tais, foi de extrema importância, esses tais relatos serem mencionados, pois, é algo que é incentivador para o aprimoramento do aprendizado desses jovens e para a satisfação dos seus pais, professores e para os participantes desse projeto.

Então as conclusões que o projeto de extensão obteve foi satisfatório por fazer com que esse público busque e aprimore os seus conhecimentos

para uma evolução da sua formação acadêmica, que é de extrema importância para o seu senso crítico e sua vida educacional.

## Referências

ALBAGLI, S. **Ciência da Informação**, 25, 396 (1996).

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3ª ed. Brasília: Aneel, p. 57 (2008). Atlas. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>.

ARAÚJO, M. S. T. de; ABIB, M. L. V. dos S. *Rev. Bras. Ens. Fís.*, 25, 176 (2003).

ARAÚJO, A. R. de O.; ROCHA, G. de M. **Unidades de Conservação em Tucuruí/PA como instrumento de Gestão Territorial**. in *Anais do IV Encontro Nacional da ANPPAS*, Brasília/DF, 2008, p. 1.

BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, 24, 194 (2007).

BRASIL, R. **Projeto Universidade Aberta inscreve para curso pré-vestibular gratuito**. Pará, 2019. Disponível em: <https://portal.ufpa.br/>. Acesso em: 16 maio 2019.

CALDAS, J.; CRISPINO, L. C. B. *Rev. Bras. Ens. Fís.*, 39, e2309 (2017).

CALDAS, J.; CRISPINO, L. C. B. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, 35, 678 (2018).

CALDAS, J.; LIMA, M. C. de; CRISPINO, L. C. B. *Rev. Bras. Ens. Fís.*, 38, e4307 (2016).

CALDAS, J.; LIMA, M. C. de; CRISPINO, L. C. B. *Rev. Bras. Ens. Fís.*, 38, e4307 (2016).

CALDAS, J.; FRANÇA, R. R. de; CRISPINO, L. C. B. **Rev. Bras. Ens. Fís.**, 39, e4201 (2017).

LABURÚ, C. E. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, 23, 382 (2006).

LEIRIA, T. F.; MATARUCO, S. M. C. **O papel das atividades experimentais no processo ensinoaprendizagem de Física.** in **Anais de XXI Congresso Nacional de Educação**, Curitiba, 2015, p. 32215.

MIYAKE, Rafael. **II Feira de Experimentos de Ciência e Tecnologia ocorre nesta sexta-feira**, no Mirante do Rio. Pará, 2019. Disponível em: <https://portal.ufpa.br/>. Acesso em: 2 maio 2019.

POIRRIER, P. **Musées et politiques culturelles em France. La Lettre de l'OCIM**, 96, 13 (2004).

RODRIGUES, G.; COUTINHO-SILVA, R. **Rev. Bras. de Ens. de Fís.**, 32, 3402 (2010).

RODRIGUES, A. L. L.; PRATA, M. S.; BATALHA, T. B. S.; COSTA, C. L. N. do A.; NETO, I. de F. P. **Cadernos de Graduação: ciências humanas e sociais**, Aracajú, 1, 141 (2013).

SANTOS, P. R. dos. **A importância da experimentação na formação inicial e suas implicações no processo de ensino e na práxis dos professores de ciências. Monografia de Especialização (Especialista em Ensino de Ciências)** — Programa de Pós- Graduação à Distância, Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Medianeira, 2013.

SÉRÉ, Marie-Geneviève; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, 20, 30 (2003).

TEIXEIRA, J. N.; MURAMATSU, M.; ALVES, L. A. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, 27,171 (2010).

VIEIRA, Mariana. **UFPA realiza feira de experimentos científicos nesta quarta**. Pará, 2018. Disponível em: <https://portal.ufpa.br/>. Acesso em: 2 maio 2019.

BACON, Francis. **Novum Organum ou Verdadeiras interpretações acerca da natureza**. São Paulo: Nova Cultural, 1999.

DESCARTES, René. **Discurso do método**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

**ENSINO DE CIÊNCIAS: ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE MHS NO  
LABORATÓRIO REMOTO DA UFPA**  
*SCIENCE TEACHING: EXPERIMENTAL ACTIVITY OF MHS IN THE REMOTE  
LABORATORY OF UFPA*

*Sandro Viana<sup>1</sup>, Waldomiro Paschoal Jr.<sup>2</sup>*

<sup>1,2</sup> Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física (MNPEF)/ Instituto de Ciências  
Exatas e Naturais (ICEN) — Universidade Federal do Pará (UFPA),  
sanvianamat@gmail.com, wpaschoaljr@ufpa.br.

## **Introdução**

Na crise pandêmica do COVID-19, o ensino remoto se tornou uma boa alternativa de comunicação entre professores e alunos. No entanto, neste cenário as atividades experimentais precisariam ser mais exploradas e sistematizadas em um ambiente remoto mais formal. É que podem amenizar a carência de laboratórios de ciência na educação básica brasileira. Nicolete (2016) relata a importância dos laboratórios de experimentação remota para complementar as aulas expositivas nas áreas das ciências, tecnologia e engenharias, tanto nos ensinos básico e superior. Os laboratórios remotos são ferramentas educacionais que permitem a experimentação usando o laboratório real, permitindo aos discentes o acesso à distância desde que esteja conectado à internet. O que possibilitaria o acesso de comunidades bastante afastadas dos laboratórios reais, como indígenas, quilombolas, etc, além do uso neste

cenário pandêmico. A pergunta motivadora desse estudo é: qual o impacto dos laboratórios remotos nas aulas de Física e de Ciências do ensino básico? Assim, este trabalho apresenta uma atividade experimental remota sobre MHS para o laboratório do MNPEF da UFPA.

## 1. Fundamentação Teórica

A sequência didática é uma série ordenada e articulada de atividades que formam as unidades didáticas, onde o professor através dos objetivos que pretende alcançar com seus discentes vai organizar sistematicamente uma série de atividades para atingir a aprendizagem daqueles conteúdos selecionados (Zabala, 1998). Assim, o produto educacional deste trabalho além de um experimento remoto de Física, é também desenvolvimento de uma sequência didática de abordagem investigativa de modo que possa contribuir com o ensino de Física na educação básica. E aborda o Movimento Harmônico Simples (MHS) através um experimento de pêndulo simples controlado remotamente pela plataforma Arduino (SCHIVANI *et al.*, 2017), com coleta remota de parâmetros (comprimento do pêndulo, massa do pêndulo e ângulo de oscilação).

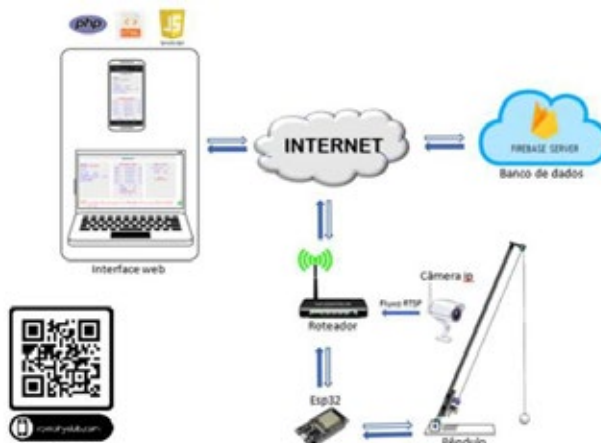
## 2. Métodos e Materiais

A construção do protótipo do laboratório remoto utilizou como base o microcontrolador ESP32 programado no ambiente de desenvolvimento IDE Arduino capaz de acessar o Firebase Realtime Database através da rede WIFI. A partir de uma página HTML, o usuário poderá realizar variações das grandezas associadas ao movimento do pêndulo. Esse acionamento será realizado por meio de atuadores eletromecânicos que controlam o ângulo inicial do pêndulo, o comprimento do fio do pêndulo e escolher entre duas massas diferentes retornando, por meio de sensores infravermelhos que captam a passagem do pêndulo, o valor do período em cada oscilação, além do valor da média dos dez primeiros períodos



aferidos e aceleração da gravidade com base no valor do período médio das oscilações. Todo o processo experimental pode ser observado em tempo real pelo usuário através de streaming de vídeo de uma câmera IP direcionada.

Figura 1. Estrutura básica do laboratório de experimentação remota. Fonte: Autor.

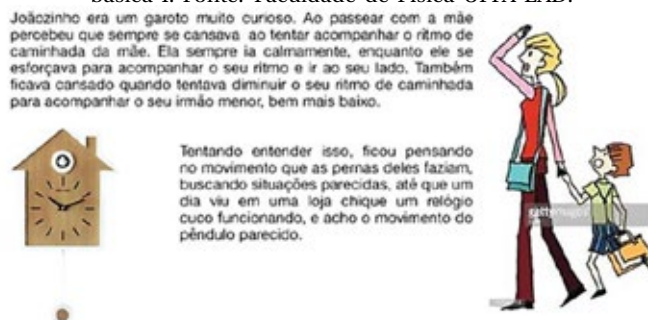


Após a finalização da montagem do protótipo do experimento remoto e da construção da página web, banco de dados e formulário de coleta de dados, em junho de 2021 foi proposto à direção do Colégio intelectual a aplicação das atividades experimentais no ambiente de aprendizagem por experimentos remotos desenvolvido neste este produto educacional. Em conformidade com os objetivos propostos pelos PCN's e a BNCC, foi estabelecido um cronograma de atividades a serem implementado na turma de 3º Ano do ensino médio com participação de 45 alunos.

Inicialmente os conteúdos foram abordados com metodologia tradicional de aula dialógica expositiva baseado no livro-texto e no decorrer das explanações dos conceitos. Na etapa seguinte foi proposta uma situação problema intitulada “atividade investigativa — física do caminhar” na qual comparava o movimento das pernas de uma pessoa caminhando, sem levar em consideração o movimento dos joelhos, com o

movimento de um pêndulo de um relógio oscilando mostrando que duas pessoas de estaturas bem diferentes ao menos uma tende a caminhar fora do seu padrão normal de caminhada para, assim, caminharem lado a lado e proposto uma análise investigativa feita pelos discentes convidando-os a validar ou não algumas hipóteses sobre o porquê de terem que caminhar fora do seu padrão normal de caminhada. Após a atividade investigativa lhes foi aplicado um formulário de sondagem de conhecimentos que serviu de parâmetro para comparação com os resultados obtidos posteriormente.

Figura 2. Atividade investigativa Adaptada do material pedagógico da disciplina Física básica I. Fonte: Faculdade de Física-UFPA-EAD.



Na sequência os discentes puderam escolher quando e de onde acessar o ambiente de aprendizagem por experimentação remota, de onde puderam manipular o comprimento do pêndulo, a amplitude de oscilação bem como escolher entre dois pêndulos de massas distintas, para, após algumas experimentações variando os valores, chegar à conclusão de qual grandeza física depende o período de oscilação do pêndulo simples. Ainda no ambiente de aprendizagem por experimentação remota o discente é direcionado para um segundo formulário com as mesmas perguntas abertas do primeiro formulário acrescido de três hipóteses sobre a provável grandeza física relacionada com o período bem como um teste com seis questões de múltipla escolha relacionadas a elementos do cotidiano que fazem uso de conceitos do pêndulo simples.

### 3. Resultados e Discussões

A experimentação remota permite a aquisição de dados do mundo físico através de sensores e sistemas de monitoramento gerenciados pelo microcontrolador e proporcionam ao usuário o controle e análise de resultados como se estivesse no próprio local, assegurando que os resultados obtidos sejam iguais quando manipulando-se diretamente o recurso. Uma motivação para a utilização dos laboratórios remotos é justamente a facilidade de poder acessá-lo de casa e não diferente disto pode-se notar um maior engajamento dos discentes nas aulas de física acerca do tema MHS. No que tange a apropriação do conhecimento foi significativa à mudança da compreensão dos conceitos sobre pêndulo simples.

Gráfico 1. A quantidade de alunos que dominam o conceito de pêndulo simples foi mais que o dobro após a atividade experimental. Fonte: autor.



Gráfico 2. Nota-se um significativo aumento dos alunos no conceito sobre período dobro após a atividade experimental. Fonte: autor.



Gráfico 3. A quantidade de alunos que dominam o conceito de frequência quase dobrou após a atividade experimental. Fonte: autor.



Gráfico 5. Após a atividade experimental todos os alunos conseguiram citar ao menos um exemplo de pêndulo no cotidiano.

Fonte: autor.

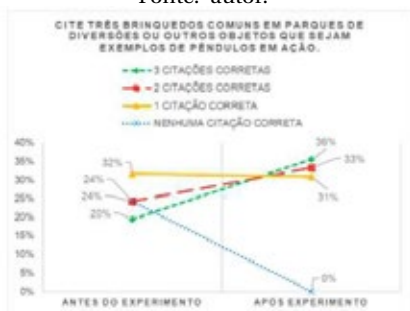


Gráfico 4. Dentre os conceitos abordados o de ARCO foi o menos compreendido com uma modesta melhora após atividade experimental.

Fonte: autor.



Gráfico 6. Após a atividade experimental a quantidade de alunos que afirmavam que a massa tem influência no período do pêndulo teve significativa redução. Fonte: autor.

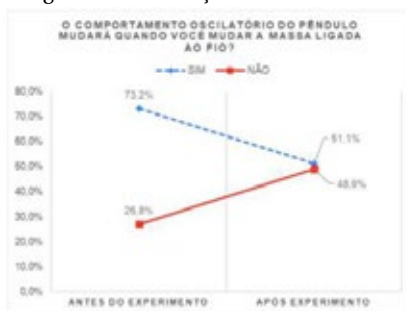
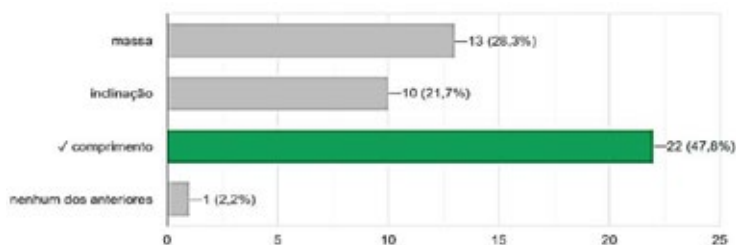


Gráfico 7. De maneira geral houve uma boa percepção pelos alunos de que o período de um pêndulo simples depende do comprimento. Fonte: autor.



## 4. Conclusão

Diante dos resultados preliminares observou-se, nos gráficos de 1 a 6, que houve aumento no quantitativo de alunos com domínio dos conceitos sobre pêndulo simples e a partir dos procedimentos metodológicos verificou-se que 47,8% assimilaram que o período é determinado pelo comprimento do pêndulo. Assim acredita-se que este trabalho aponta para uma consistente possibilidade de inferirmos que as atividades experimentais por meio do laboratório remoto produzem resultados satisfatórios no processo de ensino-aprendizagem.

## Bibliografia

Zabala, Antoni. **A prática educativa: como ensinar** / Antoni Zabala; tradução Ernani F. da Rosa — Porto Alegre: Artmed, 1998.

NICOLETE, P. C. **Integração de tecnologia na educação: Grupo de trabalho em experimentação remota móvel (GT-MRE) um estudo de caso**. 2016. 221 f. Dissertação (Mestrado) — Curso de Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/171704/343054.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 08 /05/ 2021.

KAZMIERKOWSKI, M. P. **Using Remote Labs in Education** (Zubia, J.G. and Alves, G.R.; 2011) [Book News]. IEEE Industrial Electronics Magazine, [s.l.], v. 7, n. 1, p. 67-68, mar. 2013.

SILVA, S. P. **A utilização da experimentação remota na educação básica:** um estudo em escolas das redes pública e privada. 2013. 79 f. TCC (Graduação) — Curso de Bacharel em Tecnologias da Informação e Comunicação, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2013.

**FÍSICA EM CASA: USO DOS ITENS ENCONTRADOS NOS LARES PARA  
ENSINAR FÍSICA PARA ALUNOS DA MODALIDADE EJA**  
*FÍSICA EM CASA: USO DOS ITENS ENCONTRADOS NOS LARES PARA  
ENSINAR FÍSICA PARA ALUNOS DA MODALIDADE EJA*

*Paulo Martins Vieira<sup>1</sup>, Wagner Ferreira da Silva<sup>2</sup>*

<sup>1,2</sup> Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Instituto de Física, wagner@fis.ufal.br.

## **Introdução**

Pensar na Educação de Jovens e Adultos (EJA) é pensar em homens e mulheres que voltam a refazer os percursos escolares. Contudo, é também refletir sobre a riqueza de saberes, de valores e culturas, sobre a diferença humana, e sobre a peleja coletiva pela garantia de direitos. São esses homens e mulheres que chegam às escolas, que chegam a EJA em busca do direito de acesso ao conhecimento socialmente construído, que almejam por superar as desigualdades e a exclusão. Assim, precisamos considerar os diferentes espaços-tempos nos quais acontece a formação de jovens e de adultos.

As mudanças no mundo globalizado, estimuladas pelo avanço tecnológico, exigem que as pessoas adquiram e modernizem invariavelmente seus conhecimentos ao longo de toda a vida. Então, deve-se pensar a EJA como uma modalidade de ensino que tem a função social de dar respostas às necessidades formativas dos sujeitos que a compõem, levando em consideração as suas necessidades emergentes, tendo em

vista, as rápidas transformações sociais, tecnológicas e econômicas. Sendo assim, é inquestionável a importância da Física para a compreensão dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos e dos fenômenos do nosso cotidiano, justificando assim a necessidade de estudá-la.

Portanto, a Educação de Jovens e Adultos deve procurar proporcionar a esses sujeitos uma formação flexível e diversificada, que lhes permita agir como cidadãos decisivos, independentes, capazes de encarar as aceleradas mudanças socioeconômicas, tecnológicas e culturais do mundo atual. Diante desses fatos procuramos desenvolver um material voltado ao ensino de Física na EJA com a pretensão de atender essas necessidades urgentes.

O objetivo do presente trabalho foi elaborar um material didático para o ensino de Física na EJA; que incorporasse as especificidades e diversidades presentes no universo dos alunos dessa modalidade, considerando suas origens, cultura, saberes, conhecimento e projeto de vida. E, os objetivos específicos foram: a) investigar quais teorias da aprendizagem se ajusta mais ao ensino de Física na EJA; b) identificar as dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos alunos dessa modalidade de ensino na disciplina de Física e c) desenvolver um material didático de Física que se ajustasse, melhor, a realidade vivida pelos estudantes da EJA.

## **1. Fundamentação Teórica**

Dentre as várias especificidades que poderíamos citar com relação aos alunos da EJA, podemos citar o fato de que geralmente são alunos que passaram o dia todo no trabalho e chegam muitas vezes cansados na aula à noite, devido ao longo dia de trabalho que tiveram. Assim, em especial para eles, é urgente que a física seja ensinada de forma prática e que não seja ensinada de forma tradicional (apenas com quadro e lápis), caso contrário, as chances de desmotivação podem ser bem acentuadas. Neste sentido, é muito importante que ocorra uma aprendizagem significativa,



pois isto sem dúvida irá contribuir fortemente para que um aprendizado eficiente seja alcançado.

Para Ausubel, a aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Tal conhecimento ligado à nova aprendizagem, a qual pode ser um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem, Ausubel chamava de subsunçor ou ideia-âncora (apud MOREIRA,1999, p. 153). Portanto, “subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura cognitiva do indivíduo, que lhe permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto” (MOREIRA 2011, p.14). Assim, a nitidez, a firmeza cognitiva, o alcance, a diferenciação de um subsunçor variam ao longo do tempo, ou melhor, das aprendizagens significativas do sujeito. São conhecimentos dinâmicos que podem evoluir e, inclusive, “involuir” (MOREIRA, 2011).

A relação entre o conteúdo a ser aprendido e aquilo que o aluno já sabe deve exibir duas qualidades: substantividade e não arbitrariedade. A substantividade está associada ao fato de que a relação não é modificada se outros símbolos, distintos, mas equivalentes, forem usados. O que precisa ser incorporado à estrutura cognitiva são as ideias principais e não somente as palavras. A segunda qualidade, não arbitrariedade, exige uma relação entre o novo item a ser aprendido e os conhecimentos especificamente relevantes da estrutura cognitiva, não sendo arbitrário ou por acaso (RONCA, 1980).

Com base nisto, acreditamos que utilizar os equipamentos que os alunos possuem em casa como o televisor, o celular, a geladeira, dentre outros, pode ser uma interessante abordagem para o ensino de diversos conceitos físicos.

## 2. Métodos e Materiais

Essa seção aborda sobre o percurso metodológico da pesquisa, discorrendo a natureza do estudo, a caracterização do campo, os sujeitos envolvidos, os instrumentos aplicados e os procedimentos de análise dos dados.

### 2.1. A natureza da pesquisa

A presente pesquisa consiste em um estudo descritivo de abordagem qualitativa, que tem por objetivo analisar a possibilidade de utilizar um material contextualizado para o ensino de Física no Ensino Médio da EJA.

Optamos pela abordagem qualitativa por trabalhar “com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis” (MINAYO, 2002, p. 21-22), e, especialmente, nos permitir dar voz aos nossos sujeitos de pesquisa.

### 2.1. Sujeitos da pesquisa

Nossos sujeitos de pesquisa foram alunos que estudam na terceira série da EJA, de uma escola particular de Maceió-AL, que faziam parte do quadro da filantropia da escola. A terceira série da EJA corresponde a última série do Ensino Médio. Participaram da pesquisa 49 alunos, 35 do sexo feminino e 15 do sexo masculino, distribuídos nas faixas etárias discriminadas na Tabela 1.

Tabela 1 — Faixa etária dos alunos participantes da pesquisa.

20-25 anos	25-30 anos	31-35 anos	36-40 anos	41-45 anos	46-50 anos	50 ou mais
11	06	09	08	05	04	06

Fonte: Autoria própria (2022).

Desse universo, 15 alunos, o que corresponde a 30,6%, são alunos oriundos das séries iniciais do referido Colégio e, o restante, 34 ou 69,4% são alunos de outras escolas. O acesso a esses alunos se deu pelo fato do referido mestrando ser o professor titular dessa turma. Contudo, buscou-se seguir o princípio da ética profissional e lisura da pesquisa.

### **2.3. O questionário**

Foi elaborado e aplicado com os alunos um questionário composto por 12 questões configuradas em múltipla escolha e abertas. O questionário estruturava-se em dois blocos de questões: a) Análise sobre a disciplina e b) Análise sobre o Produto Educacional. Sua aplicação se deu após o término das atividades desenvolvidas em sala de aula. Não foi pedido que os alunos se identificassem no questionário, ou seja, ele foi aplicado de forma anônima. Deste modo, os alunos puderam se expressar de forma autônomo. Por fim, na análise dos dados obtidos na pesquisa levou-se em consideração a aptidão dos discentes pela disciplina, o material didático utilizado e a exposição dos conteúdos durante as aulas.

### **2.4. Elaboração e aplicação do produto**

O produto educacional<sup>1</sup> consistiu em um material didático para o ensino de física na EJA (Educação de Jovens e Adultos). O material foi elaborado com o objetivo de atender as necessidades dos discentes dessa modalidade de ensino de maneira contextualizada. Embora o produto tenha obtido uma ótima aceitação pelos alunos, como veremos na parte da análise da aplicação do produto educacional, entendemos que, à medida em que ele for sendo utilizado por outros professores como uma ferramenta didática, sugestões poderão surgir para que ele seja aprimorado cada vez mais. Além disto, embora tenha sido planejado para turmas da EJA, ele certamente poderá ser utilizado em outras turmas do ensino médio.

---

<sup>1</sup>O produto educacional está disponível no seguinte endereço: [https://if.ufal.br/pt-br/pos-graduacao/mnpf/institucional/banco-de-dissertacoes/Dissertaoeprodutofinal\\_PauloMartinsVieira.pdf](https://if.ufal.br/pt-br/pos-graduacao/mnpf/institucional/banco-de-dissertacoes/Dissertaoeprodutofinal_PauloMartinsVieira.pdf)

O produto foi elaborado a partir de um tema central: A Física em Casa. A partir desse desenvolveram-se os subtemas: a Física na Sala, a Física no Banheiro e A Física na Cozinha. No subtema a Física na Sala, estudou-se a Física da TV, da Janela e do Ventilador; no subtema a Física do Banheiro estudou-se a Física do Chuveiro elétrico e, finalmente, no subtema a Física da Cozinha estudou-se a Física da Geladeira, a Física do fogão e a Física do forno de Micro-ondas.

Como um exemplo, o aparelho de micro-ondas foi utilizado no estudo da interação da radiação com a matéria, e a geladeira para explicar alguns conceitos da termodinâmica. O material também continha uma seção chamada de mito ou verdade, na qual foram exploradas questões que surgem no dia a dia do aluno, como a questão de se pode ou não guardar alimentos quentes na geladeira. Havia também uma seção com dicas, como a questão de que não se deve utilizar itens decorativos dentro da geladeira que impeçam a circulação do ar dentro dela, como plásticos nas grelhas.

### **3. Resultados e Discussões**

Vamos agora apresentar e discutir os principais resultados da aplicação do produto educacional, tendo como base os dados obtidos, particularmente do questionário, e das atividades desenvolvidas em sala de aula pelos alunos. Procurou-se analisar e refletir sobre as atitudes dos alunos, reações, desempenho e aprendizagem deles mediante o uso do produto educacional.

#### **3.1. Questões sobre a disciplina de Física**

Inicialmente, foi perguntado aos alunos se eles gostavam da disciplina de Física, e foi obtido que 57% deles disseram gostar da disciplina de Física. Analisando as justificativas dadas pelos alunos sobre este ponto, vimos que de maneira geral, os estudantes disseram que a disciplina era

importante para compreender seu cotidiano. Entretanto, alguns disseram que ela é muito complicada.

Uma outra pergunta feita no questionário foi se eles gostavam de estudar coisas do dia a dia nas aulas de Física, e 92% dos estudantes responderam que sim. Desta forma, verificamos que o nosso produto é potencialmente significativo para a aprendizagem dos conteúdos dessa matéria nas turmas em que o produto educacional foi aplicado. Além disto, 51% dos estudantes respondentes disseram que gostariam de aulas mais participativas, outros 28,6% deles que gostariam de aulas práticas ou com experimentos, e 20,4% deles não opinaram. Assim, verificamos que os estudantes preferem aulas mais participativas ou dialogadas e aulas experimentais. Daí a importância de aulas como as que fizemos para eles com a aplicação do produto educacional.

### **3.2. Questões sobre o material**

Em seguida, havia no questionário perguntas mais relacionadas ao produto educacional em si, que serão analisadas a partir de agora. A primeira pergunta desta parte foi se eles tinham estudado eletricidade antes, e 85,7% dos estudantes responderam que não. Assim, os alunos que tiveram contato com o produto educacional eram alunos que estavam estudando o conteúdo pela primeira vez.

Foi também perguntando se os estudantes respondentes já tinham participado de alguma aula com essa didática antes, e 86% deles disseram que não. Então, constatamos que a escolha da metodologia de ensino dirigida foi acertada para a turma EJA em que o produto educacional foi aplicado. Verificamos também que 14% dos estudantes participantes já tinham estudado através de uma metodologia similar a esta na disciplina Biologia.

Com relação ao uso de objetos de casa para o ensino da eletricidade, 57,1% dos estudantes respondentes consideraram ótimo o uso de objetos da casa para ensinar eletricidade e 28,6% consideraram algo bom. Portanto, constatamos que o uso de objetos presentes em nossa casa, para o ensino

de Física, é uma opção acertada para a contextualização dos conteúdos de Física.

Quando perguntados se a contextualização que foi feita através do produto educacional ajudou eles a entender melhor o conteúdo de Física ministrado, 53,1% dos estudantes respondentes consideraram que a contextualização do conteúdo ajudou muito e 46,9%, consideraram que ajudou, mas só um pouco. Assim, vemos que para todos eles a contextualização que foi feita ajudou de alguma forma. Além disso, 80% dos estudantes respondentes disseram que a proposta didática usada durante as aulas e o produto educacional os deixou mais motivados para participar das aulas de Física. Apenas 20% deles disseram que o produto não ajudou na motivação para participar das aulas de Física. Dentre as justificativas dadas pelos alunos que responderam NÃO, notamos que na verdade o problema não foi o produto educacional em si, mas, o fato de não terem tido tempo para lerem o material que havia sido dado antecipadamente para eles olharem alguns dias antes, ou porque não gostavam da disciplina de Física.

Sobre o design do material, todos eles disseram que o material é atraente e que isso facilita muito a leitura dele. Obtivemos também que 71% dos estudantes respondentes disseram que as figuras facilitaram a compreensão do conteúdo, e apenas 29% deles disseram que as figuras não eram de fácil entendimento. Contudo, pelas justificas dadas por aqueles que responderam NÃO, vimos que novamente o problema não foi bem as figuras, mas novamente, foi a dificuldade que os alunos possuem em aprender física. O mesmo ocorreu quando os alunos foram perguntados se o texto do material era de fácil entendimento, isto é, ele se ele estava escrito de forma clara, e 86% dos estudantes respondentes disseram que sim. Por fim, com base nos resultados aqui apresentados, podemos, portanto, afirmar que o produto educacional teve uma ótima avaliação pelos alunos.

## 4. Considerações Finais

A partir dos resultados aqui apresentados, da aplicação do produto educacional para alunos da EJA, através da proposta de um ensino dirigido e contextualizado da Física, constatamos uma boa aceitação por parte dos alunos, onde a grande maioria deles gostaram bastante da proposta apresentada. Vimos que alguns poucos alunos disseram não terem gostado ou achado o material de difícil entendimento, dentre outros pontos negativos. Mas, analisando as respostas deste grupo de alunos, vimos que, na verdade, o problema deles estava mais associado ao fato de não gostarem de Física, ou de não terem tempo de estudar Física, do que com o produto educacional em si.

Não houve tempo hábil para aplicar o produto educacional proposto aqui em sua totalidade, pois, seriam necessárias várias aulas para isto. Mas fica a pretensão de servir como um material de apoio para os professores que irão ministrar aulas de Física na modalidade da EJA ou no ensino regular. Levando em consideração a importância destes conteúdos e da dificuldade de realização de experimentos desta área da física em sala de aula, propusemos estas atividades, que estão relacionadas a equipamentos que fazem parte do dia a dia dos alunos, e que assim oferecem aos alunos da EJA uma boa interação entre eles e os conteúdos contextualizados da física. Contudo, vale destacar que nossa intenção não é que este material seja o substituto de aulas experimentais, ou de outras ferramentas didáticas, mas sim, que ele possa ser mais uma ferramenta de auxílio ao professor de Física, e que possa ser utilizado juntamente com outras ferramentas didáticas.

Por fim, nosso desejo é que este material possa contribuir para uma mudança na realidade educacional do nosso país, e que os alunos cada vez mais aprendam física e apliquem esse ensinamento no cotidiano em que vivem. No entanto, para que isso ocorra no futuro, é essencial que as alterações ocorram agora no presente, o que coloca sobre nós uma enorme responsabilidade com o tipo de educação que estamos proporcionando aos alunos da EJA e nas outras modalidades de ensino do nosso País.

## Referências

MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 21. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU. 1999.

MOREIRA, M. A. **Teorias da aprendizagem**. 2 ed. São Paulo: EPU.2011.

RONCA, C. (1980). Aprendizagem significativa. In: Penteadó, Wilma Millan Alves (Org.). **Psicologia e Ensino**. São Paulo: Papelivros, pp. 59 — 83.



**SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO SIGNIFICATIVA NO  
ESTUDO DAS RELAÇÕES ENTRE FÍSICA E MÚSICA EM ATIVIDADES  
EXPERIMENTAIS ENVOLVENDO O OSCILADOR DE MELDE**  
*TEACHING SEQUENCE BY SIGNIFICANT RESEARCH IN THE STUDY OF THE  
RELATIONSHIPS BETWEEN PHYSICS AND MUSIC IN EXPERIMENTAL  
ACTIVITIES INVOLVING THE MELDE OSCILLATOR*

*Joel Vieira de Araújo Filho<sup>1</sup>, Francisco Nairon Monteiro Júnior<sup>2</sup>*

<sup>1,2</sup> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), naironjr67@gmail.com.

## **Introdução**

Desde cedo nos interessamos por ciência, por descobrir o que há no mundo. A curiosidade é inerente ao ser humano. No mundo tecnológico em que vivemos, aprendemos a manipular tablets e smartphones, baixar aplicativos de jogos, ver vídeos, conversar em redes sociais. Intuitivamente, manipulamos conceitos e processos que vêm da ciência. Infelizmente, ao longo da vida escolar essa curiosidade, essa motivação, desaparecem. Segundo Pozo e Crespo (2009, p. 15),

“espalha-se entre os professores de ciências, especialmente nos anos finais do ensino fundamental e do ensino médio, uma crescente sensação de desassossego, de frustração, ao comprovar o limitado sucesso de seus esforços docentes. Aparentemente, os alunos aprendem cada vez menos e

tem menos interesse pelo que aprendem. Essa crise da educação científica, que se manifesta não só nas salas de aula, mas também nos resultados da pesquisa em didática das ciências.”

Parece existir uma crise no ensino de ciências, e não é recente. Vem de décadas de um trabalho pedagógico conservador e tecnicista. Esse analfabetismo científico se reflete na própria sociedade, conservando uma sociedade desigual e sem capacidade de refletir sobre as corretas decisões político-econômicas que envolvam ciência e tecnologia. Cachapuz *et al.* (2011, p.19) afirma que “o desenvolvimento de qualquer programa de educação científica deveria começar com propósitos correspondentes na educação geral [...] e requer estratégias que evitam a repercussão das desigualdades sociais no âmbito educativo.” É salutar afirmar que a alfabetização científica da sociedade não deve buscar a formação de especialistas em física, química ou biologia, mas sim a formação de um cidadão que tenha a capacidade de tomar consciência de suas decisões em relação a aspectos da ciência na sociedade, considerando a própria ciência como parte da cultura de nosso tempo. Visões deformadas da ciência, ou até a própria negação dos paradigmas científicos, contribuem para uma sociedade incapaz de lidar com os problemas de seu tempo e ainda de fácil manipulação.

A física, apesar de ser experimental e gozar de uma beleza intrínseca à própria ciência, o seu ensino não tem gerado motivação, por conta de uma matematização excessiva, descontextualizada dos fenômenos que lhe deram origem, decorativa, desvinculada da experiência cotidiana e da cultura. Em resumo, caracterizada pelo que Freire (2019) denominou educação bancária, onde o professor, detentor total do conhecimento, conduz os educandos à memorização mecânica do conteúdo narrado, transformando-os em recipientes de conhecimento a serem “enchidos” pelo educador. Quanto mais vá “enchendo” os recipientes com seus “depósitos”, tanto melhor educador será. Quanto mais se deixem docilmente “encher”, tanto melhores educandos serão.

Partindo desta realidade e do desejo de contribuir para sua transformação, durante a pesquisa de mestrado, no âmbito do MNPEF, polo 58-UFRPE, encontramos na teoria cognitiva da aprendizagem significativa e na metodologia de ensino por investigação em ciências uma promissora dupla teoria- método capaz de trazer significado à aprendizagem de conceitos em física, com ativa participação dos alunos e alfabetização científica cidadã. Tal diálogo teoria-método possibilitou o engajamento dos estudantes, a mobilização de conhecimentos da experiência adquirida na resolução de problemas, a construção de hipóteses nas quais foi possível a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos, bem como a possibilidade que as atividades proporcionem aos estudantes reorganizarem seus conhecimentos na estrutura cognitiva, ao tomarem contato com novas fontes de informações.

Neste diálogo entre a TAS e a SEI, levando em consideração a inserção da cultura dos jovens estudantes, pensamos na inserção da música como ferramenta motivadora do aprendizado da física das oscilações mecânicas, tornando-se o encaixe perfeito entre teoria cognitiva, a metodologia de ensino de ciências e um conteúdo da física relevante, significativo e motivador para os estudantes, qual seja o estudo de acústica musical. No universo de possibilidades de inserção da música no ensino de acústica, escolhemos o violão, o qual nos pareceu muito promissor como organizador prévio, por ser um instrumento musical muito conhecido, fácil de ser encontrado e que traz vários questionamentos dentro de seu funcionamento. Foi neste universo que nasceu nosso problema de pesquisa, o qual foi materializado da seguinte forma: **qual a potencialidade de uma sequência de ensino por investigação significativa no estudo das relações entre física e música em atividades experimentais envolvendo o oscilador de Melde para a aprendizagem significativa no estudo das cordas vibrantes, tomando atividades com o violão enquanto organizadores prévios?**

Durante a pesquisa, conceitos como frequência, comprimento de onda, amplitude, volume e intensidade do som, além da relação do som com a matemática, como nas progressões geométricas das frequências da escala temperada, puderam ser significativamente explorados por meio do estudo das cordas oscilantes fixas em instrumentos musicais. Para isso, tivemos o violão como incentivador dos estudos, e desenvolvemos uma nova montagem de um aparato desenvolvido em meados do século XIX para o estudo de ondas estacionárias, o oscilador de Melde. Nesta reconstrução, utilizamos como fonte vibrante um aplicativo gerador de frequência para smartphone, ligado a um pequeno amplificador, o qual, por sua vez, alimenta um alto-falante que perturba uma corda esticada, num ponto próximo a um de seus terminais.

No presente artigo apresentamos uma síntese do percurso de pesquisa trilhado, cujo objetivo foi o de oferecer uma contribuição que possa levar os professores a praticarem uma ciência motivadora, contextualizada e crítica na motivação do jovem estudante para a aprendizagem da ciência de modo prazeroso, significativo e que o torne capaz de ler o mundo em constante modificação.

## **1. Fundamentação Teórica**

Todos nós temos em nossa estrutura cognitiva conhecimentos prévios, organizados de forma hierárquica, ou seja, elementos mais específicos ligados a conceitos mais gerais. Esses conhecimentos prévios são adquiridos, inicialmente, na pequena infância, por formação de conceitos por meio de experiências empírico-concretas. Esses conceitos, com a maturidade física e psicológica da criança, passam a ser cada vez mais abstratos e abrangentes. Conhecimentos prévios que já são significativos formam o que Ausubel denominou SUBSUNÇOR. Esses subsunçores serão mais desenvolvidos quando forem especificamente mais relevantes e abrangentes na estrutura cognitiva do aprendiz, podendo ser um meio de aquisição de novos materiais, processo que foi chamado ANCORAGEM.

Para que haja uma aprendizagem significativa é necessário que o material a ser aprendido seja potencialmente significativo, ou seja, precisa ter relação com o que o aprendiz já sabe. Uma segunda condição é que haja pré-disposição em aprender. Alunos desmotivados tenderão a, no máximo, uma aprendizagem mecânica. Por outro lado, antes de apresentar o material a ser aprendido, se faz necessária a apresentação de ORGANIZADORES PRÉVIOS, que são recursos didáticos introdutórios (vídeos, textos, experimentos, filmes) que servirão de ponte entre o que o aluno já sabe e o que deve saber.

As evidências de que houve aprendizagem significativa podem ser adquiridas por meio da apresentação ao aprendiz de problemas não familiares, verificando se houve “assimilação”, ou seja, se o material potencialmente significativo ancorou-se a um subsunçor específico, adquirindo significado, podendo ocorrer tanto a aprendizagem subordinada, que é quando um material a ser aprendido é subordinado (ancorado) a um conhecimento prévio, sendo modificado e modificando esse conhecimento, quanto a diferenciação progressiva, na qual o subsunçor-ancoragem e o material potencialmente significativo diferenciam-se ao interagirem uma ou mais vezes. Assim, o subsunçor resultante terá um potencial de ancoragem maior, se tornará mais inclusivo. Aqui o papel do professor pode ser dividido em quatro etapas, quais sejam, identificar os conceitos/princípios mais unificadores e integradores do material a ser aprendido pelos alunos, identificar os conhecimentos prévios relevantes à aprendizagem significativa do material, identificar o que os aprendizes já sabem e utilizar recursos que facilitem a aquisição do novo material. É nesta quarta etapa que entrou o ensino por investigação no nosso produto educacional.

Uma “sequência de ensino por investigação” (SEI) organiza a aula a partir do tópico a ser ensinado, criando um ambiente investigativo e propício para que os alunos construam seus próprios conhecimentos. Os requisitos básicos que fundamentam uma SEI são a “questão de pesquisa”, que pode ser apresentada aos estudantes pelo professor ou surgir dos

próprios estudantes, as “hipóteses”, considerando as ideias prévias dos alunos acerca do problema, a “elaboração do plano de trabalho” de como se fará a investigação para confirmar ou não as hipóteses, a “obtenção dos dados” na análise experimental e a “conclusão”, que será o relatório final do grupo, confirmando ou refutando a hipótese investigada, a ser socializado no debate. O grau de autonomia dado aos alunos na condução da SEI dependerá do amadurecimento da turma. Como mostrado na tabela 1, há cinco graus de liberdade relacionando a atuação do professor (P) e a dos alunos (A).

Tabela 1: Graus de liberdade professor/aluno na aula investigativa.

GRAU	I	II	III	IV	V
Problema	P	P	P	P	A/P
Hipótese	P	P/A	P/A	P/A	A
Plano de trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção dos dados	P	A/P	A	A	A
Conclusão	P	A/P/CLASS E	A/P/CLASS E	A/P/CLASS E	A/P/SOCIEDADE

Fonte: Carvalho, 2013.

No grau I não existe uma atividade investigativa. As cinco etapas são elaboradas pelo professor, como acontece tradicionalmente. A partir do grau II é possível ver autonomia do aluno na obtenção dos dados e na conclusão. O problema é proposto pelo professor, que orienta a formulação da hipótese e o plano de trabalho. Os níveis III e IV propiciam uma maior independência dos alunos, com o professor apenas propondo o problema. O grau V é típico de cursos de pesquisa universitária, com os alunos pensando o problema e sua solução, que é dividida com a comunidade.

## 2. Métodos e Materiais

Nosso produto educacional consistiu numa Sequência de Ensino por Investigação (SEI) Significativa voltada para o estudo de conceitos de ondulatória e acústica. Usamos o violão como elemento problematizador

por ser um instrumento de fácil manipulação e atrativo, podendo ativar um dos elementos chave numa aprendizagem significativa: a vontade do aluno em aprender. O aparato oscilador de Melde por nós construído (figura 1), com uma nova forma de montagem, nos ajudou a obter dados essenciais para resposta aos questionamentos levantados.

Figura 1: reconstrução do oscilador de Franz Melde.



Fonte: os autores.

A seguir apresentamos um resumo da nossa SEI Significativa, com a qual conseguimos alcançar o terceiro nível de autonomia mostrado na tabela 1.

### **1º encontro: 2 horas/aula**

1. Organizadores prévios: aula inicia ministrada pelo professor, com a finalidade de despertar/construir subsunçores relativos ao estudo básico da acústica física e musical.
2. Problematização: com o violão, problematizar com questões propostas pelo professor ou pelos próprios alunos.
3. Construção de hipóteses: dividir a turma em grupos e deixá-los encontrar hipóteses de resolução das problematizações.
4. Construção de plano de trabalho: planejar com os grupos datas para trabalho no aparato. Explicar o funcionamento básico do aparato.

## **2º encontro: 2 horas/aula para cada grupo**

5. Obtenção de dados (uso do aparato): cada grupo, separadamente, em data e horários agendados, manipulará o aparato, na busca de relações e dados para a possível resolução das hipóteses. Poderão ser debatidas entre o grupo conclusões prévias da análise dos dados obtidos.

## **3º encontro: 2 horas/aula, divididas da seguinte maneira: uma hora/aula para o debate dentro de cada grupo e uma hora/aula para o debate entre os grupos.**

6. Conclusão e comunicação: após análise dos dados, os grupos debaterão os resultados entre si e depois entre os grupos.

Em nossa proposta de SEI Significativa, iniciamos com uma aula ministrada pelo professor. Essa aula servirá para despertar e/ou criar subsunções relativos à ondulatória e acústica. Essa aula deve ter um maior nível de generalização e inclusão, sendo planejada para servir de ponte entre o que o estudante já sabe e o que se deseja que esse estudante aprenda. Assim, os organizadores prévios podem ter grande potencial facilitador da conceituação, pois, como diz Vergnaud (apud MOREIRA, 2013) “são as situações que dão sentido aos conceitos”. Nessa aula apresentamos os principais conceitos, tais como: o que é uma onda e os tipos de onda, frequência, comprimento de onda, amplitude e velocidade de onda, interferência, ondas sonoras, altura e intensidade do som, ondas estacionárias e harmônicas, nota musical e escala temperada. A partir dessa aula, vamos à problematização: com o uso de um violão, introduzimos ondas estacionárias nas cordas do violão. Damos uma breve explicação sobre as principais partes do violão: braço, rastilhos, cordas, boca, etc. Então, dedilhando as cordas do violão, produzindo os sons, podemos fazer vários questionamentos, tais como: por que a 1ª corda é mais fina? Para que servem os trastes? Para que serve a boca do



violão? Quando dedilhamos uma corda solta, quantos harmônicos são produzidos?

Podemos, também, deixar que os próprios estudantes criem problematizações, a partir de suas curiosidades. Separados em grupos, os alunos irão discutir as problematizações propostas pelo professor ou criar seus próprios questionamentos. Cada grupo irá escrever em uma folha de papel ofício, previamente fornecida pelo professor, seus questionamentos. Então, os grupos discutirão possíveis respostas aos questionamentos. Isso é uma fase muito importante da atividade, pois irá mostrar que subsunçores serão ativados na busca de respostas. Para levantar hipóteses sobre os questionamentos, os alunos terão que ativar conhecimentos prévios, discutir em grupo cada possível resposta, escrever. A experiência demonstra que se trata de uma etapa muito proveitosa para a construção do conhecimento.

Após isso, junto a cada grupo é construído um plano de trabalho. A função principal desse plano será responder à seguinte pergunta: como comprovar que a hipótese está correta? Esse plano envolverá o planejamento de utilização do aparato experimental (oscilador de Melde) para a aquisição de dados úteis, tais como frequência dos harmônicos, tensão na corda, amplitude, etc. Cada grupo marcará uma data e horário para trabalhar no aparato. Os grupos trabalharão no aparato separadamente, cada um livre para pesquisar e medir as variáveis que julgarem importantes para suas hipóteses. O professor irá apenas ajudar os grupos quando necessário, na manipulação do aparato e como obter os dados que o grupo precisa.

A manipulação do aparato experimental será a fonte de obtenção de dados. Cada grupo, em data previamente marcada, terá duas horas/aula para obtenção dos dados/medidas que serão usados para comprovar/refutar as hipóteses levantadas pelo grupo. Os dados obtidos pelo aparato, como frequência, comprimento de onda, amplitude, tensão na corda, número de harmônicos, podem ser usados também para novas descobertas. As cordas usadas no aparato são as cordas de um violão, de

náilon ou aço. Com isso, cada grupo investigará as características dessa corda oscilando em ondas estacionárias no aparato.

Os próprios estudantes, durante a fase de questionamento e produção de hipóteses, identificaram que variáveis em uma corda oscilante fixa, como a do violão, são importantes para a verificação e resposta de suas problematizações. A esse tipo de abordagem Carvalho (2013) chamou de roteiro aberto, na qual os alunos decidem quais medidas são importantes para a manipulação do aparato, no nosso caso, decidem quais variáveis são importantes para a compreensão da corda oscilante e de sua relação com a música, elaborando uma tabela de medidas que será muito importante para o estudante tomar consciência das grandezas que influenciam o fenômeno a ser estudado. Com essa liberdade de escolha, e não uma tabela pronta trazida pelo professor, o estudante pode começar a pensar, por si só e em grupo, nas variáveis que ele acredita serem importantes na compreensão do fenômeno. A figura 2 mostra o quadro de conceitos compilado pelos estudantes.

Com esse quadro, o grupo pode obter o comprimento da corda, a tensão, frequências dos harmônicos com suas respectivas amplitudes. Essas medidas podem ser obtidas de cordas diferentes, e comparadas. Pode-se ficar livre ao grupo pesquisar outros dados além dos constantes no quadro. Obtidos os dados, pode-se verificar a relação existente entre várias variáveis na corda oscilante fixa do violão. A partir da verificação das relações entre essas medidas, pode-se chegar a conclusões sobre conceitos importantes em ondulatória- acústica. Deve ficar claro que o quadro acima foi criado pelos estudantes em nossa fase de aplicação da SEI Significativa. Logo, outra turma, em outra escola, pode decidir que outras variáveis sejam importantes para a compreensão do fenômeno de cordas fixas oscilantes em música, como período de vibração, velocidade da corda ou área de sessão transversal, variáveis que nosso aparato consegue obter.



reunião final de conclusão dos trabalhos. Assim, cada grupo compartilhará suas inquietações, seus resultados obtidos e suas conclusões.

Desse modo, esperamos que nosso produto educacional sirva como um instrumento pedagógico eficiente em sua finalidade de tornar o processo de ensino-aprendizagem de conceitos principais e importantes de ondulatória, acústica e música significativos e estimulantes.

### **3. Resultados e Discussões**

A SEI foi aplicada numa turma de 2º ano do ensino médio da EREM Olinto Victor, situada no Recife-PE, após o estudo dos conteúdos de acústica. Porém, alguns alunos das turmas de 3º ano 2018, ao saberem de nosso plano, ficaram muito interessados em participar, principalmente porque alguns tocam violão e outros instrumentos musicais. Decidimos também fazer um relatório dos acontecimentos das aulas, teóricas e experimentais. As falas dos estudantes durante a aula, bem como durante as atividades experimentais, consideradas importantes para a pesquisa, foram transcritas no anonimato. As aulas foram filmadas e fotografadas, com a anuência dos estudantes participantes. A figura 3 ilustra um momento da aula inicial, onde trabalhamos os organizadores prévios, problematização, construção de hipóteses e do plano de trabalho, valorizando os conceitos de frequência, comprimento de onda, amplitude de uma onda e ondas transversais. Após isso, foi mostrada a relação existente entre frequência da onda e som grave e agudo. Foi discutida a diferença entre som puro e som complexo, mostrando os gráficos correspondentes. Passou-se então ao estudo de ondas estacionárias, enfatizando os instrumentos musicais de cordas. Nesse ponto surgiram vários questionamentos dos alunos. O detalhamento de tais questionamentos, bem como de todas as atividades pode ser encontrado na nossa dissertação de mestrado (ARAÚJO FILHO, 2018). Durante a problematização, amadurecemos as seguintes questões de pesquisa: “por que as cordas do violão têm espessuras diferentes?”, “em

um violão, para que servem os trastes?” e “o som produzido por uma corda do violão não é puro. Então porque não percebemos as outras frequências ao tocar uma corda?”. A figura 4 ilustra o momento de debate em um dos grupos em torno da problematização. Além disso, ficou estipulado o seguinte plano de trabalho: I. Uma breve explicação, por parte do professor, do funcionamento do oscilador de Melde; II. Medir frequência, comprimento da corda, tensão na corda, amplitude; III. Uso de cordas de violão no aparato: a corda mais grossa e a corda mais fina, para verificar se há diferença nas medidas; IV. Pesquisar mais sobre ondas fixas em cordas de instrumentos musicais. A figura 5 ilustra o momento no qual um dos grupos desenvolve o plano de trabalho junto ao oscilador de Melde.

Figura 3.



Fonte: os autores.

Figura 4.



Fonte: os autores.

Figura 5.



Fonte: os autores.

No dia 12 de abril de 2018, na própria escola, das 15h às 17h, foi realizada a última etapa da SEI Significativa: a reunião entre os grupos para debate e comunicação de suas conclusões. Houve intensas discussões

dentro dos grupos e depois entre os grupos sobre os dados obtidos no aparato. Foi decidido, entre os próprios membros do grupo, como essa etapa seria conduzida: primeiro, uma relida dos dados obtidos por cada grupo; em seguida, cada grupo escolheria um aluno para vir ao quadro para comunicar o que foi decidido como importante; então, por fim, encontrar as respostas para os questionamentos principais. Ficou decidido também que uma aluna seria a secretária, escrevendo numa folha de caderno todas as conclusões dos grupos, atingidas pelo consenso. Essa parte da atividade também foi totalmente filmada e fotografada. Ao fim dos trabalhos, que passou das 17h, foi feita uma pequena comemoração. Os grupos é que organizaram tudo, e o professor-orientador ficou bastante impressionado com a interatividade entre os grupos, com a organização e a participação ativa e cativante. A figura 6 mostra o relatório do uso do aparato pelo grupo I. Nas conclusões a que chegaram, vemos o quanto o processo vivenciado resultou em aprendizagem significativa. Concluíram que os trastes no violão são usados para a diminuição do comprimento útil da corda oscilante, e que diminuindo o tamanho da corda que oscila, sua frequência de vibração aumenta, tornando o som mais agudo. Concluíram também que a frequência dos harmônicos depende sempre da frequência do primeiro harmônico, sendo múltiplo inteiro desta, e ainda que existe uma relação matemática entre o tamanho dos trastes e uma progressão geométrica. Isso foi pesquisado e descoberto pelo grupo I, por meio de pesquisas próprias, e comunicado ao grupo II no encontro de conclusão. Foi extremamente interessante ouvir o relato de como conseguiram encontrar uma relação matemática entre a escala temperada, com suas 12 notas, e a distância entre os trastes de um violão.

Figura 6: Relatório do uso do aparato pelo Grupo 1.



Fonte: os autores.

## 4. Considerações Finais

A aula inicial mostrou a importância dos organizadores prévios como motivadores da busca de conhecimentos novos e despertadores da reflexão do próprio aluno sobre o que ele já sabe. Isso pode ser aquilatado pela quantidade de questionamentos surgidos durante essa aula. A fase de problematização mostrou preocupações interessantes em cada grupo. Vimos que o problema do som produzido pelas cordas do violão prevaleceu entre os integrantes dos dois grupos, reforçando que os aspectos que são potencialmente significativos fazem parte dos seus cotidianos.

O trabalho dos grupos no aparato mostrou a importância da experimentação na passagem da representação abstrata do conhecimento à manipulação de conceitos. Vimos a alegria no olhar de estudantes ao lidarem concretamente com o abstrato antes visto nas aulas, deixando claro, contudo, que a manipulação experimental na representação da realidade envolve várias simplificações e que precisamos deixar clara a relação entre teoria e experimento.

O encontro de comunicação e conclusão foi extremamente proveitoso, tendo os estudantes chegado a interessantes conclusões, inclusive a uma relação matemática entre a frequência na corda e a tensão, número de harmônicos, comprimento e massa específica, aproximando-se bastante da relação cientificamente correta. Como forma de promover a mudança conceitual, fizemos a interpretação correta da equação, mostrando que a dependência da frequência se dá pela raiz quadrada da razão entre a tensão e a massa específica da corda. Muito embora a relação a que chegaram estivesse cientificamente incompleta, aponta para a enorme potencialidade do pensar e o agir conscientes do estudante. Descobriram também que os trastes no violão são usados para diminuir o comprimento útil da corda, produzindo as diferentes notas musicais e que a frequência dos harmônicos de um som depende são múltiplos inteiros da frequência fundamental e ainda que existe progressão geométrica subjacente aos comprimentos úteis determinados pelos trastes. A fase de conclusão e comunicação foi de intenso debate entre os grupos, que mostraram independência na busca de conhecimentos ao pesquisarem, sem a orientação do professor, a relação entre a escala cromática e uma progressão geométrica, fazendo no quadro até um gráfico de relação entre as notas musicais e a distância entre os trastes.

No final, ficou-nos o sentimento de que melhoramos, encontramos um caminho, e, ainda melhor, vimos que existem vários caminhos. Claro, não são fáceis de trilhar, exigem dedicação, estudo, pesquisa. Vimos o crescimento dos estudantes em liberdade, em compreensão de que o estudo das cordas oscilantes é fascinante e que pode ser aplicado em



outras áreas da física. Aprenderam a relacionar grandezas, a construir e ler dados e gráficos, a trabalhar em grupo, bem como relacionar os dados obtidos com as inquietações iniciais. Agradecemos ao MNPEF por essa oportunidade de entrar em contato com teorias e metodologias de aprendizagem. Sentimo-nos, na visão freireana, libertados e libertadores, numa práxis humanizadora e transformadora.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001.

## Referências

ARAÚJO FILHO, J. V. **Sequência de ensino por investigação significativa no estudo das relações entre física e música em atividades experimentais envolvendo o oscilador de Melde.** 2018. 101f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) — Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife.

CACHAPUZ, A. [et al.] (orgs). **A Necessária renovação do ensino das ciências.** São Paulo: Cortez, 2011.

CARVALHO, A. M. P. (org). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013.

FREIRE, P. R. N. **Pedagogia do oprimido.** 81ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2019.

MASINI, E. A. F.; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos.** 1ed. São Paulo: Vetor Editora Psicopedagógica, 2008.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares*. 1ed. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa em mapas conceituais*. PPGEnFis/IF- UFRGS: **Textos de Apoio ao Professor de Física**, v. 24, n. 6, 2013.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

**USO DE HISTÓRIA EM QUADRINHO (HQ) NO PROCESSO DE  
ENSINO-APRENDIZAGEM SOBRE ELETROMAGNETISMO**  
*USE OF COMIC STORY (HQ) IN THE TEACHING-LEARNING PROCESS  
ABOUT ELECTROMAGNETISM*

*Wênio da Silva Castro*<sup>1</sup>, *Érica Cupertino Gomes*<sup>2</sup>, *Pâmella Gonçalves  
Barreto Troncão*<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), Colégio Estadual Adolfo Bezerra de Menezes, weniosilva@mail.uft.edu.br.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT) — Licenciatura em Física, ericagomes@uft.edu.br.

<sup>3</sup> Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT) — Licenciatura em Física, pamellagbarreto@mail.uft.edu.br.

## **Introdução**

A Física no Ensino Médio (EM) é uma disciplina que contempla, na área de Ciências da Natureza, conceitos e cálculos matemáticos com um quantitativo de fórmulas e expressões que acabam desmotivando os alunos e favorecendo a falta de ânimo na busca de um aprendizado científico e significativo, segundo Gonçalves e Fernandes (2010).

Com a premissa de demonstrar uma forma de ensino lúdico que seja capaz de despertar e disseminar o interesse pela ciência, esse trabalho visa apresentar uma Física descontraída, de forma que os alunos se envolvam e aprendam, desmistificando a premissa de que a Física é apenas um

complexo de equações e expressões matemáticas com pouca utilidade ou nenhuma na vida cotidiana. Para tanto, foi desenvolvido uma HQ com tópicos do Eletromagnetismo. A escolha da criação de uma HQ ocorreu pela popularização de seu uso no ambiente escolar, por se tratar de uma leitura simples e de fácil compreensão, o que torna uma ótima ferramenta para uso nas aulas.

As HQ's são ordenadas por uma narrativa em formato de imagens com escritas, balões e animações e são boas ferramenta para o ensino porque, segundo Quella-Guyot (1994), ela nos remete a algo dinâmico que representa a realidade de quem está decodificando a leitura. Esses elementos incentivam os alunos a novas descobertas para soluções de problemas sem que haja equações e cálculos matemáticos. Portanto, o aluno se vê como protagonista do próprio conhecimento.

Com seus elementos linguísticos, as HQ's são um atrativo para o público e isso demonstra que ela é uma ferramenta apoiadora que pode auxiliar o aluno para atingir o objetivo de aprender algum conteúdo, inclusive da disciplina de Física, de forma mais simples e rápida. A ideia baseada se norteia a partir de Testoni e Abib (2001) na qual faz referência que o aluno deve chegar a uma resposta e não o professor fornecê-la.

Além disso, segundo Hodson (1988), a experimentação pode conter uma motivação capaz de despertar habilidades de pesquisa e aprimorar o aprendizado dos alunos. Assim, a experimentação, encontrada na HQ permite a articulação, de forma intuitiva e didática, com as atividades lúdicas desenvolvidas nela.

O trabalho que aqui será apresentado busca implementar algo diferente que possa incentivar os alunos a adquirir habilidades e conhecimentos essenciais em Eletromagnetismo, assim como estabelece a BNCC (Base Nacional Comum Curricular), além do interesse particular do discente em desenvolver algo diferente e que permita que os alunos possam se divertir aprendendo.

O objetivo geral foi produzir uma HQ como recurso didático, que servirá como organizador prévio no aprendizado, para ser utilizado

por alunos e professores, tanto no Ensino Fundamental (EF) quanto no Ensino Médio (EM), com o intuito de aumentar o interesse pela área de exatas e influenciá-los a aprender e ensinar Física de forma divertida e descontraída.

## **Materiais e métodos**

A aplicação do produto educacional realizou-se em quatro turmas de terceira série do EM e duas do nono ano do EF em um colégio situado na periferia de Araguaína — TO.

Para criação desta história em quadrinhos, a primeira coisa a ser feita foi criar personagens, ambientes e imagens nas páginas em que seriam produzidos a HQ. Para realizar isso, utilizou-se o uso do software Corel Draw X7 em que este faz se desenhos vetoriais bidimensionais para design gráfico, com uso de imagens providas do site freepik (agregador de conteúdo criativo em que reúne milhares de arquivos disponíveis para download, de graça, em vários tipos de formatos).

A utilização do Corel Draw X7 se fez necessário por um dos autores ter um certo domínio sobre a ferramenta que, juntamente com as imagens do freepik, foram sendo moldadas, criando personagens e cenários.

A pesquisa foi desenvolvida em uma taxa amostral de 157 (cento e cinquenta e sete alunos do ensino médio) e setenta e sete (77) alunos do ensino fundamental distribuídos nas disciplinas de Física e Ciências, totalizando 234 alunos participantes, em um total de 3 de aulas, de 50 minutos. Entretanto, não é possível determinar o valor exato de alunos que participaram na modalidade remota, devido à liberação optativa do aluno em ir à escola ou não, o que resulta em momentos com diferentes números de alunos presenciais.

A quantidade total de alunos participantes ocorreu em dois tipos de ambientes: o virtual e o presencial, devido a pandemia causada pela COVID-19. As aulas virtuais aconteciam em plataformas de ensino, aplicativos de mensagens e até mesmo por material impresso. Optou-se

por utilizar a mesma metodologia de ensino tanto para os alunos do EM quanto do EF com a intenção de comparar os resultados conceituais alcançados através da HQ confeccionada e analisar a sua influência em diferentes faixas etárias.

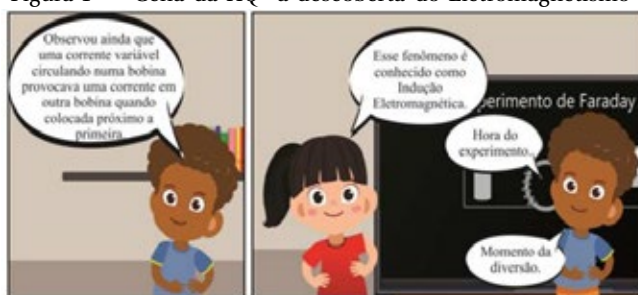
A aplicação presencial aconteceu em sequências: I) No primeiro momento foi aplicado o Questionário I, na qual se fez necessário para saber o que os alunos já conheciam sobre o conteúdo de Eletromagnetismo; II) Após a aplicação deste questionário foi realizada a leitura da HQ. Nesse momento, o professor realizou com os alunos a leitura de forma impressa e em mídia (Datashow) para que todos pudessem fazer a leitura simultaneamente. O passo seguinte foi o professor realizar as experiências contidas na HQ (Oersted, Ampère e Faraday) em sala de aula com o apoio dos alunos utilizando materiais de baixo custo. III) Por último, foi realizada uma roda de conversa sobre os conteúdos de Eletromagnetismo envolvidos nas atividades desenvolvidas e respondidas no questionário II.

Para os alunos das atividades remotas, o desenvolvimento do trabalho ocorreu do seguinte modo: I) No primeiro momento eles deveriam responder a um questionário online, com perguntas sobre conhecimentos acerca de Eletromagnetismo, Campo Magnético, Experiências de Oersted, Ampère, Faraday e sobre a observação de efeitos eletromagnéticos no cotidiano; II) Em seguida, foi enviado um arquivo, em formato pdf, da HQ (E-book) para a leitura e os links dos vídeos de autoria do professor, com a realização de todas as três experiências; III) Por fim, eles deveriam preencher um segundo questionário com as mesmas questões investigativas, para saber se os alunos assimilaram as ideias principais. Nesse mesmo questionário, os alunos puderam contribuir com considerações para a melhoria de próximas edições das HQ's. Após quinze dias, a resolução destas atividades foram entregues pelos alunos na unidade escolar. O professor certificou-se de que todos os alunos que participaram desta pesquisa entregassem os questionários.

## Resultados e discussão

A construção do quadrinho “a descoberta do Eletromagnetismo”, como ilustra a Figura 1, foi realizada em uma série de cenas, com ilustrações e falas com objetivo de apresentar aos leitores conceitos físicos de maneira lúdica e com uma linguagem simples e de fácil entendimento.

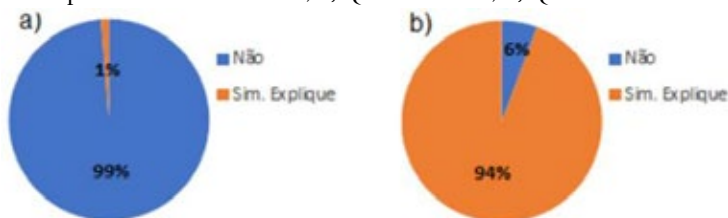
Figura 1 — Cena da HQ “a descoberta do Eletromagnetismo”.



Fonte: Barreto e Castro, 2020.

No primeiro formulário (Figura 2a e 3a), quando questionados, os alunos do EM e EF respectivamente, não sabiam explicar a Experiência de Oersted. Entretanto, na Figura 2a, o percentual que informou que sabia explicar a experiência relatou “a experiência de Oersted é a descobrir partículas”, “experiência que verifica buracos negros”, o relato dos alunos foge completamente do entendimento do experimento de Oersted.

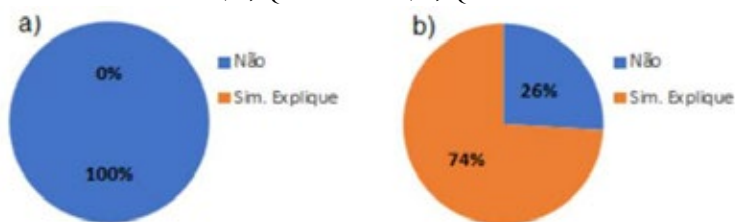
Figura 2 — Respostas dos alunos do EM referente à pergunta: “você sabe explicar o experimento de Oersted?”; a) Questionário I; b) Questionário II.



Fonte: Castro, Gomes e Troncão, 2022.

Enquanto na segunda rodada (Figura 2b) das perguntas sobre a experiência de Oersted, o quantitativo de alunos do EM mostrou-se um número bastante expressivo com aumento de quase 100% em comparação com a primeira pergunta. Em sua maioria, eles explicaram: “experiência de Oersted seja o uso de um fio e uma bússola para ver a geração de campo magnético”, “É uma experiência que mostra a criação de um campo magnético quando se liga uma energia”, “oersted descobriu a criação do campo magnético quando percorre energia em um fio condutor”, as respostas citadas demonstram um domínio em saber explicar a respectiva experiência.

Figura 3 — Respostas referente à pergunta 7: “você sabe explicar o experimento de Oersted?”; a) Questionário I; b) Questionário II.



Fonte: Castro, Gomes e Troncão, 2022.

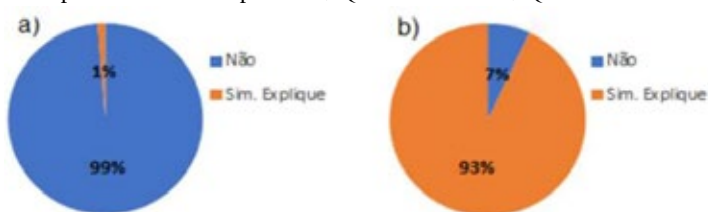
Embora a Figura 3b mostre que 26% dos alunos do EF ainda não conseguiam responder a questão, mais de 70% souberam explicar muito bem, inclusive, com as seguintes respostas: “É uma experiência que fala sobre o fluxo da corrente elétrica e gera um campo magnético a sua volta.”; “a experiência do autor mostra que cargas em movimento geram campo magnético à sua volta”, “com esta experiência ele descobriu que o movimento das cargas gera campo magnético que atrapalha o campo magnético da Terra.”

A segunda experiência questionada foi a experiência de Ampère. A Figura 4a, quando analisada, mostra que as respostas do questionário I provam que praticamente todos os alunos não sabem o que a experiência de Ampère consistiu. Os comentários explanados pelos alunos do



EM foram: “a experiência de Ampère se relaciona a bateria”, “tem algo relacionado a eletricidade”, as respostas mencionadas pelos alunos demonstram uma falta de domínio em explicar a experiência do autor. A Figura 5a mostra que nenhum aluno do EF sabia explicar a experiência de Ampère.

Figura 4 — Respostas dos alunos do EM referente à pergunta: “você sabe explicar o experimento de Ampère?”; a) Questionário I; b) Questionário II.

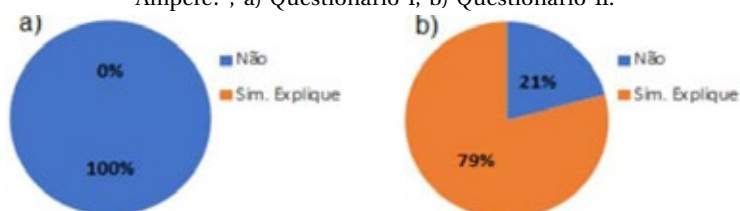


Fonte: Castro, Gomes e Troncão, 2022.

A Figura 4b mostra que os alunos do EM souberam explicar de que se tratava. Alguns comentários citados pelos alunos: “a experiência busca explicar a força magnética de atração e repulsão com o campo magnético”, “o cientista provou que dependendo do sentido da corrente elétrica os fios podem atrair ou repelir”. Portanto, as explicações apresentadas refletem o conteúdo da experiência.

A Figura 5b mostra que mais de 75% dos alunos do EF disseram que sabiam explicar a experiência de Ampère citando, por exemplo: “a experiência explica que correntes em um fio de mesmo sentido se atraem e correntes em fios de sentidos contrários são repelidos”, “ampère quis explicar que a direção da corrente elétrica influencia na atração e repulsão”.

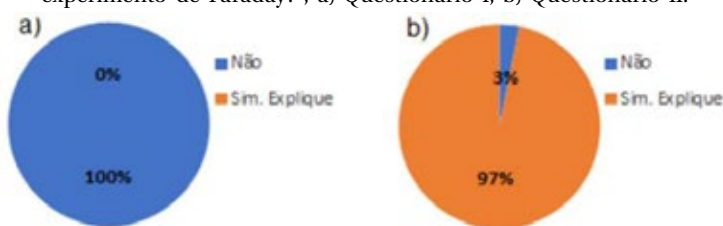
Figura 5 — Respostas referente à pergunta 8: “você sabe explicar o experimento de Ampère?”; a) Questionário I; b) Questionário II.



Fonte: Castro, Gomes e Troncão, 2022.

Com a mesma premissa das experiências anteriores, foi perguntado aos alunos sobre a experiência de Faraday. No primeiro momento (Figuras 6a e 7a) em que os alunos do EM e EF, respectivamente, foram perguntados sobre a explicação da experiência de Faraday, nenhum deles souberam informar. Alguns alunos disseram que nunca tinham ouvido falar sobre Faraday.

Figura 6 — Respostas dos alunos do EM referente à pergunta: “você sabe explicar o experimento de Faraday?”; a) Questionário I; b) Questionário II.

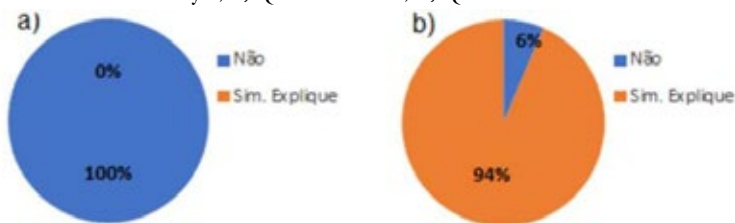


Fonte: Castro, Gomes e Troncão, 2022.

No segundo momento (Figura 6b), mais de 95% dos alunos do EM explicaram o experimento, pode-se destacar explicações como: “faraday apresentou em sua experiência que campo magnético em movimento gera corrente elétrica.”, “a experiência verifica que o movimento de campo magnético em um fio enrolado produz energia”, “quando se tem campo magnético percorrendo um fio enrolado, pode-se produzir luz”. As

explicações dos alunos mostram uma grande compreensão da experiência de Faraday.

Figura 7 — Respostas referente à pergunta 9: “você sabe explicar o experimento de Faraday?”; a) Questionário I; b) Questionário II.



Fonte: Castro, Gomes e Troncão, 2022.

Quando observa-se a Figura 7b é notório que a maioria dos alunos do EF também entenderam esta experiência. As explicações dos alunos foram: “faraday provou que carga em movimento gera campo magnético”; “a experiência indica que o campo magnético quando atravessa um fio encaracolado produz energia”; “a experiência apresenta uma ideia de que movimentando cargas possa gerar energia”; “cargas em movimento geram bateria”; “experiência que fala sobre campo magnético e que faz as cargas se movimentarem para gerar energia”.

A experiência de Faraday é a que tem o maior resultado positivo considerando todas as demais. Porém, em todos os experimentos realizados, é possível verificar que todos alunos envolvidos, tanto do EM quanto do EF, mostraram interesse pelo assunto e um envolvimento maior por conceitos de Física com o uso da experimentação e HQ. A análise da roda de conversa e das sugestões permitiu observar que os alunos do Ensino Médio preferem as experiências realizadas na HQ e que os do Ensino Fundamental preferem os passatempos. Esta divergência pode ser explicada pela faixa etária dos alunos, sendo que os mais velhos, possivelmente, são mais concentrados e dedicados a solucionar problemas, já os mais novos tendem a buscar mais interatividade e diversão.

## Considerações Finais

Este trabalho corrobora que histórias em quadrinhos são uma forma de apresentar novos conteúdos de forma lúdica capaz de trazer conhecimento e aprendizado em qualquer área que se deseja ensinar. Além de despertar o interesse dos alunos pela ciência e Física, mostrando que elas não são apenas um aglomerado de fórmulas e que podem ser aplicadas em diferentes faixas etárias.

Os resultados mostraram que é possível aprender Física de forma divertida e interativa por meio de atividades participativas e menos tradicionais. Esta hipótese foi confirmada ao analisar o interesse e os gostos dos alunos, os quais desprezaram o relato do professor em detrimento às experiências e passatempos. Isso significa que o professor deve fazer o papel do mediador entre o conhecimento e os alunos, tornando-os protagonistas do seu aprendizado e cidadãos críticos construtores do seu próprio conhecimento.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001.

## Referências

BARRETO, Pâmella Gonçalves. CASTRO, Wênio da Silva. **A descoberta do eletromagnetismo: inclui experiências e jogos (com gabarito)**. Palmas, TO: EDUFT, 2020. (Link de acesso: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/editora/article/view/9226>).

CASTRO, Wênio da Silva. GOMES, Érica Cupertino. TRONCÃO, Pâmella Gonçalves Barreto. **Uso de História em Quadrinho (HQ) vinculada à**

**Sequência Didática para o ensino de tópicos de Eletromagnetismo.**

Dissertação de mestrado. UFNT, 2022.

GONÇALVES, P. F.; FERNANDES, S. D. C. Narrativas Acerca da Prática de Ensino de Química: Um Diálogo na Formação Inicial de Professores. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2004, p. 121-127, 2010.

HODSON, D. **Experimentos na ciência e no ensino de ciências.** Educational Philosophy and Theory, vol. 20, 53 — 66, 1988.

QUELLA-GUYOT, D. **A História em Quadrinhos**, São Paulo: Unimarco Editora, 1994.

TESTONI, L. A.; ABIB, M. L. V. S. **A utilização de histórias em quadrinhos no ensino de física.** IV Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências. 2001.



**A UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS DIGITAIS NO  
ENSINO DE FÍSICA EM AULAS REMOTAS**  
*THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGICAL TOOLS IN PHYSICS TEACHING IN  
REMOTE CLASSES*

*Sabrina Mendes Couto*<sup>1</sup>, *George Kouzo Shinomiya*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Complexo Integrado de Educação de Itabuna — BA, [sabrina.m.couto@gmail.com](mailto:sabrina.m.couto@gmail.com).

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), [george@uesc.br](mailto:george@uesc.br).

## **Introdução**

Diante de situações imprevistas decorrentes da Pandemia provocada pelo vírus SARS-CoV-2 (COVID-19) as autoridades públicas foram obrigadas a tomar uma série de medidas, entre elas, a suspensão das aulas presenciais. Isso não foi diferente no Estado da Bahia. Em março de 2020 o governo da Bahia publicou no Diário oficial o Decreto 19586 com medidas temporárias para prevenção e enfrentamento ao vírus que, naquele momento, assolava o mundo inteiro. De acordo com o Art. 9, inciso II:

Ficam suspensos, em todo território do estado da Bahia, até o dia 19 de abril de 2021, as atividades letivas, nas unidades de ensino, públicas e particulares, a serem compensadas nos dias reservados para os recessos futuros, ressalvados os estágios curriculares obrigatórios dos cursos da área de saúde (BAHIA, 2020, p. 5).

Após o fim do decreto, as aulas voltaram em formato remoto, no qual com auxílio da internet e ferramentas digitais tinham acesso às atividades pedagógicas. A ampliação do uso de tecnologias no processo educacional vem ganhando espaço há muito tempo, e a partir deste contexto percebeu-se que utilizar tecnologias educacionais como produto educacional era necessário e pertinente para o momento que estávamos passando. Além de auxiliar no ensino de física, poderia auxiliar na prática docente de qualquer outro componente curricular.

Dessa forma, a proposta do produto Educacional é uma Sequência Didática fundamentada nos três momentos pedagógicos para o ensino da 2ª Lei da Termodinâmica e Máquinas Térmicas, utilizando ferramentas tecnológicas digitais como elemento norteador do processo ensino aprendizagem. Tal sequência didática foi aplicada nas turmas de 3º Ano do Ensino Médio, modalidade integral e matutina, no componente curricular de Física, no Complexo Integrado de Educação de Itabuna-BA — unidade escolar onde a autora leciona.

## **1. Fundamentação Teórica**

O estudo baseia-se na fundamentação teórica de Abreu, Ferreira e Freitas (2017) associada aos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1990), no qual a estrutura segue apenas uma parte da proposta freireana, pois a obtenção de temas para discussões sobre a Temática da Termodinâmica não está totalmente explícita com o contexto escolar e com cotidiano dos estudantes.

Esta investigação abrange um contato direto com o trabalho de campo, isto é, uma relação subjetiva com a realidade pesquisada, identificada, deste modo, como uma pesquisa qualitativa, uma vez que, “tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento” (LUDKE e ANDRÉ, 1986, p. 11).

Os alunos das turmas do 3º Ano do Ensino Médio, modalidade integral e matutino, são os sujeitos da pesquisa. As suas opiniões e atitudes



foram analisadas durante o desenvolvimento da proposta pedagógica e transcritas no instrumento de coleta de dados. A obtenção de dados foi feita a partir da utilização de um Diário da Prática Pedagógica, pois a partir da perspectiva de Mello (2003), o Diário é um instrumento de apontamentos que vai além de um caderno de explicações ou relatos de casos. Ele contempla o diagnóstico sistemático das aulas, críticas, hipóteses e soluções, além de ser um lugar em que se pode expor o lado pessoal em determinados momentos.

A construção da sequência didática no ensino remoto tem características específicas no transcorrer das aulas, os encontros podem ser definidos e diferenciados como assíncronos e síncronos. Segundo Carmo e Franco (2019), os momentos de interação síncronos ocorrem em tempo real, um exemplo é a utilização do Google Meet. Já os momentos de interação assíncrona ocorrem fora do tempo real, no qual professores e alunos estão desconectados, porém, há realização de atividades, um exemplo é a utilização do Google Classroom.

## **2. Métodos e Materiais**

A sequência didática proposta tem duração de sete aulas, no qual tivemos dois encontros assíncronos, quatro encontros síncronos em tempos de 60 minutos (1 hora), e um encontro síncrono no tempo de 1 hora e 30 minutos por ser um sábado letivo. A sequência foi estruturada seguindo os princípios encontrados em Abreu, Ferreira e Freitas (2017) associada aos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1990) como elemento didático pedagógico, utilizando também para isso as ferramentas tecnológicas digitais. Nessa perspectiva, Delizoicov e Angotti (1990) descrevem a abordagem do ensino em três fases: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. E são nessas fases que a sequência didática se baseia.

A proposta apresentada tem como finalidade envolver os estudantes no processo de ensino-aprendizagem com a temática da Termodinâmica

durante o Ensino Remoto Emergencial (ERE), modificando o processo tradicional a fim de despertar a predisposição para aprender, visto que o momento pandêmico nos redirecionou a mudar e repensar as estratégias de ensino, deste modo procurou-se relacionar o seu conhecimento prévio com os novos conceitos apresentados.

A avaliação do processo de ensino-aprendizagem realizado através deste produto educacional é de natureza qualitativa, pois analisa o entendimento de forma contínua através da observação direta, da participação nas aulas e da produção individual e em grupo dos discentes. Como houve distintos momentos de interação, a quantidade de alunos que participavam tanto dos encontros assíncronos, quanto síncronos era na faixa de 30 a 45 alunos. Vale destacar que os encontros assíncronos tinham maior participação dos estudantes que os encontros síncronos.

## **2.1. Subitem A — Problematização Inicial**

A aula foi iniciada a partir de um encontro assíncrono a ferramenta do Google Classroom. Assim, para dar início ao processo de ensino-aprendizagem, foi elaborado um questionário com seis questões no Google Forms sobre pressupostos conhecimentos relevantes da Termodinâmica e Máquinas Térmicas. Nesse processo 45 alunos participaram. Depois desta atividade, este número foi reduzido, principalmente pelo fato de que vários alunos utilizavam a internet a partir de dados móveis, o que dificultava o acesso às aulas síncronas.

Logo após a publicação da atividade no Google Classroom, os alunos tiveram o prazo de uma semana para responder o formulário. Dúvidas perante as questões poderiam ser publicadas pelos alunos no próprio aplicativo/site e respondida pelo professor a qualquer momento. Vale ressaltar que toda a resposta era recebida automaticamente pelo professor, e poderia ser analisada utilizando um *smartphone* ou computador/*notebook*.

Em seguida, no encontro síncrono foram discutidas com os alunos as questões propostas, dialogado sobre as suas respostas, quais foram

as maiores dificuldades e o que eles já traziam como conhecimento. A utilização de gifs, imagens e vídeos foram fundamentais para relacionar o conteúdo com o visível e facilitar a interpretação dos problemas propostos. vários recursos proporcionados pelo Google Forms foram utilizados como elementos facilitadores da aprendizagem.

## **2.2. Subitem B — Organização do Conhecimento**

No segundo momento da sequência didática que é definida como Organização do Conhecimento, as ferramentas digitais utilizadas foram o *Google Meet*, o *Simulador PhET* associado a um questionário que seria respondido pelos alunos no Google Classroom. Esse segundo momento é iniciado no *Google Meet*, no qual é realizada uma explanação do tema.

Para abordagem desses tópicos da Física foram necessários dois encontros síncronos, no tempo de 60 minutos cada, e participaram em média 30 alunos em cada momento. De início, foi exibido um vídeo que abordava algumas situações que acontecem no nosso dia — a — dia, com a finalidade de discutir sobre processos Reversíveis e Irreversíveis. Neste momento, o professor tem a oportunidade de debater com os alunos, de modo que os mesmos consigam fazer a mediação do vídeo com o conteúdo da 2ª Lei da Termodinâmica.

Após a exibição do vídeo foi iniciado o tema principal, a 2ª lei da termodinâmica e máquinas térmicas, no qual os seguintes tópicos da Física foram contemplados: processos reversíveis e irreversíveis, enunciado de Clausius, enunciado de Kelvin-Planck, enunciado da Entropia, 2ª Lei da Termodinâmica e sua equação, Máquinas Térmicas, Características das Máquinas Térmicas, Boltzmann e a Termodinâmica, Entropia, Rendimento de uma Máquina Térmica e Ciclo de Carnot.

Após ter abordado muitos tópicos importantes da termodinâmica, foi utilizado o simulador PhET para entender as reações reversíveis e irreversíveis, analisando os processos espontâneos e não espontâneos relacionados com o conceito de Entropia. Posteriormente foi realizado um encontro assíncrono com os estudantes, em que se utilizou o

Google Classroom para postar questões referentes ao simulador PhET, e nessa mesma plataforma a obtenção de respostas. A Simulação sobre Reações Reversíveis para a Sequência Didática visa analisar os processos espontâneos e não espontâneos relacionados com o conceito de Entropia, ou seja, utilizar os movimentos das partículas ao nível molecular para analisar a teoria cinética dos gases e o processo de transferência de calor.

### 2.3. Subitem C — Aplicação do Conhecimento

No terceiro e último momento, a aula foi de forma síncrona, usando a plataforma do *Google Meet*. Como se tratava de um sábado letivo, a aula teve duração de 1 hora e meia. Um jogo de construído na plataforma *Play Kahoot* foi aplicado durante o encontro. Nesse processo, 30 alunos participaram. Porém, nesta atividade, houve uma redução no número de alunos principalmente pelo fato de que vários deles utilizavam a internet via dados móveis e, por este motivo, não mantiveram a assiduidade durante o encontro, o que dificultou o acesso regular ao jogo do *Kahoot*.

Foram adotadas questões no formato de quiz com alternativas de A até D, questões de verdadeiro ou falso, *puzzle* (quebra cabeça), além de uma enquete. Foram 21 questões sobre a termodinâmica, máquinas térmicas e entropia. O encontro foi iniciado pelo *Google Meet*, e utilizando o compartilhamento de tela, foi exibido aos alunos a plataforma do *Kahoot*. Não é necessário ter uma conta Kahoot para participar, o site <https://kahoot.it/> e o PIN é fornecido pelo professor no chat do *Google Meet*, o aluno acessa, transcreve o número fornecido e aguarda o professor liberar o jogo.

Cada pergunta tem um tempo determinado pelo professor para ser respondida, esse tempo foi estipulado conforme a dificuldade. O aluno só avança para a pergunta seguinte com o aval do professor, nesse intervalo de uma questão para outra é mostrado o pódio dos cinco primeiros lugares, essa classificação vai mudando a cada transição considerando a resposta correta e o tempo de realização, a quem está fora do pódio é apresentado frases motivacionais.

### 3. Resultados e Discussões

Nesse processo de ensino e aprendizagem, tivemos a oportunidade de trabalhar com a ferramenta do *Google Meet*, *Google Classroom*, *Google Forms* e o *Kahoot*. O *Kahoot*, em específico, foi usado no terceiro momento do produto, que nos permitiu trabalhar com questões do tipo verdadeiro ou falso, múltipla escolha e questões discursivas. De forma específica, a ferramenta *Kahoot* proporcionou acesso a dados estatísticos, como pontuação, tempo de respostas, entre outros. Nesse momento, tivemos também o cuidado de fazer uma análise acerca da ferramenta *Kahoot*, procurando saber a opinião dos alunos a respeito do uso da ferramenta no processo de ensino e aprendizagem (Tabela 2). Com o uso do Quiz, disponível na plataforma *Kahoot*, foram passadas aos alunos 20 perguntas referente à 2ª Lei da Termodinâmica, Máquinas Térmicas e Entropia, trazendo assim os seguintes dados disponíveis na Tabela 1, que mostram as porcentagens de erros e acertos das questões, bem como a pontuação média.

Tabela 1 — Desempenho Quiz *Kahoot*.

<b>Respostas corretas</b>	45,09 %
<b>Respostas incorretas</b>	55,91%
<b>Pontuação Média</b>	5270,26

Fonte: Autor (2022).

Os dados obtidos mostram que a intervenção com o *Kahoot* foi positiva e os resultados foram muito satisfatórios, ainda que não na totalidade, aproximando-se de 50%. Ainda assim, através do processo de observação e da análise dos dados obtidos, conseguimos chegar à conclusão de que a maioria dos alunos ficou feliz em utilizar a ferramenta tecnológica, principalmente no terceiro momento, aplicação do conhecimento. O conteúdo estudado contextualizado com o dia a dia também despertou a atenção de muitos. Ficou claro que os alunos gostaram de utilizar as ferramentas digitais. Do começo ao fim das aplicações, demonstraram um comportamento participativo, o que

facilitou bastante o desenvolvimento da atividade. Após a apresentação do *Kahoot*, procurou-se constatar a motivação acerca do uso dessa ferramenta. Foi feita a seguinte pergunta: Você recomendaria a ferramenta educacional *Kahoot*?

Tabela 2 — Satisfação com o uso do *Kahoot*.

Você recomendaria a ferramenta educacional?	SIM	NÃO
	100%	0%

Fonte: Autor 1 (2022).

Nota-se que a aprovação da ferramenta foi unânime. Esse resultado deve-se às similaridades do *Kahoot* com um jogo, com características da competitividade, dando assim, uma motivação a mais para que os alunos se tornem mais participativos em sala de aula. Porém, sabemos que esse tipo de proposta ainda tem muitas particularidades, e muitos fatores externos para atrapalhar seu desenvolvimento, no qual muitas vezes torna o professor limitado, principalmente, quando envolve o tipo de rede que o aluno utiliza ou o instrumento tecnológico que ele possui. Porém, vale destacar que a participação ativa dos estudantes nas discussões realizadas colaborou para que os encontros fossem mais dinâmicos e construtivos.

#### 4. Considerações Finais

Durante a aplicação do produto foi feito um levantamento importante a respeito do uso das tecnologias pelos alunos, sendo que, para a implementação do produto educacional era necessário ter algumas ferramentas tecnológicas. No decorrer do trabalho foi constatado que a maioria dos alunos não possui notebook ou computador de mesa, e sim, smartphone, o que dificultou na utilização da simulação computacional realizada na plataforma PhET. A falta de recursos tecnológicos dos alunos (e dos professores) foi uma barreira enfrentada na educação em tempo de Pandemia. Ficou claro que essa dificuldade de acesso a materiais tecnológicos evidenciou a desigualdade do Brasil, no qual quem possui

recursos financeiros pode ter acesso a um notebook e, conseqüentemente, tem mais oportunidade de ter acesso à educação no formato remoto do que um aluno que os pais não possuem recursos financeiros para esta finalidade, sem contar o acesso a uma rede banda larga.

É necessário entendermos que, no âmbito educacional, o caminho muitas vezes é mais relevante do que a chegada. Considerando que os resultados não foram o que esperávamos, podemos destacar algo positivo, a ação de utilizar as ferramentas tecnológicas conciliado à prática docente representa a tentativa de romper a estrutura de aulas tradicionais, que poderia acontecer até mesmo dentro do Ensino Remoto Emergencial. Podemos, então, entender que o percurso pode ser inovador, entretanto, precisa estar muito bem alinhado com o processo de aprendizagem do aluno, e não apenas focado nos recursos utilizados. É preciso reconhecer também que é muito difícil elaborar atividades mais integradoras e fugir da avaliação pontual e dos exercícios de memorização e fixação, o que aconteceu principalmente no momento da Organização do Conhecimento.

Conclui-se que, mesmo diante de muitas dificuldades encontradas para o uso das ferramentas (não desistir do projeto), persistir na realização dele foi importante, pois por meio dele os alunos tiveram a oportunidade de ter acesso às diversas ferramentas virtuais e expor suas ideias e experiências durante o desenvolvimento das atividades realizadas.

## **Referências**

ABREU, J. B.; FERREIRA, D. T.; FREITAS, N. M. Os Três Momentos Pedagógicos como possibilidade para inovação didática. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, pp. 1 — 9. Florianópolis/SC. 2017.

CARMO, R. O. S., & FRANCO, A. P. (2019). Da docência presencial à docência online: aprendizagens de professores universitários na educação à distância. *Educação em Revista*, p. 35.

Decreto Nº 19586 DE 27/03/2020, publicado no DOE — BA em 28 mar 2020.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas. São Paulo: EPU, 1986. 11 p.

MELLO, Lucrécia Stringhetta. Diário de aula e a formação docente: A relação entre a leitura escrita e a produção do conhecimento ,2003.

Portaria no 343, de 17 de março de 2020 que dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus — COVID-19. MEC, Recuperado em 22 de Março, 2020.



**A PESQUISA BASEADA EM DESIGN E SEU USO NA CONSTRUÇÃO DE  
UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO APRENDIZAGEM INTERDISCIPLINAR: O  
DESAFIO DA GARRAFA!**

*THE DESIGN-BASED RESEARCH AND ITS USE IN THE CONSTRUCTION OF  
AN INTERDISCIPLINARY TEACHING AND LEARNING SEQUENCE: THE  
BOTTLE CHALLENGE!*

*Caroline Marianne Monteiro<sup>1</sup>, Ingrid de Souza Siqueira<sup>2</sup>, Aline Chaves  
Intorne<sup>3</sup>, Paulo Victor Souza<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, carolinejsmonteiro@hotmail.com.

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, ingridds.uenf@gmail.com.

<sup>3</sup> Instituto Federal do Rio de Janeiro — campus Volta Redonda, aline.intorne@ifrj.edu.br.

<sup>4</sup> Instituto Federal do Rio de Janeiro — campus Volta Redonda, paulo.victor@ifrj.edu.br.

## **Introdução**

Os impactos do desenvolvimento científico e tecnológico na construção da sociedade são muitos, porém, isso é parcialmente compreendido pelas pessoas e pouco refletido em sala de aula (VENEZUELA, 2008). Um dos motivos são as falhas no letramento científico (LC) (DANTAS & DECCACHE-MAIA, 2020). LC é a capacidade de se refletir sobre questões científicas, participando da discussão fundamentada, sendo capaz de explicar, avaliar, planejar, interpretar dados e evidências com base em investigação científica (BRASIL, 2020). Estimular o LC desde a escola é indispensável na formação cidadã, para que os indivíduos

possam compreender o contexto socioeconômico, político e ambiental da sociedade (MAMEDE & ZIMMERMANN, 2005).

Com a Lei de Diretrizes de Base da Educação (LDB) nº 9.394/96, o ensino passa a ter maior comprometimento com a formação e exercício da cidadania (RODRIGUES *et al.*, 2019), e conseqüentemente com o LC. Todavia, os resultados de 2018 do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), revelaram que apenas 1% dos alunos brasileiros consegue aplicar de forma autônoma seus conhecimentos científicos a uma variedade de situações (BRASIL, 2020). Por isso deve-se renovar as abordagens pedagógicas, visto que o ensino tradicional não satisfaz mais a curiosidade dos alunos, tampouco supre o LC e o exercício pleno da cidadania (LIBÂNEO, 2007).

Melhorias no currículo também são objeto de estudo, devido a compartimentalização das ciências e a não incorporação de conceitos contemporâneos, que são fundamentais para a compreensão do mundo (LIBÂNEO, 2007). Neste sentido, metodologias ativas e intervencionistas são propostas para engajar os discentes no processo de ensino-aprendizagem. Ao colocar o aluno como protagonista, é possível desenvolver competências como criatividade, criticidade, iniciativa e trabalho em equipe. Dessa forma, tais práticas alinham-se com a urgência de motivar os discentes enquanto cidadãos na sociedade tecnológica contemporânea (LOVATO *et al.*, 2018).

Na dimensão curricular, o enfoque interdisciplinar se destaca com ferramentas para promoção do aprendizado integrado das ciências (MOZENA & OSTERMANN, 2014). A interdisciplinaridade prevista na LDB, pode ser definida como a interação entre disciplinas, o que permite uma relação entre os conhecimentos para melhor compreender e superar questões (LIBÂNEO, 2007).

Então, como articular movimentos nas duas dimensões: metodológica e curricular? Com a Pesquisa Baseada em Design (DBR, sigla em inglês), uma proposta que surgiu em 1990, aliando aspectos de pesquisas teóricas

a aspectos práticos (KNEUBIL & PIETROCOLA, 2017). Quando aplicada a educação, a DBR reflete sobre a ideia da intervenção gerenciando todo o processo de ensino-aprendizagem, desde a sua concepção até a implementação. Uma característica importante da DBR é o aprimoramento da técnica, uma vez que não é focada no produto mas no desenvolvimento do processo. Assim, resultados encontrados no produto podem ser incorporados novamente no processo, levando a um ciclo de evolução (KNEUBIL & PIETROCOLA, 2017).

Nesse trabalho, a gamificação e a interdisciplinaridade serão usados para estimular o LC, abrangendo conhecimentos de biologia, física e robótica, frente ao famoso “desafio da Garrafa” (THENÓRIO, 2016). Desenvolvemos uma sequência didática proposta para alunos do ensino médio. Em específico, focaremos na primeira etapa preconizada pela DBR: o desenvolvimento dos princípios de design e o design da sequência didática.

## **1. Fundamentação Teórica**

Nas últimas décadas, o ensino tem sofrido transformações de modo a levar o aluno a compreender as Ciências, sua importância e aplicações (SANTOS, 2007). Na dimensão metodológica, metodologias ativas são usadas na busca pela renovação do ensino, sendo o LC parte desse conjunto de ações, que tem o aluno como agente na construção da aprendizagem (BARKER, 2004). Dessa forma, o professor rompe barreiras, analisando criticamente a práxis e trazendo novos recursos para engajar os alunos. Dentre as diversas metodologias ativas de ensino, a gamificação se destaca, uma vez que leva o lúdico para a sala de aula (REIS, 2011).

A gamificação mostra eficácia na compreensão de temas que são desafiadores nas abordagens tradicionais. Gamificar consiste em trazer para o ambiente de aprendizagem elementos que são encontrados em games, que geram motivação e interação, como tentativa e erro, competição, diversão e cooperação (FARDO, 2013). Tais elementos

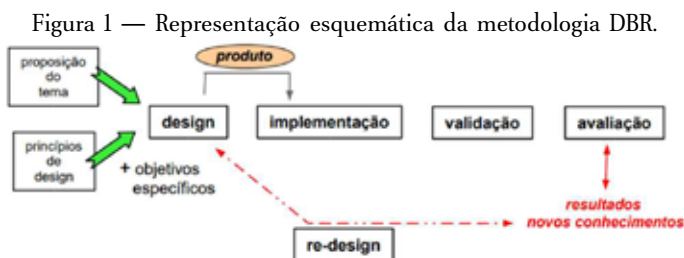
podem ser entendidos como competências, que oferecem melhorias para o ensino-aprendizagem e que permitem a inclusão de conteúdos curriculares de maneira não verbalista, em particular, com enfoque interdisciplinar (WIERTTEL, 2016). Para Studart (2022) a gamificação pode ser uma estratégia instrucional, que usa o *game thinking* para motivar o aluno. Um *game* é um sistema que envolve os participantes, sendo indispensável o entendimento de práticas motivacionais para manter o engajamento. No contexto educacional, a gamificação pode ser usada para elaborar sequências didáticas, como o que foi feito no presente trabalho.

Na dimensão curricular, refletir as disciplinas escolares com foco no LC pode trazer benefícios para a formação cidadã dos indivíduos (DA SILVA & DE CARVALHO, 2017). Fazer isso de modo interdisciplinar, possibilita a percepção e compreensão de fenômenos complexos de modo eficaz, com um aprendizado crítico — características que são desejáveis para o LC (MOREIRA, 2021). Portanto, adotar a interdisciplinaridade permite que o aluno experimente interações com o meio, lidando com problemáticas que precisam de diferentes frentes para suas soluções (CRUZ & BOURGUIGNON, 2020; DA SILVA & NOBRE, 2021). Segundo Freire (1987), é tarefa do educador trazer o universo interdisciplinar para as questões levantadas em sala de aula. Dito isso, reintegrar os conhecimentos trazendo junto a vivência do aluno é possível através de metodologias ativas, consolidando a concepção de cidadania (CRUZ & BOURGUIGNON, 2020). Portanto, por ocasião do desenvolvimento da DBR através dos princípios de design e o design da sequência, a gamificação contribui enquanto metodologia ativa de ensino na dimensão didática, enquanto a interdisciplinaridade se constitui no eixo curricular.

## **2. Métodos e Materiais**

A Pesquisa Baseada em Design (DBR) empregada no ensino pode ser definida como uma metodologia que combina ambientes destinados à aprendizagem com a pesquisa educacional teórica (WANG & HANNAFIN,

2005). A sua aplicação está no planejamento, implementação e na avaliação de seqüências de ensino e aprendizagem, contribuindo para que conhecimentos didáticos sejam construídos e consolidados, associando-se teoria e prática (Figura 1). A metodologia não possui base em uma única teoria de aprendizagem, pois adota elementos de diferentes teorias, com a finalidade de admitir quais princípios de design serão usados na elaboração, realização e avaliação dos resultados (KNEUBIL & PIETROCOLA, 2017).



Fonte: reproduzido de Kneubil & Pietrocola (2017).

O presente trabalho contempla as primeiras fases da DBR, que são: 1) o apoio ao design inicial com investigações e teorias existentes — momento este que os professores identificam prioridades para investigação, com indagações sobre as possíveis respostas aos problemas identificados; e 2) a definição de objetivos práticos e realistas para o desenvolvimento teórico e o desenvolvimento de um plano inicial. Tais etapas correspondem ao design da seqüência, que começa com a escolha dos princípios do design — ideias sobre as quais estão assentadas as ações e atividades realizadas na seqüência — e se estende até o design propriamente dito da seqüência.

Os princípios dos design podem ser entendidos como pressupostos teóricos que fundamentam a estrutura do processo de design e a subsequente implementação do produto gerado (KNEUBIL & PIETROCOLA, 2017). Além disso, segundo Mesquita *et al.* (2021), esses pressupostos não são fixos ou únicos. Podem ser constituídos de diversos aspectos de teorias e variam de acordo com o conhecimento ou a situação

em que a intervenção ocorre. Assim sendo, os princípios de design podem ser compreendidos como ideias fundamentais sobre as quais estão assentadas as ações e atividades que serão realizadas na sequência e, em concordância com isso, essas ideias têm de se fazer sentir durante sua implementação.

Uma vez definidos os princípios do design, inicia-se o design propriamente dito. Guisasola *et al.* (2017) apresentaram a metodologia DBR em termos de seis ações básicas. Dentre estas, foi identificado que as quatro primeiras são pertinentes à etapa de design. São elas:

1. Destacar: estabelecimento dos objetivos, do público-alvo e do elemento curricular.
2. Compreender: análise das concepções espontâneas e possíveis dificuldades associadas ao aprendizado e compreensão do elemento curricular
3. Definir: a partir do que foi feito anteriormente, são definidas as metas de aprendizagem, métricas e indicadores de avaliação.
4. Conceber: elaboração de um esboço do projeto (sequência). Isso inclui quaisquer materiais que comporão a sequência e serão disponibilizados.

Completa a primeira fase da DBR a definição dos objetivos específicos, que começarão a dar materialidade aos princípios do design. Sobre esta etapa, Kneubil & Pietrocola (2017) dizem:

“esses objetivos têm um status menos teórico-abstrato, se relacionam ao conteúdo específico e são, portanto, os primeiros a darem uma forma de abordagem daquele conteúdo. Os objetivos específicos podem ser relacionados também às habilidades que se pretende desenvolver com aquela sequência. Em geral, os objetivos são definidos com verbos ou ações que a TLS<sup>1</sup> deve promover como, por exemplo, mostrar como o

---

<sup>1</sup>TLS significa Teaching Learning Sequence, que em tradução livre significa sequência de ensino aprendizagem.

som se propaga dentro da matéria, distinguir as características inercial e gravitacional da massa, aprofundar no significado da relação massa-energia, etc.” (KNEUBIL & PIETROCOLA, 2017, p. 9).

### 3. Resultados e Discussões

A sequência didática apresentada resultou do desenvolvimento da etapa de design do DBR e reflete os princípios de design propostos. Nesta seção, apresentamos tais princípios e justificativas para escolha. Em seguida, damos uma visão geral da sequência didática produzida.

Segundo Nicolau Júnior (2014), os princípios de design podem ser expressos em termos de obstáculos didático-pedagógicos e epistemológicos a serem superados pela sequência. Seguindo este raciocínio, a sequência proposta intenciona no sentido didático-pedagógico: (a) promover o engajamento dos estudantes no desenvolvimento de atividades de aprendizagem; (b) fomentar o desenvolvimento de competências de ampla aplicação, como a capacidade expressar ideias por meio de diferentes mídias; (c) e estimular o uso sadio de smartphones e da internet enquanto ferramentas de aprendizado. A proposta também prevê superar obstáculos epistemológicos ao (d) promover uma visão mais realista da ciência e do método científico, e ao (e) estimular a compreensão dos fenômenos da natureza de uma forma integrada. A justificativa para escolha de cada princípio supracitado está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 — Princípios & Justificativas.

Princípio	Justificativa
a	aulas de ciências tradicionais tipicamente não promovem o engajamento dos estudantes (HAKE, 1998; ARAÚJO & MAZUR, 2013)
b	a formação do cidadão do século XXI prescinde o desenvolvimento de uma série de competências (LESCAK <i>et. al.</i> , 2019; DA SILVA <i>et. al.</i> , 2021)
c	adventos como a internet móvel precisam converter-se em ferramentas de aprendizado e não empecilhos para o mesmo (DO NASCIMENTO & CHAGAS, 2017; ARANHA <i>et. al.</i> , 2019)
d	o ensino tradicional promove uma visão estereotipada sobre a ciência (FERNÁNDEZ <i>et. al.</i> , 2002; KOSMINSKY & GIORDAN, 2002; PÉREZ <i>et. al.</i> , 2001)
e	os currículos tipicamente promovem o estudo de fenômenos naturais de maneira fragmentada (JAPIASSU, 1993; PAVIANI, 1993; GERHARD <i>et. al.</i> , 2012)

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Por sua vez, os objetivos específicos associados à sequência foram:

- Entender e descrever o funcionamento do sistema nervoso e os seus órgãos;
- Compreender a percepção dos estímulos e a resposta do corpo humano;
- Descrever o movimento da garrafa em termos de grandezas físicas, como velocidade, aceleração gravitacional e centro de massa;
- Descrever o funcionamento do neurônio em termos físicos;
- Familiarizar-se com princípios básicos de programação e robótica;
- Ser capaz de correlacionar os movimentos do corpo humano e de um robô humanóide;
- Desenvolver a habilidade de roteirizar, gravar e editar vídeos;
- Desenvolver a habilidade de trabalhar em equipe;
- Aprimorar a habilidade de comunicação escrita e oral.

O robô NAO, desenvolvido em 2006, pela empresa francesa Aldebaran Robotics, tem 58 cm de altura e é o modelo de robô humanoide deste trabalho. Este robô tem sido utilizado em universidades e laboratórios de pesquisa espalhados pelo mundo, participando em atividades que envolvem interação homem-robô, permitindo a relação entre teoria e prática em distintos ramos da Ciência e da Tecnologia (PINTO *et al.*, 2014). Neste trabalho, a proposta é que ele seja operacionalizado pelos alunos com o objetivo de realizar o Desafio da garrafa por meio da programação combinada de três variáveis: o tempo de movimento, o ângulo do cotovelo e o ângulo do ombro. A finalidade de seu uso é compreender as diferenças e semelhanças que envolvem um humano realizar o desafio e um robô fazê-lo.



Definidos os princípios do design e os objetivos específicos, elaborou-se a sequência compreendendo seis atividades. A duração estimada são três encontros síncronos de 100 minutos cada, intercalados com três atividades assíncronas, totalizando seis momentos de aprendizagem. Os princípios do design contemplados, os aspectos da gamificação presentes em cada momento da sequência segundo Costa *et al.* (2018) e um resumo das atividades desenvolvidas em cada momento são apresentados na Tabela 2. Considerando os currículos para ensino básico no Brasil, propõe-se que o público-alvo sejam alunos da 2ª série do ensino médio (BRASIL, 2018). Desta forma, a sequência promove o ensino articulado e interdisciplinar de conceitos de física, biologia e robótica a partir de uma atividade principal, que é o desafio da garrafa.

Tabela 2 — Visão geral da sequência didática.<sup>2</sup>

<b>Momento</b> <b>Princípios contemplados</b> <b>Aspectos da gamificação</b>	<b>Resumo das atividades</b>
1 b, c Engajamento	Através de uma sala da plataforma Classroom, é proposto que os alunos respondam a um questionário online sobre os principais conceitos de biologia e física estudados para a realização do projeto (assíncrono).
2 a, c, d, e Competição, Engajamento, Imprevisibilidade, Ludicidade e Símbolos de Conquistas/Premiação.	O professor seleciona algumas questões do questionário com respostas mais interessantes para conduzir uma discussão dos conceitos abordados. Após os alunos assistirem um vídeo do desafio da garrafa, eles são separados em duplas onde cada uma tem 3 chances para fazer o desafio. Logo após, a turma discute sobre que fatores influenciam o sucesso para realização do desafio (síncrono).
3 b, c Engajamento, Feedback e Ludicidade	No Classroom, são sugeridos vídeos relacionados às questões biológicas e físicas do desafio, como o Sistema Motor e a Força de Resistência do Ar. Os alunos respondem novamente o questionário sobre os principais conceitos e podem ver suas respostas iniciais e modificá-las, justificando as alterações (assíncrono).
4 c, e Competição, Desenvolvimento de Conquista, Engajamento, Fortalecimento da Criatividade e Feedback.	No segundo encontro presencial, o Professor conduz uma breve discussão sobre os requisitos necessários para realizar o desafio da garrafa. É feita a leitura de 2 artigos jornalísticos pelos alunos em referência ao assunto do projeto e, posteriormente, eles respondem através da plataforma Mentimeter sobre como a ciência

<sup>2</sup> Uma versão mais detalhada da sequência pode ser acessada no endereço: [https://drive.google.com/file/d/1uIzTd\\_TiDFGEGpO4jcVj09\\_C2RHmDCX/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1uIzTd_TiDFGEGpO4jcVj09_C2RHmDCX/view?usp=sharing).

	tem explorado o uso da robótica. A questão é discutida conforme as respostas são recebidas e visualizadas por todos. O professor junto com os alunos montam um quadro fazendo correlações entre o desafio realizado por humanos e por robôs (atividade síncrona).
5 a, d, e Competição, Engajamento, Imprevisibilidade, Lógica, Ludicidade, Símbolos de Conquistas/Premiação.	Os alunos são apresentados ao robô humanóide NAO e aprendem a programá-lo. Em duplas competidoras, eles estabelecem os 3 parâmetros para realizar o desafio da garrafa com o robô. Após as tentativas, respondem um terceiro questionário online sobre as alterações dos parâmetros para que tanto o robô quando um humano consiga concluir o desafio. As respostas são debatidas em sala (síncrona).
6 a, b, c Competição, Desenvolvimento de Conquista, Engajamento, Feedback, Fortalecimento da Criatividade, Imprevisibilidade.	Em duplas, os alunos gravam um vídeo de até 1 minuto, para explicar de maneira criativa o que é preciso para vencer o desafio da garrafa. As duplas postam os vídeos e comentam uns nos vídeos dos outros. Os alunos preenchem o formulário de aproveitamento do projeto (assíncrono).

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O design de uma sequência didática embasada nos princípios de design descritos acima se constitui no principal resultado da pesquisa. Cabe ressaltar que o método utilizado no design da sequência tem sido sistematicamente utilizado (NICOLAU JUNIOR, 2014; KNEUBIL & PIETROCOLA, 2017) e que ele não estabelece quaisquer limites para a metodologia didática e/ou o componente curricular presentes na sequência. Como em nosso caso, diversos trabalhos têm dado ênfase às metodologias ativas de aprendizado, em particular, a gamificação, e ao enfoque curricular interdisciplinar (MOZENA & OSTERMANN, 2014; STUDART, 2022). Os trabalhos destacam ainda o engajamento dos estudantes para realizar tais atividades e o aproveitamento no processo de ensino-aprendizagem é aprimorado em consequência da adoção de tais abordagens.

#### 4. Considerações Finais

As práticas pedagógicas tradicionais, que priorizam a transferência de conteúdo e a memorização, não trazem mais os resultados necessários para o desenvolvimento crítico do cidadão do século XXI, sobretudo no que tange o LC. Em um mundo conectado, com acesso vasto à informação,

é preciso saber explorar o conteúdo na internet, tanto no âmbito do professor como no âmbito do aluno. Principalmente, em um cenário onde o jovem passa cada vez mais tempo nas mídias sociais e onde as informações falsas se multiplicam (DE BRITTO & DE MELO, 2022).

Visando reverter esse cenário, surgem propostas inovadoras, como as metodologias ativas e a interdisciplinaridade, que podem ser usadas para trazer motivação e incentivo aos alunos enquanto protagonistas de seu processo de ensino-aprendizagem. Neste contexto, a DBR se apresenta como um método muito útil na condução da pesquisa voltada para a melhoria do aprendizado, justamente porque permite a articulação entre o eixo didático e o currículo, levando em consideração aspectos característicos do contexto escolar, e simultaneamente permite a determinação de princípios gerais.

O presente trabalho, em específico, teve como objetivo expor o desenvolvimento da primeira etapa da DBR, que compreende a definição dos princípios do design, dos objetivos específicos e o design da sequência didática propriamente dita. Desta forma, os princípios visam superar questões corriqueiras do cotidiano escolar, enquanto que a sequência didática representa como os princípios serão alcançados e quais os resultados esperados. A expectativa é que esses resultados iluminem o processo através do qual se utiliza a DBR na construção de sequências didáticas.

A sequência proposta tem o ensino médio como público alvo. O enfoque das atividades é curricular interdisciplinar e incorpora elementos das metodologias ativas de aprendizagem, em particular, a gamificação para trabalhar conteúdos de biologia, física e programação. O tema gerador é o “desafio da garrafa”, um vídeo viral na internet, muito famoso entre os jovens. A avaliação do aprendizado proposta é realizada ao longo do processo e ao final dele, de modo a avaliar e verificar até que ponto os objetivos específicos foram alcançados, podendo ser retrabalhados a posteriori. Com isso, espera-se desenvolver competências variadas com os alunos, por exemplo, cooperação, iniciativa e trabalho em equipe.

Ademais, cabe salientar que o relato apresentado neste texto é o fragmento de uma pesquisa mais ampla, que se encontra em curso. Os próximos passos dizem respeito à continuidade das etapas apresentadas na DBR, ou seja, implementação, coleta de dados, análise, validação e redesign.

## Referências

ARANHA, C. P. *et al.* O YouTube como Ferramenta Educativa para o ensino de ciências. **Olhares & Trilhas**, v. 21, n. 1, p. 10-25, 2019.

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno brasileiro de ensino de física**, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.

BARKER, S. Active learning in secondary and college science classrooms: A working model for helping the learner to learn. **British Journal of Educational Psychology**, v. 74, p. 492, 2004.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Brasil no Pisa 2018 [recurso eletrônico]. — Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2020. 185p. il.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018.

COSTA, D. L. *et al.* Revisão bibliográfica dos aspectos e métodos componentes da gamificação na educação. **Feedback**, 10(1): 1232-1238. 2018

CRUZ, M. F. R; BOURGUIGNON, J. A. A interdisciplinaridade e a educação: As metodologias ativas de aprendizagem como fer-

ramenta de construção da cidadania. **Publicatio UEPG: Ciências Sociais Aplicadas**, [S. l.], v. 28, 2019. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/sociais/article/view/14507>. Acesso em: 28 out. 2022.

DANTAS, L. F. S; DECCACHE-MAIA, E. Scientific dissemination in the fight against fake news in the Covid-19 times. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. 1-18, 2020.

DA SILVA, H. F.; DE CARVALHO, A. B. G. P. Letramento científico nas aulas de física: um desafio para o ensino médio. **Redin-Revista Educacional Interdisciplinar**, v. 6, n. 1, p. 1-11, 2017.

DA SILVA, D. G; *et al.* Habilidades esenciales para el siglo XXI a través de la educación STEM. **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 15, n. 1, p. 3, 2021.

DA SILVA, D. J.; NOBRE, S. B. A Educação científica nos anos iniciais do ensino fundamental: olhares e reflexões sobre o letramento científico. **Pesquisa em Foco**, v. 26, n. 1, p. 29-52, 2021.

DE BRITTO, D. M. C; DE MELLO, I. C. Fake news como estratégia para o ensino de ciências: avaliação de uma sequência didática. **Revista Vitruvian Cogitationes**, v. 3, n. 2, p. 32-52, 2017.

DO NASCIMENTO, W. S.; CHAGAS, R. F. O uso da internet como recurso didático-pedagógico no ensino de Ciências e Biologia. **Revista Uni Araguaia**, v. 11, n. 11, p. 396-422, 2017.

FARDO, M. L. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 11, n. 1, p. 1-9, 2013.

FERNÁNDEZ, I. et.al. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 20, p. 477-488, 2002.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra.1987.

GERHARD, A. C. *et al.* A fragmentação dos saberes na educação científica escolar na percepção de professores de uma escola de ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 1, p. 125-145, 2012.

GUISASOLA, J. *et al.* Evaluating and redesigning teaching learning sequences at the introductory physics level. **Physical Review Physics Education Research**, v. 13, n. 2, p. 1-14, 2017.

HAKE, R. R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics**, v. 66, n. 1, p. 64-74, 1998.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Imago editora, 1976.

REIS, B. M. S. Os jogos em redes sociais online, pervasive games e a gamificação do cotidiano como expressões do lúdico na sociedade contemporânea. **Ícone**, v. 13, n. 2, p. 1-15, 2011.

KNEUBIL, F. B.; PIETROCOLA, M. A pesquisa baseada em design: visão geral e contribuições para o ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 2, p. 1-16, 2017.

KOSMINSKY, L.; GIORDAN, M.. Visões de ciências e sobre cientista entre estudantes do ensino médio. **Química Nova na Escola**, v. 15, n. 1, p. 11-18, 2002.

LESCAK, E. A.; *et al.* Ten simple rules for providing a meaningful research experience to high school students. **Plos Computational Biology**, v. 15, n. 4, p. 1-7, 2019.

LIBÂNEO, J. C. **Adeus professor, adeus professora?** Novas exigências educacionais e profissão docente. São Paulo: Editora Cortez, 2007.

LOVATO, F. L.; *et al.* Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 2, p. 154-171, 2018.

MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E. Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, n. extra, p. 1-4, 2005.

MESQUITA, L. *et al.* Metodologia do design educacional no desenvolvimento de sequências de ensino e aprendizagem no ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.43, p. 1-16, 2021.

MOZENA, E. R.; OSTERMANN, F. Uma revisão bibliográfica sobre a interdisciplinaridade no ensino das ciências da natureza. **Revista Ensaio**, v. 16, n. 2, p. 185-209, 2014.

MOREIRA, M. D. D. Ciências com sabor: uma experiência pedagógica de inovação e interdisciplinaridade. **Revista Ponto de Vista**, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2021.

NICOLAU JÚNIOR, L. **Estrutura didática baseada em fluxo: relatividade restrita para o ensino médio**. 2014. 265f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, USP, São Paulo.

PAVIANI, J. **Interdisciplinaridade: disfunções conceituais e enganos acadêmicos**. EDUCS, 1993.

PÉREZ, D. G. *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, p. 125-153, 2001.

PINTO, A. H. M. *et al.* Inserção de um robô humanoide no Ensino de Objetos Geométricos 2D sobrepostos. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. 2014. p. 632.

RODRIGUES, V. A. B. *et al.* Formação cidadã formação cidadã na educação científica e tecnológica: olhares críticos e decoloniais para as abordagens CTS. **Revista Educação e Fronteiras On-line**, v. 9, n. 25, p. 71-91, 2019.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista brasileira de educação**, v. 12, p. 474-492, 2007.

STUDART, N. A gamificação como design instrucional. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, p. 1-11, 2021.

THENÓRIO, I. 5 Segredos Científicos do Desafio da Garrafa. YouTube. 27 out 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=TzcY4sIPwE8>. Acesso em: 20 out 2022.

VENEZUELA, O. D. Demarcando Ciências e Pseudociências para alunos do Ensino Médio. **Instituto de Biociências Faculdade de Educação**. São Paulo. 2008.

WANG, F.; HANNAFIN, M. J. Design Based Research and Technology-Enhanced Learning Environments. **Educational Technology Research and Development**, v. 53, n. 4, p. 5-23, 2005.

WIERTEL, W. J. **Gamificação, lúdico e interdisciplinaridade como instrumentos de ensino**. 76p. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso — Universidade Federal do Integração Latino-Americana, UNILA, Foz do Iguaçu.



# DE COPÉRNICO A NEWTON: O ENSINO DA GRAVITAÇÃO E O MOVIMENTO DAS MARÉS

*FROM COPERNICUS TO NEWTON: THE TEACHING OF GRAVITATION AND THE MOVEMENT OF TIDES*

*Allinne Vezula Mateveli Gonzaga<sup>1</sup>, Flávio Gimenes Alvarenga<sup>2</sup>*

<sup>1,2</sup> Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), PPGEnFis/MNPEF Polo 12, ES, Brasil

## **Introdução**

Este trabalho aborda considerações históricas no Ensino da Gravitação com ênfase em personagens da Astronomia e Mecânica Celeste, como Nicolau Copérnico, Johannes Kepler, Tycho Brahe e Isaac Newton. Emprega-se como tópico motivador o comportamento das marés, uma vez que muitos alunos têm a curiosidade de entendê-lo e questionam “como a água do mar não entorna e porquê da ocorrência das marés altas e baixas?”

A escolha dessa temática “efeito das marés” aconteceu, tanto pela curiosidade dos alunos, por não conhecerem o mar, uma vez que pertencem a uma Escola localizada no município de Ibitirama — ES, na Serra do Caparaó, bem como pelo fascínio que a Astronomia exerce até mesmo em leigos, o que a torna um cenário adequado para o Ensino da Gravitação (LANGHI; RODRIGUES, 2022).

Por isso, propõe-se a construção de uma sequência didática voltada para turmas do segundo ano do ensino médio no formato de uma

Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) com atividades planejadas na Aprendizagem Baseada em Equipes, e referencial teórico fundamentado na Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel, na transcrição de Marco Antônio Moreira. O objeto de estudo consiste no ensino de conceitos básicos da Astronomia e as relações com a Gravitação abordando os seguintes tópicos: História da Astronomia de Copérnico a Newton (MOURÃO, 2003; VALADARES, 2009), Leis de Kepler, Gravitação Universal e o Movimento das Marés (LOPES, 1996). Assim, a questão básica da pesquisa é: É possível promover uma aprendizagem significativa sobre os Movimentos das Marés e sua relação com a Gravitação e a Astronomia?

O produto educacional poderá ser aplicado nas Escolas tendo como metodologia a pedagogia da alternância integrado ao Técnico em Agropecuária, bem como as Escolas de Ensino Médio regular, pois abordam temas que estão relacionados a BNCC (Base Nacional Comum Curricular).

## **1. Fundamentação Teórica**

No decorrer do desenvolvimento desse trabalho, foi utilizada, como referencial teórico da área de ensino e aprendizagem, a Teoria da Aprendizagem Significativa, TAS (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2011a), e ainda, como referências teóricas importantes, a proposta de elaboração de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, UEPS, apresentada por Moreira (2011), e Atividades Baseadas em equipes, visando resultados de pesquisas na área de Educação em Astronomia.

Segundo Moreira, a aprendizagem não pode ser considerada totalmente mecânica ou totalmente significativa, apesar desta última ser preferida, mas pode estar mais próxima de um desses extremos em diferentes momentos no decorrer do processo. É possível em alguns casos, partir da aprendizagem mecânica para chegar à aprendizagem

significativa, principalmente quando não há subsunçores suficientes para ancorar o novo conhecimento (MOREIRA, 2011a).

Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) nada mais é que uma sequência ensino fundamentada em algumas teorias de aprendizagem, mas principalmente na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel e em visões clássicas e contemporâneas de Moreira, Masini e Valadares, onde o ensino é um meio e a aprendizagem é o fim, como afirma (MOREIRA, 2011b).

Já aprendizagem baseada em equipes, do inglês Team-Based Learning (TBL), é uma metodologia criada nos anos 70 pelo professor da área de negócios Larry K. Michaelsen na Universidade de Oklahoma (EUA) com o desígnio de desenvolver o estudo colaborativo de forma contextualizada. O método TBL tem como foco melhorar a aprendizagem a partir de um conjunto de tarefas e atividades que coloca o aluno como responsável por adquirir conhecimentos, além de proporcionar o desenvolvimento de várias competências como tomada de decisão, trabalho colaborativo em equipe, raciocínio crítico, entre outras (KRUG *et al.*, 2016).

## 2. Métodos e Materiais

A metodologia está relacionada ao desenvolvimento e aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente significativa (UEPS) e Aprendizagem Baseadas em Equipes, através de uma sequência de ensino que contempla o uso simuladores, vídeos, laboratório de informática, data show, materiais impressos, roda de conversa, entre outros. A UEPS De Copérnico a Newton: O ensino de Gravitação e o Movimento das Marés para o Ensino Médio, é composta de oito etapas, na seguinte sequência:

1. Apresentação da proposta de trabalho aos estudantes.
2. Levantamento através de uma pesquisa sobre os principais personagens da Astronomia e Mecânica Celeste e aplicação das Atividades Baseadas em Equipes.

3. Situação problema, utilizada como Organizador Prévio;
4. Introdução aos conceitos e conteúdos formais sobre a Teoria Heliocêntrica e o Conceito das órbitas Elípticas e aplicação das atividades baseadas em equipes.
5. Aprofundamentos dos Conceitos e Fenômenos Físicos relacionados às Leis de Kepler, Campo Gravitacional e Movimento Sol — Terra.
6. Abordagem dos conteúdos para apresentação de novos significados através de um formato integrador, com uso de ferramenta computacional, simuladores.
7. Avaliação da Aprendizagem.
8. Entrevista e Avaliação da UEPS.

### **3. Resultados e Discussões**

Considerando que a aplicação da sequência didática está em andamento, com sete das doze aulas realizadas, os resultados são preliminares. Inicialmente na fase de proposta da pesquisa, constatou-se que a maioria dos alunos nunca tinha ouvido falar nos personagens da Mecânica Celeste e qual a sua importância na Astronomia, além de não correlacionarem o efeito das marés a um fenômeno gravitacional.

Com relação a aplicação da metodologia das Atividades Baseadas em Equipes, foi possível notar, a construção de conhecimentos, a partir de ajudas e trocas nos diferentes grupos. As análises efetuadas nas aulas 03 e 06, descritas no quadro abaixo, revelaram que a linguagem usada pelos colegas, promove facilidades de assimilação e entendimento, o que ficou evidenciado na comparação das respostas das atividades individuais em relação às respostas das atividades em grupo. O Quadro 1 resume todos os conteúdos e atividades desenvolvidas nessa UEPS de Gravitação por aula da sequência didática.

Quadro 1 — Síntese da Intervenção em Sala de Aula.

AULAS	CONTEÚDOS ABORDADOS	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Apresentação da proposta de trabalho.</li> <li>● Apresentação da UEPS Entrega do Termo de Livre Consentimento e Esclarecimento.</li> <li>● Roda de prosa Considerações Históricas no Ensino de Gravitação e os seus principais personagens da Mecânica Celeste.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Apresentação em Slides: A metodologia da UEPS e a Teoria da Aprendizagem Significativa com Atividades Baseadas em Equipes.</li> <li>● Pesquisa sobre personagens da Mecânica Celeste: Nicolau Copérnico, Johannes Kepler, Tycho Brahe e Isaac Newton.</li> <li>● Discussão do material apresentado pelos alunos.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Externalização dos conhecimentos prévios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Disponibilização da Apostila sobre Considerações Históricas da Astronomia no Ensino de Gravitação, para leitura.</li> <li>● Disponibilização da atividade individual, (Questionário 1)</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Primeira aplicação do questionário baseado em equipes.</li> <li>● Análise das resposta individuais e coletivas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Entrega da atividade individual.</li> <li>● Aplicação da Atividade baseada em Equipes.</li> <li>● Revisão de conteúdo analisando as respostas individuais e coletivas.</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Abordagem conceitual do conteúdo da 1ª Lei de Kepler, através do simulador planetário.</li> <li>● A contextualização do conteúdo abordado da 1ª Lei de Kepler.</li> <li>● Vídeo Órbitas dos Planetas <a href="https://drive.google.com/file/d/1sxlGS_D_2Zlb2h4z8_H06NOq_YtZ9OXRa/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/1sxlGS_D_2Zlb2h4z8_H06NOq_YtZ9OXRa/view?usp=sharing</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Simulação computacional sobre os planetas e suas órbitas. <a href="https://www.solarsystemscope.com/">https://www.solarsystemscope.com/</a></li> <li>● Disponibilização de atividade para casa e ser entregue na próxima aula. (Questionário 2)</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Contextualização e aplicabilidades da 2ª e 3ª Leis de Kepler (Lei das Áreas E Lei dos Períodos).</li> <li>● Releitura em conjunto, das apostilas que foram entregues.</li> <li>● Apresentação de exemplos relacionados das Leis de Kepler.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Entrega do Questionário 2.</li> <li>● Disponibilização da apostila contendo da 2ª e 3ª Leis de Kepler (Lei das Áreas E Lei dos Períodos) para leitura.</li> <li>● Disponibilização da Atividade Individual sobre a 2ª e 3ª Leis de Kepler e realização da mesma. (Questionário 3).</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Segunda aplicação do questionário de forma coletiva.</li> <li>● Análise das respostas individuais e coletivas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aplicação da Atividade baseada em Equipes.</li> <li>● Revisão de conteúdo analisando as respostas individuais e coletivas.</li> </ul>

- |         |   |   |
|---------|---|---|
| 7       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Externalização dos conhecimentos prévios sobre Gravitação.</li> <li>● Abordagem conceitual de Gravitação, logo apresentação em slides da Lei da Gravitação Universal, com oportunidade de intervenção durante a apresentação.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Disponibilização da Apostila sobre a Lei da Gravitação Universal para leitura e discussão na sala de aula.</li> <li>● Disponibilização da Atividade individual sobre o tema, resolução e correção da mesma.</li> <li>● Disponibilização da Apostila sobre Efeito das Marés para leitura em casa.</li> <li>● Disponibilização questionário Individual sobre Efeito das Marés.</li> </ul>  |
| 8       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Fases da Lua</li> <li>● Efeito das Marés</li> <li>● Influência do Sol e da Lua</li> <li>● Período de Oscilação das Maré</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Simulador computacional a Lua e o Sol e o comportamento da Terra. <a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_pt_BR.html">https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_pt_BR.html</a>.</li> <li>● Vídeo A Influência da Lua nas das Marés <a href="https://drive.google.com/file/d/1u1A0oz-aTu8HtJAcliz1IDoEIQqOH8nR/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/1u1A0oz-aTu8HtJAcliz1IDoEIQqOH8nR/view?usp=sharing</a></li> </ul> |
| 9       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Terceira aplicação do questionário de forma coletiva.</li> <li>● Análise das respostas individuais e coletivas.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Entrega da atividade individual (Efeito das Marés).</li> <li>● Aplicação da Atividade baseada em Equipes.</li> <li>● Revisão de conteúdo analisando as respostas individuais e coletivas.</li> </ul>   |
| 10<br>E | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Revisão de todos conteúdos abordados: Considerações Históricas no Ensino de Gravitação e os seus principais personagens da Mecânica Celeste, Leis de Kepler, Gravitação Universal e Efeito das Marés.</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Aplicação de até 03 Testes conceituais envolvendo todos os assuntos abordados com grau de dificuldades do menor para o maior.</li> </ul>   |
| 11      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Revisão de todos conteúdos abordados: Considerações Históricas no Ensino de Gravitação e os seus principais personagens da Mecânica Celeste, Leis de Kepler, Gravitação Universal e Efeito das Marés.</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Avaliação da aprendizagem de conteúdos por meio de anotações em um diário de implementação das observações realizadas em todas as atividades propostas pela UEPS e pela análise de conteúdo realizada nas aplicações de questionários.</li> </ul>  |
| 12      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Avaliação da UEPS</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Entrevista coletiva semiestruturada, onde os alunos irão responder as questões básicas: O que acharam da sequência (UEPS)? Se houve o entendimento dos conteúdos abordados? O que conseguiram entender sobre o Efeito das Marés?</li> </ul>  |

## 4. Considerações Finais

Esta sequência de ensino apresenta conteúdos de Gravitação no formato de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com atividades elaboradas no contexto de considerações históricas e na Aprendizagem Baseada em Equipes. Através desta metodologia o presente trabalho partiu das ideias de Copérnico, passando por Kepler e culminando em Newton, buscando assim motivar os alunos em busca da aprendizagem. Por meio do produto construído foi-nos possível entender que embora o desenvolvimento tecnológico tenha ganhado espaço, ainda existem possibilidades de prover melhorias para as aulas de Física utilizando soluções singelas, comprovadas pelo abarcamento dos objetivos propostos, a saber, averiguar as vantagens do uso de simuladores na educação, bem como, apresentar atividades individuais e coletivas, visando a interação e a colaboração dos próprios alunos para os conteúdos da disciplina de Física.

## Agradecimentos

A.V.M. Gonzaga agradece à FAPES e CAPES pelo suporte financeiro.

## Referências

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003. 227 p.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf)>. Acesso em: 05 de março de 2022.

KRUG, Rodrigo de Rosso *et al.* **O “bê-á-bá” da aprendizagem baseada em equipe.** Revista Brasileira de Educação Médica, v. 40, n. 4, p. 602-610, 2016.

LANGHI, R. e RODRIGUES, F. M. Interfaces da Educação em Astronomia: Currículo, Formação de Professores e Divulgação Científica. Volume 2 — Ações Dialógicas na Prática de Ensino de Astronomia. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2022.

LOPES, W. Efeitos Das Marés Sobre O Sistema Terra-Lua, Revista Brasileira do Ensino de Física, vol. 18, n. 4, dez. 1996.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares. 1. ed., São Paulo: LF Editorial, 2011a.

MOREIRA, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas - UEPS. Aprendizagem Significativa em Revista / Meaningful Learning Review, Porto - Alegre, v 1, n 2, p 43-638. 2011b. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID10/vi\\_n2\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/vi_n2_a2011.pdf)>. Acesso: 15 de jun. 2022.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares. 1. ed., São Paulo: LF Editorial, 2011c.

MOURÃO, R.R. de Freitas. **Copérnico Pioneiro da Revolução Astronômica.** Odysseus Editora, São Paulo — SP, 2003.

MOURÃO, R.R. de Freitas. **Kepler: A descoberta das Leis do Movimento Planetário.** Odysseus Editora, São Paulo — SP, 2003.

OLIVEIRA, T. E; ARAUJO, I. S.; VIET, E. A. **Aprendizagem Baseada em Equipes (Team-Based Learning): Um Método Ativo para o Ensino de Física.** Instituto de Física — Universidade Federal do Rio Grande do Sul Porto Alegre — RS.



VALADARES, E. de C. Newton: A Órbita da Terra em um Copo D'Água. Odysseus Editora, São Paulo-SP, 2009.



**INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: ANÁLISE DO USO  
DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS EM UMA TURMA DE LABORATÓRIO  
BÁSICO I**

*SCIENTIFIC LITERACY INDICATORS: ANALYSIS OF THE USE OF INQUIRY  
BASED ACTIVITIES IN A UNDERGRATE LABORATORY CLASS*

*Isabela dos Santos Carvalho<sup>1</sup>, Fátima Nazaré Baraúna Magno<sup>2</sup>, Silvana  
Perez<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Universidade Federal do Pará (UFPA), isabela.carvalho@icen.ufpa.br.

<sup>2,3</sup> Universidade Federal do Pará (UFPA), Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), silperez@ufpa.br.

## **Introdução**

Tradicionalmente os cursos de Ciências, sobretudo, os de Física, são voltados para o acúmulo de informações e o desenvolvimento de habilidades estritamente operacionais, nos quais os assuntos ministrados seguem um padrão de formalismo matemático, sem uma contextualização sobre o que está sendo estudado (CAPECCHI, 2004).

Nesse contexto, o Ensino por Investigação (EI) surge como alternativa pertinente, pois, segundo Sasseron (2015), configura-se como uma abordagem didática, podendo estar vinculado a qualquer recurso de ensino, desde que o processo de investigação seja colocado em prática e realizado pelos alunos a partir e por meio das orientações do professor. Para Azevedo (2004) e Carvalho (2009), outras dimensões de aprendizagem

aparecem no processo de ensino por investigação: conceitual, envolvendo os principais modelos e teorias da ciência; procedimental, relacionada com o conhecimento e o desenvolvimento de habilidades da prática científica (medir, calcular, construir dispositivos, questionar), e atitudinal, que envolve o desenvolvimento de posturas em relação ao conhecimento científico, à sala de aula e ao trabalho em equipe.

A Alfabetização Científica (AC) tem como objetivo a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas da vida (SASSERON e CARVALHO, 2011). Logo, está relacionada com os conhecimentos e habilidades ligados ao trabalho dos cientistas, bem como ao uso crítico do conhecimento científico na tomada de decisões na vida cidadã. Diante disso, a presente pesquisa busca responder ao seguinte questionamento: É possível promover a alfabetização científica em aulas que privilegiam atividades investigativas? Para tanto, buscou-se analisar as produções e participações dos alunos durante aulas de Laboratório Básico I, em um curso de licenciatura em Física, o qual aborda conteúdos referentes à Física Básica I.

## **1. Fundamentação Teórica**

### **1.1. Alfabetização Científica**

Para Chassot (2003), a alfabetização científica pode ser considerada como uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiem uma educação mais comprometida. Chassot (2003) considera que “seria desejável que os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo — e, preferencialmente, transformá-lo em algo melhor”.

Para orientar o processo, Sasseron e Carvalho (2008) propuseram os “indicadores de AC”, estando associados a um conjunto de habilidades desenvolvidas durante a investigação, que são próprias das ciências e do

fazer científico para promoção da alfabetização científica. Além disso, foram propostos alguns eixos estruturantes para orientar o processo de AC. O primeiro eixo configura-se como a “compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais”; o segundo trata da “compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática”; o terceiro “compreende o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente” (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Os indicadores são: seriação de informações, organização de informações, classificação de informações, raciocínio lógico, raciocínio proporcional, levantamento de hipóteses, teste de hipóteses, justificativa, previsão e explicação.

## **1.2. Experimentação utilizando o Laboratório Aberto**

Em um laboratório tradicional, o aluno comumente segue instruções contidas em roteiros experimentais, o que torna a solução pré-estabelecida e conhecida pelos alunos, que precisam na maioria das vezes, fazer medidas e análise de dados (CARVALHO, 2008). Podemos dizer que o Laboratório Aberto é um ambiente diferente do laboratório tradicional, pois, é onde os alunos podem reunirem-se em grupos para solucionar um problema experimental aberto, proposto pelo professor.

O laboratório aberto está inserido na abordagem investigativa, e seu objetivo é propor que o aluno seja capaz de solucionar problemas, a partir dos seus conhecimentos prévios. Ainda, sua aplicação procura potencializar habilidades e competências associadas com a AC dos alunos (CARVALHO, 2008). Os Laboratórios Abertos são divididos em graus de liberdade: Grau I, Grau II, Grau III, Grau IV e Grau V. O que foi estudado ao longo deste trabalho se enquadra nos graus III e IV, nos quais o professor dirige um problema para os grupos previamente divididos em 4 ou 5 pessoas. Em seguida, os alunos respondem questões sobre o conteúdo e podem ao longo da atividade realizar diferentes etapas com auxílio e mediação da professora.

### **1.3. Sequências de Ensino Investigativas**

Segundo Carvalho (2014), as Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) são conjuntos organizados e coerentes de atividades investigativas, integradas para trabalhar um tema, sendo que a diretriz principal de cada uma das atividades é o questionamento e o grau de liberdade intelectual dado ao aluno. As SEIs podem ser utilizadas de diferentes maneiras em sala de aula, sendo estratégias didáticas que não seguem um padrão de relatórios ou manuais de instrução de laboratórios tradicionais.

## **2. Métodos e Materiais**

A metodologia de pesquisa utilizada teve enfoque qualitativo, no qual, segundo Moreira (2003), o pesquisador o pesquisador buscar entender interpretando uma realidade socialmente construída, na que ele se insere. No contexto do trabalho realizado, buscou-se interpretar, utilizando os indicadores de AC, o material escrito dos alunos, bem como os diálogos durante as aulas. As atividades ocorreram com uma turma de Laboratório Básico I do curso de Licenciatura em Física da Faculdade de Física da Universidade Federal do Pará durante o ano letivo de 2019. Também apresentamos alguns dados quantitativos, que serviram para ilustrar a quantidade de indicadores presentes nos diários de bordo dos alunos.

Ao serem propostas as SEIs, os alunos reunidos em grupos (A, B, C e D) deveriam executar as atividades experimentais contidas em cada uma, entregando no final da aula um diário de bordo para a professora. As SEIs abordavam conceitos de Mecânica Clássica Newtoniana e eram estruturadas da seguinte forma: sumário, objetivo, fundamentos teóricos, atividades teóricas, material utilizando, atividades experimentais e tratamento de dados.

## 2.1. Fases da Pesquisa e estrutura das SEIs

**Primeiro momento:** Levantamento bibliográfico durante a Iniciação Científica, sobre AC, Ensino por investigação, SEIs e Laboratório aberto.

**Segundo momento:** Planejamento das SEIs desenvolvido em conjunto, abordando as atividades experimentais e assuntos previstos na ementa de Laboratório Básico I. Para melhor entendimento, descreve-se uma das SEIs, na qual existe um formato comum as demais.

Tabela 1 — Etapas da SEI de coeficiente de dilatação linear dos sólidos.

<b>Pergunta investigativa</b>
“Por que um prato de vidro grosso, que não é feito de pirex, por exemplo, estala e pode se quebrar, quando colocamos água muito quente?”
<b>Objetivos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Relacionar a variação sofrida por uma barra em função da variação de temperatura experimentada pela mesma.</li> <li>■ Relacionar a variação do comprimento sofrida por uma barra em função do comprimento inicial da mesma.</li> <li>■ Determinar o coeficiente de dilatação linear de uma barra.</li> </ul>
<b>Fundamentos teóricos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Dilatação térmica</li> <li>■ Dilatação Linear</li> </ul>
<b>Material utilizado</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Dilatômetro linear de precisão</li> <li>■ Balão volumétrico de 300 ml</li> <li>■ Manta aquecedora</li> <li>■ Pinça de 70 mm com mufa</li> <li>■ Conjunto conector simples</li> <li>■ Rolha com junção em T</li> <li>■ Termômetros -10 a +100 °C</li> <li>■ Barra de cobre</li> <li>■ Rolha com junção longitudinal</li> </ul>
<b>Atividades experimentais</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Dado o aparato experimental e de análise, observando o descrito no resumo teórico, diga quais medidas necessárias para determinação do coeficiente de dilatação linear da haste, estabelecendo a relação funcional entre as variáveis.</li> <li>■ Descreva o procedimento, destacando quais são as medidas iniciais, quais as finais e a partir de que condição deve-se fazer as medidas finais.</li> <li>■ De posse das medidas, calcule o coeficiente de dilatação linear do cobre, <math>\alpha_{Cu}</math>.</li> <li>■ Compare com o valor teórico, achando o erro relativo percentual.</li> <li>■ Qual é o significado físico da constante <math>\alpha</math>? Qual a sua unidade dimensional no Sistema Internacional (SI)?</li> </ul>

Fonte: elaboração própria (2022).

Na atividade experimental, diferentemente de um manual de instruções, o aluno baseia-se por perguntas, as quais redige-se com as respectivas respostas nos diários de bordo. Para responder à essas perguntas e fazer o tratamento dos dados experimentais utiliza-se de diferentes ações: Levantamento de hipóteses, previsões, manuseio e tratamento das informações apresentadas e dos dados coletados, entre outras. Vale destacar que, também, envolve-se o teórico com o prático e correlaciona-se ambos.

**Terceiro momento:** Implementação e acompanhamento das aulas de laboratório, sob registros para análise e coleta dos diários de bordo.

**Quarto momento:** Análise dos materiais, com base nos indicadores de AC.

### **3. Resultados e Discussões**

#### **3.1. Análise dos diários de bordo em busca de Indicadores de Alfabetização Científica**

A análise dos diários de bordo objetiva dados qualitativos acerca da produção do diário de bordo, além da avaliação da presença dos indícios de indicadores de AC durante diálogos que surgiam na atividade experimental. Como ilustração, apresenta-se o grupo, que quantitativamente possui um maior número de indicadores em seus diários de bordo, durante as atividades de laboratório. Apresenta-se quantitativamente esses resultados na tabela 2:



Tabela 2 — Análise geral dos indicadores contidos nos diários de bordo.

Indicadores	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Seriação de informações	4	1	1	1
Organização de informações	4	2	1	1
Classificação de informações	4	1	-	1
Raciocínio lógico	2	-	1	1
Raciocínio proporcional	-	-	-	-
Levantamento de hipóteses	5	1	2	-
Teste de hipóteses	2	-	1	-
Justificativa	3	1	-	-
Previsão	5	1	1	1
Explicação	4	2	1	1
Total	33	9	8	6

Fonte: elaboração própria (2022).

Estes dados dão um panorama geral sobre a participação ativa do grupo A, se dedicando ao desenvolvimento das atividades.

Destaca-se algumas SEIs para discussão e análise dos grupos:

### SEI “pêndulo Simples”

A atividade inicia com uma pergunta: “que tipo de movimento executa um pêndulo simples?”. Utilizando os conhecimentos prévios, dois alunos do grupo foram capazes de criar uma explicação direta para a pergunta.

A segunda pergunta: “que medidas podemos usar para estudar o movimento do Pêndulo Simples?” A resposta deveria ser em relação às variáveis trabalhadas. Neste momento, o grupo A utilizou o indicador de **levantamento de hipóteses**, pois, em princípio, houve dúvidas, sobre como proceder. Então, a professora auxiliou o grupo, confirmando algumas ideias dos alunos e esclarecendo outras dúvidas que surgiram.

Outra indagação: “o que é um pêndulo simples?”. Neste momento, utilizou-se um material didático fornecido pela docente, o livro de Física Básica II (RESNICK; HALLIDAY; WALKER). Um dos alunos apresentou suas ideias e expressões matemáticas em forma de explicação e utilizou o indicador de **justificativa** para embasar suas afirmações. Outro aluno ficou responsável por escrever alguns conceitos.

Na execução do experimento, os alunos utilizaram os indicadores de **seriação de informações e organização de informações**. Desse modo, coletaram as medidas pedidas em uma tabela contida na SEI e ordenaram os valores em seu respectivo lugar. O indicador de **classificação de informações** também foi utilizado ao relacionar variáveis para encontrar novas medidas, como a frequência.

Durante as perguntas foram feitos **levantamentos de hipóteses** acerca do movimento pendular, ao executarem o experimento para a coleta de dados, os alunos puderam **testar hipóteses** acerca do movimento e das características de um pêndulo simples. Por fim, os dados foram utilizados para criar um gráfico de dispersão no EXCEL.

Figura 1 — Aula de laboratório Básico I.



Fonte: elaboração própria (2022).

### SEI “movimento Retilíneo Uniforme”

No grupo A os alunos apresentaram a seguinte informação em seu diário de bordo:

*“nivelamos o instrumento a 15°, fizemos a média para várias medidas de tempo, entre o espaço igual a 400mm. Com os valores obtidos fizemos o cálculo da velocidade, posteriormente o da aceleração. Todos os resultados estão na tabela a ser entregue.”*

Verifica-se que o grupo utilizou os três indicadores relacionados ao tratamento de dados: **Seriação de informações**, ao fazerem as medidas; **organização de informações** ao escreverem e organizarem os dados em tabelas; e **classificação de informações**, ao relacionarem alguns dados obtidos a outras variáveis, para o cálculo das mesmas. Também se observa que utilizaram o indicador de raciocínio lógico no planejamento das ações teóricas e experimentais.

Já o grupo B utiliza o indicador de **organização de informações** no tratamento das medidas, e nenhum outro indicador é perceptível, neste último. No grupo C realiza-se o experimento e responde-se as perguntas contidas na SEI, em seu diário de bordo, utilizam os indicadores de seriação de informações para tratar as medidas experimentais.

### **SEI Encontro de dois móveis em MRU com sentidos opostos**

Para o grupo A distribuiu-se o material da aula anterior. Então, após algum tempo, fez-se as medidas, pois não havia um passo a passo a ser seguido na SEI. Um aluno do grupo A identificou o objeto que estava sendo referido na SEI, a bolha de ar. Ressalta-se que estas medidas, em relação a bolha de ar, faltavam para a conclusão das atividades.

Nas medidas e questões experimentais utilizou-se os três indicadores de tratamento de dados: **seriação de informações, organização de informações e classificação de informações**. O grupo fez constantes indagações: considerar a esfera ou a bolha na origem? O que podem ser compreendidos como formas de **levantamento de hipóteses**. Destaca-se que no grupo B não houve indicadores perceptíveis. O grupo C era de constante diálogo, utilizando constantemente indicadores de previsão e explicação. Um ou dois alunos explicavam conceitos aos demais do

grupo. Durante o planejamento da execução do experimento fizeram **levantamento de hipóteses** e posteriormente um **teste de hipóteses**, coletando os dados relacionados ao movimento retilíneo uniforme dos dois objetos, porém não escreveram de forma organizada no diário de bordo, mas teoricamente, com o uso da ferramenta matemática e de manuseio de equações chegaram a um valor bem próximo do previsto. No grupo D não houve indicadores perceptíveis.

### SEI “densidade dos líquidos”

Em um primeiro momento, explicou-se o conteúdo contido na SEI de maneira geral. E fez-se uma indagação aos alunos do grupo B:

Quadro 1: Análise do diálogo no grupo B.

Pergunta	Resposta	Indicador Explicação
O que acontece de diferente quando dois líquidos se misturam? Água e Coca-Cola, água e óleo, por exemplo.	"Líquidos são imiscíveis, pois não se misturam".	
Como é possível determinar a densidade de um líquido?	"É preciso lembrar sobre o Teorema de Stevin, é preciso encontrar a equação". Fonte: elaboração própria (2022)	<b>Levantamento de hipóteses</b>

Fonte: elaboração própria (2022).

### SEI “condutividade Térmica de Sólidos”

A seguir, apresenta-se, nos Quadros 1 e 2, um resumo do desenvolvimento de outra SEI que aborda a condutividade térmica de sólidos, uma analisando o grupo A, e outra o grupo B. Nesta SEI, algumas perguntas constaram como forma de promover o envolvimento do aluno na atividade.

Quadro 2: Análise da SEI sobre condutibilidade térmica de sólidos do grupo A.

Pergunta	Resposta	Indicador
O que acontece com as moléculas de um corpo, quando aquecido através da condução térmica?	"As moléculas com maior temperatura possuem maior amplitude de vibração e, com isso, acabam se chocando com as outras moléculas. Esses choques transferem energia, assim, transferindo calor do lado de maior temperatura para o de menor temperatura"	<b>Explicação</b> <b>Justificativa</b>
Explique por que os metais são, geralmente, bons condutores térmicos.	"Os metais são compostos por cátions, ou seja, possuem vários elétrons livres na sua constituição. Esses elétrons permitem o trânsito rápido de calor, pois podem se mover livremente em torno dos átomos"	<b>Explicação</b> <b>Justificativa</b>
Explique o seguinte fenômeno: A Física da caminhada sobre as brasas	"É preciso entender que esse fenômeno se dá graças a dois fatores: A baixa condutividade térmica da madeira e das cinzas, e ao pouco tempo de contato dos pés com as chamas. A baixa condutividade permite que os pés possam permanecer mais tempo em contato com a brasa, já que pouco calor é transferido a cada momento. E como o tempo de contato e pequeno pouco calor é transferido, assim mantendo os pés saudáveis".	<b>Raciocínio Lógico</b> <b>Levantamento de hipóteses</b> <b>Explicação</b>
Explique, detalhadamente, quando podemos considerar um corpo em regime estacionário ou permanente.	"É quando não há alteração no fluxo térmico. Em um dos pontos do condutor a temperatura permanece constante, mesmo havendo corrente de calor".	<b>Explicação</b>

Fonte: elaboração própria (2022).

Percebe-se que os alunos do grupo A usam o indicador de raciocínio lógico para construir e organizar o pensamento, relacionando dois fatores para este fenômeno. A explicação foi feita a partir de **levantamento de hipóteses**, como a questão do pouco tempo de contato. O grupo B realizou os seguintes procedimentos:

Primeiro, mediu as massas das três diferentes barras, com o auxílio da professora, os alunos iniciaram o experimento aquecendo a água em um bécquer por meio de uma manta térmica. Este experimento foi realizado para descobrir o coeficiente de condutividade do alumínio.

Quadro 3: Análise da SEI Condutibilidade térmica de sólidos do grupo B.

Pergunta	Resposta	Indicador
Quais considerações podem ser feitas?	"Considerar o objeto de estudo em regime estacionário".	<b>Previsão</b>
Por que se deve colocar as barras na mesma profundidade	"Diminuir o erro, pois as barras estariam na mesma situação".	<b>Justificativa</b>
Para que serve a parafina?	"Para haver um ponto de temperatura que é o ponto de liquefação da parafina".	<b>Explicação</b>
Qual material a parafina irá derreter primeiro?	"Cobre. Porque o cobre é um melhor condutor"	<b>Previsão Explicação</b>

Fonte: elaboração própria (2022).

Diante disso, verifica-se que, as SEIs apresentam uma estrutura que permite ao aluno manusear os experimentos tradicionais com uma perspectiva diferente, muitas perguntas instigam os alunos a darem explicações e a demonstrarem conhecimento sobre o assunto. O momento de tratamento de dados proposto também permite uma maior abertura para discussão e debate dos assuntos já vistos, anteriormente, ou paralelamente no curso. Portanto, considera-se como válida a forma apresentada, com perspectivas de adaptações em futuras aplicações.

#### 4. Considerações Finais

Neste trabalho, buscou-se analisar a existências de indicadores de AC em aulas de laboratório de um curso de Licenciatura em Física. Os resultados encontrados indicam alguns comportamentos. Pode-se perceber que os grupos mais participativos e curiosos possuem maior variedade de indicadores nas suas produções e atitudes em sala de aula.

Em alguns dos diários de bordo escritos pelo Grupo A, notou-se que a preocupação em detalhar os procedimentos (medidas, cálculos, ações) de forma clara e organizada, por diferentes integrantes do grupo. Observou-se também que quando os alunos possuíam algum conhecimento prévio sobre os assuntos, estes alunos, tinham maior facilidade que os demais

no desenvolvimento das atividades, seja na realização de cálculos, seja explicando fisicamente o conteúdo para os seus colegas. Com relação ao campo atitudinal, de fato, houve um trabalho mútuo, que expandia o conhecimento dos integrantes do grupo, principalmente em decorrência da necessidade de ajudar ao seu grupo e a outros grupos que apresentavam dificuldades.

Em relação aos indicadores de AC, pode-se evidenciar que a prática de atividades investigativas potencializou o seu aparecimento, principalmente no grupo A. O grupo B apresentou o segundo maior quantitativo de indicadores, com momentos de diálogo com a professora, indicando que estavam se acostumando a ter maior autonomia nas atividades e comunicar dúvidas persistentes.

## Agradecimentos

À Universidade Federal do Pará e a Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPESP) pelo apoio logístico e financeiro. À profa. Dra. Fátima Magno (in memorian) pela sua trajetória profissional construída ao longo de 40 anos de dedicação à Faculdade de Física.

## Referências

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.

CHASSOT, A. (2003). Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Rev. Bras. Educ.** [online]. 2003, n.22, p.89-100.

CAPECCHI, M. C. V. M. **Aspectos da cultura científica em atividades de experimentação nas aulas de Física**. 2004. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, SP.

MOREIRA, M. A. (2003). **Pesquisa em Ensino**: aspectos metodológicos. Universidad de Burgos. Departamento de Didácticas Específicas. Texto de Apoyo nº 19. Burgos, Espanha.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.17, 2015.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

TRIVELATO, Sílvia L. Frateschi; TONIDANDEL, Sandra M. Rudella. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 97-114, 2015.



**O ENSINO INTERDISCIPLINAR DA FÍSICA ATÔMICA E MOLECULAR  
POR MEIO DE SIMULAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA  
LITERATURA**

*THE INTERDISCIPLINARY TEACHING OF ATOMIC AND MOLECULAR  
PHYSICS THROUGH SIMULATION: A BIBLIOGRAPHIC REVIEW*

*Gilson Yuri Silva Moura<sup>1</sup>, Petrus Henrique Ribeiro dos Anjos<sup>2</sup>*

<sup>1,2</sup> Instituto de Física (IF), Universidade Federal de Catalão (UFCAT),  
yuri.moura@discente.ufcat.edu.br, petrus@ufcat.edu.br.

## **Introdução**

É inquestionável a importância de que os professores busquem novas metodologias de ensino no intuito de tornar o Ensino de Física mais interessante, crítico e atual, como, por exemplo, utilizando as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), em contrapartida de um método tradicional de ensino, que pouco contribui para o desenvolvimento integral do estudante e está presente na maioria das instituições. Essa conformidade de se ensinar a Física de forma mecânica, com o objetivo apenas de fazer com que o aluno possa resolver questões, através de listas de exercícios repetitivos, limitando-se a memorização (ROSA, 2005) é majoritário. A forma tradicional de ensino não corrobora com o que está previsto na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), que prevê a formação integral do aluno.

Simulações computacionais, modelagem computacional, laboratórios virtuais deveriam estar naturalmente integrados ao ensino de Física no século XXI. Celulares também poderiam fazer parte dessa tecnologia que deveria permear o ensino de Física nos dias de hoje. Mas não é assim. É claro que a escola pode não ter a instrumentação necessária, mas a principal razão da não incorporação das TIC no ensino de Física na atualidade é o foco no treinamento para as provas, a ênfase nas “respostas corretas”, no emprego de fórmulas para resolver problemas conhecidos. Isso é ensino de Física? Certamente não! (MOREIRA, 2018, p. 76).

Com essa perspectiva de superar o ensino tradicional, a importância de se inserir novas tecnologias na sala de aula, através de laboratórios de Ciências e Informática, novos recursos didáticos, como por exemplo, as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs), para que o aluno possa ter contato com a prática, é tão necessária para sua formação integral, quanto a aula teórica. Até porque, a educação com criticidade só é possível através da práxis, defendida por Paulo Freire, onde ele afirma que a práxis é reflexão e ação dos homens sobre o mundo para transformá-lo (FREIRE, 1987). Com o uso das tecnologias, ameniza-se o problema do ensino mecânico, repetitivo e sem significado para o estudante, envolvendo-o no contexto tecnológico, e segundo Pierre Levy (LEVY, 2003), então, como devemos utilizar as novas tecnologias de forma significativa?

O ensino de Física ainda está defasado em dois fatores, a falta de contextualização e de interdisciplinaridade. Por meio de um ensino mais ligado as novas tecnologias, é possível obter, por conseguinte, uma maior cultura científica na sociedade. Em relação a interdisciplinaridade, não basta apenas promover uma ligação entre as disciplinas, é necessário que essas estejam unidas com um objetivo, por meio de uma atividade ou projeto que integre mais de uma área de conhecimento. Porém o uso de práticas interdisciplinares em sala de aula ainda é um desafio, uma vez que os próprios professores carecem de formação adequada, além de não serem estimulados a promover diálogos entre si, como é levantado por

Fazenda (FAZENDA, 2002). No trabalho realizado por Correa, por exemplo, a utilização do estudo dos biomateriais, foi possível integrar as disciplinas de Física, Química e Biologia. A interdisciplinaridade configura-se como uma poderosa ferramenta motivadora para os alunos, garantindo melhoria do ensino-aprendizado, uma visão contextualizada, desfragmentada e fiel aos fenômenos e tecnologias do cotidiano (CORREA, 2019).

Portanto, a utilização de simulações no Ensino de Física, pode auxiliar também nesse processo interdisciplinar e contextual para o estudante, pois o uso de novas tecnologias como recurso didático, aproxima o aluno do mundo moderno de forma crítica e significativa. O Ensino de Física pode se beneficiar de forma interdisciplinar com a inserção de tecnologias no processo de ensino como metodologia, pois ela aborda temas amplos do cotidiano e, que por vezes, tenta explicar situações que não podem ser demonstradas facilmente. De acordo com Toniato, Ferreira e Ferracioli, a simulação computacional proporciona ao aluno um ambiente interativo e construtor do conhecimento e que aliado ao uso de computadores assume um papel relevante no ensino da Física, o de laboratório (TONIATO, 2006).

O principal objetivo de se utilizar a simulação computacional no Ensino de Física é de traçar meios com que o aluno possa construir uma aprendizagem significativa e mais contextualizado com o mundo moderno e tecnológico, e que não seja apenas voltada para a memorização de fórmulas ou solução de problemas para a aprovação em exames, ou seja, para que o aluno possa ter uma aprendizagem mais significativa, a interação do novo material deve estar ancorado com ideias preexistentes, como afirma Ausubel (2003), assim como a utilização dessas simulações devem possibilitar maior apropriação de técnica e crítica desses recursos, como também é determinante para uma aprendizagem significativa e autônoma pelos estudantes (BRASIL, 2018). Além disso, é importante que o processo de ensino aprendizagem esteja conectado ao contexto com que o aluno está inserido, contribuindo, portanto, para uma cultura científica, por conseguinte, o trabalho do professor precisa garantir autonomia e criticidade dos estudantes, com o intuito de incorporar representações

sociais e constituindo, portanto, como cultura científica, parafraseando Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009).

Com a revisão bibliográfica, buscaremos unir novos métodos de ensino por meio das simulações computacionais no intuito de facilitar a aprendizagem e motivar os estudantes, além de contribuir para uma cultura científica.

## **Metodologia**

A pesquisa bibliográfica foi realizada através de uma análise da coleta de produções científicas sobre o tema, que nada mais é que uma varredura nas principais plataformas de periódicos e/ou biblioteca eletrônica, ou seja, a revisão busca medir e analisar a internet com o intuito de obter conhecimentos a respeito de artigos, dissertações e teses.

[...] as pesquisas bibliográficas, ou de fontes secundárias, abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc. (LAKATOS, 1991, p. 183).

O levantamento bibliográfico em questão parte da análise de diversos artigos, dissertação e teses presentes no Google Scholar, que apontou trabalhos científicos em diversas revistas, como por exemplo, a Revista Brasileira em Ensino de Física (RBEF), Investigação e Prática em Educação em Ciências, Matemáticas e Tecnologias etc. A partir do repositório da Capes, que é um banco de dados disponibilizado no site da CAPES e apresenta filtros que retornam apenas um catálogo de dissertações e teses, e foram encontradas muitas dissertações do programa de pós-graduação da Sociedade Brasileira de Física, que é o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

## Resultado e Discussão

Artigos sobre o uso de Simulações a respeito da Física Quântica Começamos a pesquisa no Google Scholar buscando a expressão booleana, no período de 10 anos, entre os anos de 2012 e 2022: “teaching Physics” and “simulation” and “quantum” not “physical Education”. Foram retornados 39 resultados, dentre eles 5 resultados de nosso interesse, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 — Pesquisa no Google Scholar.

	<b>Artigo</b>	<b>Dissertação</b>	<b>Tese</b>
Total	39	-	-
Interesse	5	-	-

Fonte: do autor (2022).

Podemos destacar o artigo, “the Use of Digital Laboratory Work in Quantum Physics in the Process of Learning Physics Teachers” dos autores Leonid A. Nefediev, Guzel I. Garnaeva, Elvera D. Shigapova, Elmira Nizamova (GARNAEVA, 2020). Esse trabalho científico verificou a dificuldade de aprendizagem, principalmente no conteúdo de Física Quântica. A pesquisa teve o objetivo de amenizar esse obstáculo de aprendizagem utilizando de laboratórios virtuais interativos que simulam processos físicos.

O segundo trabalho de nosso interesse é o intitulado “uso das TIC no Estudo da Física Nuclear”, dos autores Stepan Petrovych Velychko, Sergii Wolodymyrowych Shulga (VELYCHKO, 2015). O artigo considera alguns aspectos da metodologia da física que podem ser usados como base para o desenvolvimento e aprimoramento de ferramentas de software para modelagem de fenômenos e processos físicos. A visualização gráfica dos resultados da modelação no computador juntamente com a animação do fenômeno ou processo permite que os estudantes possam facilmente assimilar grandes quantidades de informação.

O terceiro trabalho mostra uma experiência virtual de física para investigação da fosforescência, que pode ser tomada como base para

desenvolvimento e aperfeiçoamento do software e da simulação de fenômenos e processos físicos no curso “física atômica e nuclear”, além da criação de laboratório virtual de física e desenvolvimento de métodos para a sua implementação num processo de ensino e aprendizagem na escola secundária. O título do artigo é “virtual experiment: research phosphorescence”, S.V. Shulga, S.P. Velychko da Universidade Pedagógica Estatal de Kirovograd n.d. Vynnychenko (SHULGA, 2017).

O quarto artigo a ser mencionado se refere a um trabalho que utiliza o software Geogebra Educational Software, Oscillations Educational Software, Science of Music Educational Software, Fluid Mechanics Educational Software, Algodoos Educational Software, cujo título é “application of ICTs and Educational Software in Teaching Physics: Advantages, Challenges and Proposed Solutions”, dos autores K Samaila, S Dauda, M Aliyu, AA Aliero (SAMAILA, 2021). A respeito das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e software educativo têm sido integrados no ensino da Física devido à sua capacidade de simplificar conteúdos abstratos e ajudam na compreensão de fenômenos físicos, auxiliando no interesse e otimização dos resultados da aprendizagem. Demonstra-se uma dificuldade da utilização dessas ferramentas tecnológicas, principalmente nos países da África, como foi constatado na Nigéria, onde o artigo foi realizado.

Mais um artigo que é importante para a utilização de simulação no Ensino de Física, e que utiliza diversos softwares, é o trabalho de título “the development and use of mobile app AR Physics in physics teaching at the university”, dos autores Arnold E. Kiv, Vladyslav V. Bilous, Dmytro M. Bodnenko, Dmytro V. Horbatovskyi, Oksana S. Lytvyn and Volodymyr V. Proshkin (KIV, 2021). Este documento sublinha a importância da utilização da Realidade Aumentada (RA) no ensino da física.

No repositório do site da CAPES, tivemos 8 resultados ao todo, com mais relevantes. Fizemos a busca com duas expressões lógicas booleanas, que foram “ensino de Física” AND “simulação” AND “quântica” e “ensino de Física” AND “simulação” AND “física Moderna”, como podemos verificar na Tabela 2.

Tabela 2 — Pesquisa no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES.

	<b>Dissertação</b>	<b>Tese</b>
<b>Total</b>	7	1
<b>Interesse</b>	1	1

Fonte: do autor (2022).

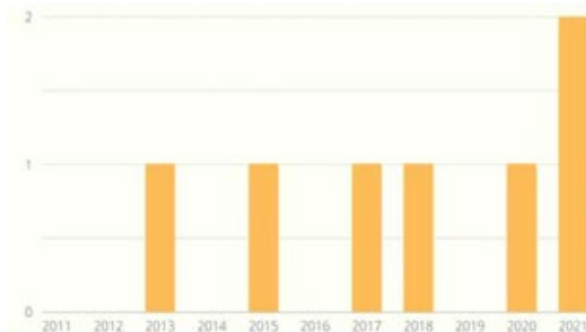
A primeira tese a ser analisada tem título “a NATUREZA QUÂNTICA DA LUZ NOS LABORATÓRIOS DIDÁTICOS CONVENCIONAIS E COMPUTACIONAIS NO ENSINO MÉDIO”, do autor HOHENFELD, DIELSON PEREIRA (HOHENFELD, 2013). A tese reforça a importância de se inserir, na graduação de Licenciatura em Física na Bahia e no Brasil, os laboratórios de simulação computacional no contexto das atividades de formação desses futuros professores, como forma de possibilitar uma maior vivência desses com as tecnologias de informação e comunicação, visando à inserção delas no ensino de física.

Vale citar também uma dissertação “SIMULAÇÃO DA INTERAÇÃO ENTRE PARTÍCULAS E CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS”, do autor Alencar Teixeira dos Santos, que apresenta pacotes computacionais concebidos para introduzir um conceito fundamental em eletromagnetismo: a interação entre partículas e campos (SANTOS, 2018). A tese faz uso de diversas metodologias de aprendizagens para fundamentá-la, como a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel e a Teoria da Dupla Codificação de Allan Paivio.

## **Conclusão e Considerações**

A pesquisa bibliográfica demonstra a importância de se aprofundar mais sobre a Estrutura da Matéria e da Física Atômica e Molecular no Ensino de Física, principalmente em âmbito nacional, pois não foram encontrados na revisão bibliográfica, sendo majoritariamente realizados na Europa, até mesmo na África. Além disso, o uso de simulações demonstra uma ótima ferramenta para o ensino e aprendizagem, como podemos verificar na Figura 1.

Figura 1 — Número de trabalhos verificados no intervalo de 2011–2021.



Fonte: do autor (2022).

É possível constatar a importância do uso de simulações computacionais no ensino de Física, principalmente quando se busca a prática relacionada a Física Atômica e Molecular, que tende a ser mais intangível aos alunos. Portanto, a pesquisa voltada para o Ensino de Física deve estar atualizada com o mundo moderno, permitindo que o aluno construa o conhecimento de forma mais contextualizada, propiciando um fortalecimento de uma cultura científica.

## Referências

MOREIRA, MARCO ANTONIO. Uma análise crítica do ensino de Física. *Estudos Avançados* [online]. 2018, v. 32, n. 94 [Acessado 5 Outubro 2022], pp. 73-80. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>. ISSN 1806-9592. Acesso em: 10 set. 2022.

ROSA, C. T. W. da; ROSA, Á. B. da. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio.

REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 2, 2005. Disponível em: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART2\\_Vol4\\_N1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART2_Vol4_N1.pdf). Acesso em: 10 set. 2022.



BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf). Acesso em: 10 set. 2022.

FREIRE, P. Pedagogia do Oprimido. 17. ed., Rio de Janeiro, Paz e Terra. 1987. Disponível em: <https://cpers.com.br/wp-content/uploads/2019/10/Pedagogia-do-Oprimido-Paulo-Freire.pdf>. Acesso em: 10 set. 2022.

LÉVY, P. A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço. 4. ed. São Paulo: Loyola, 2003. Disponível em: <https://permuta.bce.unb.br/produto/a-inteligencia-coletiva-por-uma-antropologia-do-ciberespaço/>. Acesso em: 10 set. 2022.

AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de ciências: fundamentos e métodos. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2009

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A. Fundamentos de Metodologia Científica. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010. [https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy\\_of\\_historia-i/historia-ii/china-e-india](https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india). Acesso em: 10 set. 2022.

FAZENDA, I. C. A. Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia? 5. São Paulo: Loyola, 2002. <https://www.unijales.edu.br/library/downebook/id:855>. Acesso em: 10 set. 2022.

CORREA, D. R. N. Uma proposta interdisciplinar para o ensino de Física, Química e Biologia através do estudo de biomateriais. Revista Iluminart, [s. l.], n. 17, 2019.

<http://revistailuminart.ti.srt.ifsp.edu.br/index.php/iluminart/article/view/376>. Acesso em: 10 set. 2022.

TONIATO, D. J.; FERREIRA, B. L.; FERRACIOLI, L. Tecnologia no ensino de física: umarevisão do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. In: ENCONTRO DE PESQUISAEM ENSINO DE

FÍSICA, Londrina. Anais. São Paulo: SBF, p. 1-11, 2006. [http://www1.fisica.org.br/epef/xviii/images/Anais\\_XVIII-EPEF.pdf](http://www1.fisica.org.br/epef/xviii/images/Anais_XVIII-EPEF.pdf). Acesso em: 10 set. 2022.

GARNAEVA, Guzel; SHIGAPOVA, Elvera D.; NIZAMOVA, Elmira I. The use of digital laboratory work in quantum physics in the process of learning physics teachers. ARPHA Proceedings, v. 3, p. 1767, 2020. 2020. <https://ap.pensoft.net/article/22446/download/pdf/>. Acesso em: 10 set. 2022.

VELYCHKO, Stepan Petrovych; SHULGA, Sergii Wolodymyrovych. Uso das TIC no estudo da física nuclear. 2015. [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE\\_FILE\\_DOWNLOAD=1&Image\\_file\\_name=PDF/nz\\_pmfm\\_2015\\_8\(2\)\\_17.pdf](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/nz_pmfm_2015_8(2)_17.pdf). Acesso em: 10 set. 2022.

SHULGA, Sergii Volodymyrovych; VELYCKO, Stepan Petrovych. Virtual experiment: research phosphorescence. НАУКОВИ ЗАПИСКИ. Серія: ПРОБЛЕМИ МЕТОДИКИ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОЇ І ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСВИТИ, v. 2, n. 11, 2017. <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/NZ-PMFMTO/article/view/1142>. Acesso em: 10 set. 2022.

SAMAILA, Kamaludeen *et al.* Application of ICTs and Educational Software in Teaching Physics: Advantages, Challenges and Proposed Solutions. <https://www.academia.edu/download/76906351/IJRR031.pdf>. Acesso em: 10 set. 2022.

KIV, Arnold E. *et al.* The development and use of mobile app AR Physics in physics teaching at the university. <http://ds.knu.edu.ua/jspui/handle/123456789/3768>. Acesso em: 10 set. 2022.

HOHENFELD, Dielson Pereira. A natureza quântica da luz nos laboratórios didáticos convencionais e computacionais no ensino médio' 20/05/2013 146 f. doutorado em ensino, filosofia e história das ciências instituição de ensino: universidade federal da bahia, salvador biblioteca depositária: Universitária reitor macedo costa. [https://ppgefhc.ufba.br/sites/ppgefhc.ufba.br/files/tese\\_dielson\\_final.pdf](https://ppgefhc.ufba.br/sites/ppgefhc.ufba.br/files/tese_dielson_final.pdf) Acesso em: 10 set. 2022.

SANTOS, Alencar Teixeira dos. Simulação da interação entre partículas e campos eletromagnéticos' 21/08/2018 undefined f.mestrado profissional em ensino de física — profis instituição de ensino: Universidade federal do rio grande do sul — litoral, são paulo Biblioteca Depositária: undefined. <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/193232/001082231.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 10 set. 2022.



**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO SOBRE O TEMPO:  
BREVES IMPLICAÇÕES FILOSÓFICAS SOBRE O TEMPO E A TEORIA  
DA RELATIVIDADE RESTRITA**

*TEACHING SEQUENCE FOR HIGH SCHOOL ABOUT TIME: BRIEF  
PHILOSOPHICAL IMPLICATIONS ABOUT TIME AND THE SPECIAL THEORY  
OF RELATIVITY*

*Paulo Roberto Ferreira da Silva Sobrinho<sup>1</sup>, Márcio Gomes da Silva<sup>2</sup>, Igor  
Tavares Padilha<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Fundação Matias Machline (FMM), paulo.roberto@fmm.org.br.

<sup>2</sup> Instituto Federal do Amazonas (IFAM), marcio.gomes@ifam.edu.br.

<sup>3</sup> Universidade Federal do Amazonas (UFAM), igorfis@ufam.edu.br.

## **Introdução**

Como esclarece o professor Osvaldo Pessoa Jr.

Nossa intuição sobre o tempo é bastante bem desenvolvida, e é muito difícil conseguir um esclarecimento adicional consensual por meio da Filosofia. O único avanço consensual para além de nossa intuição do tempo parece serem os resultados da Teoria da Relatividade Restrita, exemplificada pelo experimento mental dos gêmeos viajantes (PESSOA, 2020).

Apesar da Física fornecer o único avanço consensual sobre o tempo, é enriquecedor para o debate escolar aproximar os estudantes da

perspectiva filosófica e apresentar a Física einsteniana aos alunos do Ensino Médio que concluem os seus estudos apenas tratando o tempo em problemas e como simples transformações de unidades. Hans Reichenbach sintetiza o problema sobre o tempo quando apresenta as suas propriedades topológicas (REICHENBACH, 1956):

- I. O tempo vai do passado para o futuro.
- II. O presente, que divide o passado do futuro, é agora.
- III. O passado nunca retorna.
- IV. Não podemos alterar o passado, mas podemos alterar o futuro.
- V. Podemos ter registro do passado, mas não do futuro.
- VI. O passado está determinado; o futuro é indeterminado.

Tal proposta resgata a Filosofia na Física, através da construção conceitual do tempo observando, sempre que possível, as conexões e agregando os avanços matemáticos necessários até o desenvolvimento da Teoria da Relatividade Restrita.

O presente trabalho traz uma proposta por meio de uma Unidade de Ensino e Aprendizagem Significativa — UEPS (MOREIRA, 2011) e mapas conceituais, com base teórica na aprendizagem significativa de Novak. A sequência de ensino abordará, brevemente, o desenvolvimento histórico, filosófico e físico sobre o tempo evidenciando as principais obras, na opinião dos autores, a respeito das reflexões dos seguintes pensadores: Aristóteles, Santo Agostinho, Immanuel Kant, Henri Bergson e Martin Heidegger; e, é claro, dos físicos: Galileu, Newton e Einstein. Esse processo será perpassado por vários recursos como softwares de simulação, vídeos e atividades específicas com o intuito de desenvolver um processo mais dinâmico e significativo.

## 1. Fundamentação Teórica

O tempo vivido é um tempo cíclico medido periodicamente e enumerado em segundos, minutos, horas, dias..., dessa forma, são representações numéricas indefinidas porque podem ser descritas como qualquer intervalo numérico de tempo pelo homem.

De forma simples, podemos exaltar duas visões filosóficas a concepção substantivista, aquela que não tem relação com o movimento, e a concepção relacionista, aquela que possui relação com o movimento.

Em relação aos filósofos, para Aristóteles (385-322 a.C.) há uma relação estreita entre o tempo e o movimento, se referindo tanto a um movimento exterior (deslocamento) quanto interior (alteração qualitativa) e definindo o tempo como a medida da mudança, observando que o tempo não é movimento, mas que existe uma ligação entre eles. Para Santo Agostinho (480-525), o tempo deve ser pensado a partir da eternidade, ou melhor, a partir de Deus, vinculando-o a transcendência, assim o tempo é uma distensão do próprio espírito ou alma. Tal reflexão nos permite filosofar sobre a consciência da duração, assim para Santo Agostinho o passado e o futuro não existem e o presente não tem duração apenas sucessão, isso o levou a crer que o tempo medido não é o próprio tempo porque ele não apreende, portanto, a duração ocorre no próprio espírito porque ele apreende. Para Immanuel Kant (1724-1804), a universalidade do tempo entra como condição dos fenômenos exteriores através da sua ação mediadora. A estrutura do pensamento de Kant se deve ao seu interesse de demarcar os limites da razão humana, dessa forma apresenta duas concepções a priori, aquela determinada pela existência de algo antes de qualquer percepção como o espaço e o tempo e a posteriori, aquela que determina a dependência das experiências sensoriais para a percepção de algo, esse movimento entre a condição posteriori e priori necessita de mediação chamada por Kant de esquema transcendental cujo o tempo tem a função sintetizadora. Henri Bergson (1859-1941) direciona sua obra a entender a duração, isto é, “todo fenômeno que se apresenta à consciência dura” (PUENTE, 2010, p. 39), definindo assim o tempo real como o

tempo vivido daí como duração. Com essa abordagem Bergson analisa a intensidade através de três estados da consciência, o dos sentimentos, das sensações e dos esforços, pondo de lado o transcendentalismo para buscar a temporalidade e a finitude. Essa síntese subdivide o tempo em real e abstrato. O tempo real é vinculado a duração, ou seja o tempo vivido pela consciência e o abstrato é uma quantificação artificial e rotulada como tempo dos físicos, para ele inexistencial. Para Martin Heidegger (1889-1976) o homem constitutivamente temporal, é chamado ser-aí, ou seja, “a temporalidade se passa no domínio da consciência e quer o passado quer o futuro, embora referidos como o antes e como o depois, são referidos no presente.” (REIS, 2005). A mudança de questionamento sobre a natureza do tempo para entender o ser num horizonte temporal é chamado de ser-aí e propõe o presente como um cruzamento do passado e do futuro, sendo assim, Heidegger apresenta o tempo como uma experiência existencial do ser.

Em relação aos físicos, Isaac Newton (1645-1727) considera a existência do tempo diante de duas percepções, na primeira é “verdadeiro e matemático” e “flui uniformemente sem relação com qualquer coisa externa e é também chamado de duração”, fica claro, nesta afirmação, que o tempo de Newton tem caráter absoluto e pode ser medido. Diante disso, Moritz brilhantemente resume, em Espaço e Tempo na Física Contemporânea, “(...) Tempo e espaço eram, por assim dizer, considerados como recipientes que continham em si aquele substrato e forneciam sistemas de referência fixos (...)” (SCHLICK, 2016). O entendimento newtoniano está imbuído da nossa percepção sobre o tempo, ou seja, possui apenas seu caráter sucessivo, e não questiona a sua natureza.

Seguindo para a visão einsteniana, faz-se necessário conhecer o Princípio da Relatividade Restrita, assim enunciado

Todas as leis da natureza formuladas com referência a determinado sistema de coordenadas continuam válidas, exatamente da mesma forma, quando referidas a outro sistema de coordenadas que se movimentam retilínea e uniformemente em relação ao primeiro (SCHLICK, 2016).



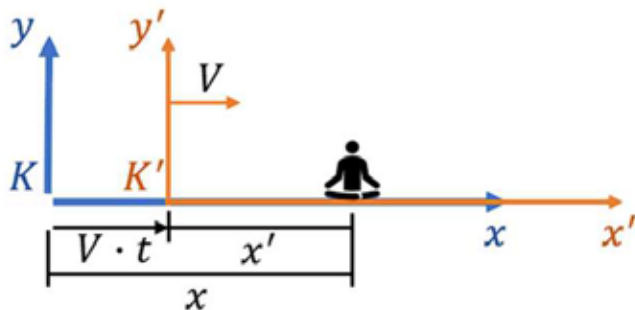
Diante da mecânica clássica, entendemos que as leis da natureza são válidas para todo referencial, então quer dizer que a luz no vácuo pode ter diferentes valores, como conhecido no problema de dois móveis na mesma direção e sentido. Tal princípio contradiz o fenômeno da propagação da luz e propõe a Einstein analisar o problema de indução eletromagnética e perceber que o problema estava relacionado aos referenciais (EINSTEIN, 2020). Desse momento em diante, a incompatibilidade entre o princípio da relatividade e o princípio da invariância da luz desaparece, porque não há uma invariância aparente da luz e não é uma suposição a contração de um corpo em relação ao éter, simplesmente existe uma contração do espaço sem a necessidade de incluir o éter para justificar tal ação como fez Lorentz e Poincaré (ROVELLI, 2018, p. 166). A relatividade da simultaneidade segue um raciocínio nada óbvio, onde postulou-se que a luz permanece com a velocidade de propagação  $c$  em dois sistemas arbitrários, contudo, possuem valores diferentes de espaço e tempo em relação ao outro. Essa percepção é facilmente entendida observando que se a luz possuísse velocidade infinita os eventos distantes aconteceriam simultaneamente para dois referenciais quaisquer, entretanto, a velocidade é finita e exige outra interpretação. Logo, a finitude da velocidade da luz representa que se dois eventos são simultâneos para um determinado referencial não precisa ser para outros. E, assim,

“(…) na Teoria da Relatividade, a velocidade  $c$  desempenha o papel de uma velocidade-limite, que não pode ser alcançada e muito menos ultrapassada por nenhum corpo real” (EINSTEIN, 2017).

A partir disso, a Transformação de Lorentz é definida assim

$$\begin{cases} x' = \gamma(x - Vt), \\ t' = \gamma\left(t - \frac{V}{c^2}x\right), \end{cases} \quad (1)$$

de acordo com a figura a seguir:

Figura 1 — Dois referenciais inerciais  $K$  e  $K'$  com velocidade relativa  $V$ .


Fonte: Próprios autores (2021).

Com  $(x, t)$  e  $(x', t')$  as variáveis espaciais e temporais medidas nos referenciais parado e em movimento com velocidade  $V$ , respectivamente, e  $\gamma$  que é o chamado fator de Lorentz

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{V}{c}\right)^2}} < 1 \quad (2)$$

que determina a contração do espaço (ou contração de Lorentz-Fitzgerald)

$$l_0 = \gamma l \quad (3)$$

onde,  $l_0$  é o comprimento próprio medido no referencial onde o objeto está em repouso, e  $l$  o comprimento medido no referencial em movimento. Portanto, o comprimento da barra em movimento é menor que seu comprimento próprio, o que justifica o termo contração. De forma análoga, determina-se a dilatação do tempo

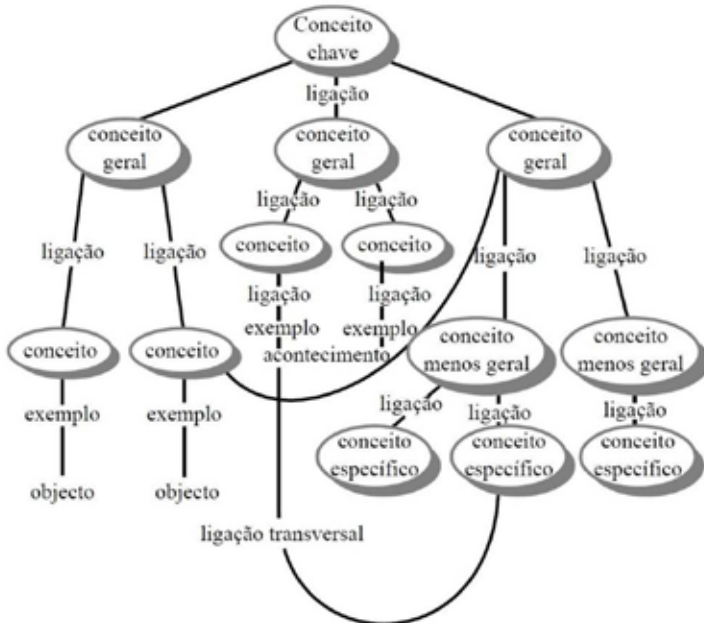
$$t' = \frac{t}{\gamma} \quad (4)$$

onde,  $t'$  é o tempo medido no referencial onde o relógio está em repouso e  $t$  é o tempo medido no referencial onde o relógio está em movimento o que comprova o termo dilatação.

## 2. Métodos e Materiais

A proposta elaborada neste trabalho segue os oito passos sugeridos nas UEPS, em que no primeiro momento seria levantar os conhecimentos prévios dos alunos, seguido da apresentação do conteúdo de uma forma mais geral e a partir daí cada assunto é abordado de forma mais específica. Além disso, associa-se à estrutura da UEPS os mapas conceituais que possuem grande estrutura organizacional com o objetivo de apresentar as relações significativas entre os conceitos na forma de proposições. Esta estrutura de significados se mostra muito benéfica após uma tarefa pois mostra um resumo esquemático (NOVAK, 1984, p. 31) do que foi aprendido, vide um modelo de mapa conceitual do livro “aprender a Aprender” de Novak.

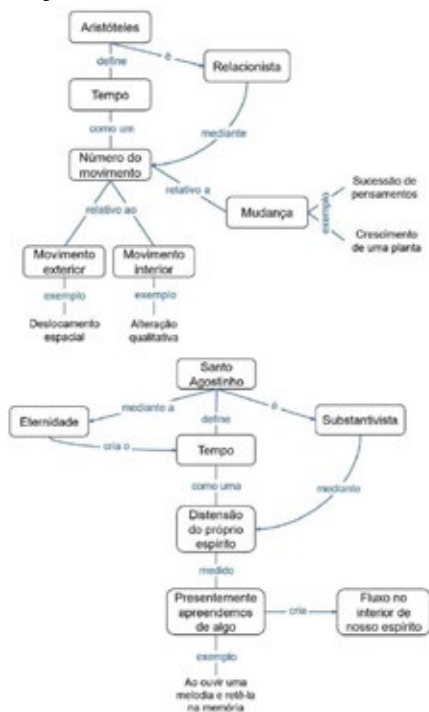
Figura 2 — Modelo de referência de mapa conceitual retirado do livro “aprender a Aprender”.



Fonte: Novak (1984).

No presente trabalho seguiremos a construção teórica de Novak aos olhos do professor Marco Moreira (criador da UEPS), sendo assim, o aprendiz adquirirá conhecimento interagindo com o professor (vídeos, software e mapas conceituais) na escola (contexto) e, por fim, será avaliado. A seguir, dois mapas conceituais são apresentados como resumos esquemáticos da visão filosófica de Aristóteles e de Santo Agostinho com a função de auxiliar os alunos na absorção dos conceitos e representatividade dos valores facilmente denotados e exemplificados por esta estrutura. Ressalta-se que os mapas apenas apresentam as ideias centrais da visão filosófica para fins de simplificação, de acordo com os autores.

Figura 3 — Mapas conceituais da visão aristotélica e agostiniana.



Fonte: Próprios autores (2021).

### 3. Resultados e Discussões

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativo proposta nesta pesquisa inicia-se utilizando um recurso digital chamado Mentimeter, com essa ferramenta forma-se uma nuvem de palavras na tentativa de detectar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tempo definindo-o em três palavras, onde são organizadas por cor e tamanho pelo número de repetições que recebem.

Figura 4 — Nuvem de palavras desenvolvido através do Mentimeter.

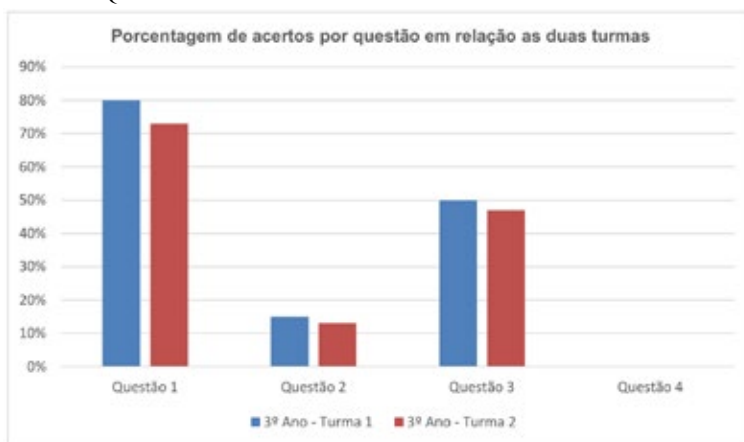


Fonte: Próprios autores (2021).

A partir disso, a aula expositiva foi iniciada com auxílio de slides e dividida em duas partes. Na primeira parte estão as visões filosóficas de Aristóteles, Santo Agostinho, Immanuel Kant, Henri Bergson e Martin Heidegger, com pequenas atividades intermitentes realizadas com a ajuda dos mapas conceituais desenvolvidos pelo professor, ressalva-se aqui que uma interessante atividade seria os próprios alunos produzirem os mapas conceituais relacionado, contudo, não houve tempo suficiente para execução desta etapa na aplicação da proposta. Na segunda parte estão as construções físicas de Isaac Newton e Albert Einstein, até a cinemática relativística da Teoria da Relatividade Restrita. Adicionalmente houve a

aplicação de pequenas atividades intermitentes focadas em questões de vestibulares, visto que a proposta foi aplicada em turmas do 3º ano do Ensino Médio. Por fim, os estudantes foram apresentados a uma avaliação que apresentou um alto nível de acertos em questões teóricas, este alto índice pode estar relacionado aos mapas conceituais, e um baixo nível de acertos nas questões de cálculos, provavelmente, um infeliz e comum retrato da realidade das escolas públicas brasileiras, visto que a maioria dos erros estavam concentrados em matemática básica como apresentado no quadro a seguir.

Quadro 1 — Resumo dos resultados do teste da UEPS.



Fonte: Próprios autores (2021).

O Quadro 1 relaciona a porcentagem de acertos por questão relativo as duas turmas. As questões 1 e 2 são teóricas, enquanto as questões 3 e 4 são de cálculo, todas as questões são de vestibulares recentes e referentes a Teoria da Relatividade Restrita. Apesar da dificuldade de acerto na questão teórica 2 os alunos apresentaram domínio do conteúdo, contudo, questões desse nível exigem mais do que conteúdo o que os levou a essa baixa porcentagem. Observa-se um problema maior na questão 4 que não foi resolvida por nenhum aluno satisfatoriamente, devido ao

déficit de matemática básica apresentada por todos alunos durante seu desenvolvimento.

Vale ressaltar que o trabalho passou por diversas adaptações visto a pandemia de Coronavírus que assolou a cidade de Manaus, cidade na qual foi feita a intervenção resultando na seguinte proposta. A estrutura oscilou entre o sistema remoto, híbrido e presencial, para enfim ser aplicada presencialmente, porém, facilmente adaptável para um sistema híbrido se necessário, visto o grande número atividades e interações. O presente trabalho foi apresentado no formato de resumo estendido nos anais do evento chamado VIII Simpósio Lasera Manaus 2021 com poucas adaptações (SILVA SOBRINHO e PADILHA, 2021), e defendido como dissertação final do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física Polo 04 em março de 2022 (SILVA SOBRINHO e PADILHA, 2022).

#### **4. Considerações Finais**

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa foi construída e baseada na Teoria da Relatividade Restrita com enfoque na cinemática relativística, abordando uma perspectiva histórica e filosófica sobre o conceito do tempo desde Aristóteles até Einstein, desdobrando-se por Santo Agostinho, Immanuel Kant, Henri Bergson, Martin Heidegger e Isaac Newton. Seguindo a premissa básica da teoria de Novak que é pensar, sentir e fazer, a apresentação dos pensadores possui o intuito de despertar algum tipo de identificação com eles. Procurou-se apresentar as visões ideológicas destacando-se as características transcendentais, imanentes, reais, abstratas, substantivistas e relacionistas que relatam a construção teórica do ser humano para entender o tempo. De fato, nesta proposta, não há uma reflexão profunda sobre cada filósofo, apenas foi dada ênfase aos pontos mais relevantes e suficientes de cada um para realizar o trabalho em sala de aula.

Evidentemente, a filosofia e a Física buscam responder de formas diferentes a mesma questão, porém, a proximidade e a influência de

alguns desses pensadores moldaram a construção física, pelo menos em determinados momentos. A proposta deste tipo de abordagem visa reacender no ensino de Física a construção filosófica aumentando a amplitude dos conceitos para desenvolver uma diferenciação progressiva e a reconciliação integradora com as teorias físicas, anteriormente apresentadas, além de apresentar o tempo como uma questão central no debate da Física Moderna. O trabalho não aborda toda a teoria física, mas explicita a modificação conceitual da simultaneidade, questão central da teoria, e seus efeitos cinemáticos que, de fato, são determinantes para os resultados posteriores da Teoria da Relatividade Restrita. Existe, ainda, a possibilidade de ampliar a construção teórica do trabalho como a apresentação da Teoria da Relativa Geral, ou, teorias mais recentes, como a Teoria das Cordas ou a Teoria da Gravidade Quântica em Loop mostrando que a proposta tem potencial e boas perspectivas para desenvolvimento futuro.

A UEPS foi a sequência didática escolhida, pois apresenta um nível de organização rigoroso que permite sua aplicação com demasiado zelo e facilidade quando trabalhado passo-a-passo deixando os objetivos claros, além de que permite sua melhora através dos resultados analisados a critério do professor.

## **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001.

## **Referências**

EINSTEIN, A. **A Teoria da Relatividade Especial e Geral**. Tradução: Carlos Almeida Pereira. Editora Contraponto, 2017.



LORENTZ, A. **A Teoria da Relatividade de Einstein**. Tradução: Luís O. E. dos Santos. 1 ed. São Paulo: Ciadobook, 2018. E-book.

MOREIRA, M. **Unidades de ensino potencialmente significativas — UEPS**. Aprendizagem Significativa em Revista, Vol. 1, N.2, pp.43-63 (2011).

NOVAK, J. **Aprender a Aprender**. Tradução: Carla Valadares. 1 ed. Lisboa: Plátano, 1984.

PESSOA, O. **Filosofia da Física. Natureza Física do Tempo**. p. 48-53. Notas de aula, 2020.

PUENTE, F. E. B. R. **O tempo**. 1 ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2010.

SCHLICK, M. **Espaço e tempo na Física contemporânea — Uma introdução à Teoria da Relatividade**. Editora \*mundaréu. Tradução de Ricardo Ploch — 2016

SILVA SOBRINHO, P. R. F.; PADILHA I. T. **Breves implicações filosóficas sobre o tempo e a teoria da relatividade**. In: VIII SIMPÓSIO LASERA, 2021, Manaus. Anais. Manaus: Lasera, 2021. p. 61-64.

SILVA SOBRINHO, P. R. F.; PADILHA I. T. **SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO SOBRE O TEMPO: Breves implicações filosóficas sobre o tempo e a Teoria da Relatividade Restrita**. Dissertação de Mestrado, MNPEF Polo04 UFAM/IFAM, 2022, Manaus.

REICHENBACH, H. (1956). **The direction of time**, editado por Maria Reichenbach, University of California Press, Berkeley (manuscrito de 1953).

REIS, J. Estudo: O tempo em Heidegger. **Revista Filosófica de Coimbra**, n. 28, p. 369-414, 2005.

ROVELLI, C. **A ordem do tempo**. Tradução: Silvana Cobucci Leite. 1 ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2018.



**UM MÉTODO DE ENSINAR FÍSICA UTILIZANDO AS DESCARGAS  
ELÉTRICAS ATMOSFÉRICAS COMO FENÔMENO CONTEXTUALIZADOR**  
*A METHOD OF TEACHING PHYSICS USING ATMOSPHERIC ELECTRIC  
DISCHARGES AS A CONTEXTUALIZING PHENOMENON*

*José Ricardo de Sousa Filho<sup>1</sup>, Érica Cupertino Gomes<sup>2</sup>, Pâmella Gonçalves  
Barreto Troncão<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), Centro de Ensino Médio Dona  
Filomena Moreira de Paula, jose.ricardo@mail.uft.edu.br.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT) — Licenciatura em Física,  
ericagomes@uft.edu.br.

<sup>3</sup> Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT) — Licenciatura em Física,  
pamellagbarreto@mail.uft.edu.br.

## **Introdução**

O ensino de Física no Brasil nunca foi tarefa fácil e vem se tornando cada vez mais difícil por não despertar o interesse dos estudantes no ingresso de cursos nas áreas de ciências (SOUZA; SOUZA; RAMOS, 2016). É possível inferir que um dos fatores que influencia esse desinteresse é a falta de investimento no ramo, na valorização dos profissionais o que gera uma baixa perspectiva de sucesso profissional. Sendo assim recai sobre o sistema de ensino uma alta escassez de profissionais capacitados e como consequência, muitos docentes que ministram a disciplina de Física acabam sendo profissionais de outras áreas, que passam por dificuldades

no domínio dos conteúdos, tornando as aulas de Física mais mecanizadas e tradicionais.

Tendo em vista os aspectos citados e o desinteresse pelas Ciências Físicas, percebe-se que se faz necessário o uso de metodologias de ensino mais interessantes, modernas e significativas. Dessa forma, este trabalho vem propor um método que utiliza a Sequência de Ensino Investigativo (SEI), abordando uma analogia do Gerador de Van de Graaff com as Descargas Elétricas Atmosféricas.

A escolha deste fenômeno, Descargas Elétricas, deve-se a três fatores. O primeiro é devido ao Brasil ser campeão mundial em incidências de raios. O segundo por perceber que as pessoas da região onde esse trabalho foi desenvolvido sofrem influência das culturas indígenas a respeito do assunto. Por fim, pelo fato de se tratar de um fenômeno que chama muita atenção dos estudantes.

O trabalho foi desenvolvido na cidade de Miracema do Tocantins, que faz divisa territorial com a cidade de Tocantínia-TO, a qual abriga algumas dezenas de aldeias indígenas. Em função da população indígena circundante é possível perceber, no ambiente escolar e fora dele, alguns mitos e crenças da cultura indígena sobrepostas à conceitos científicos, como por exemplo, a fala: “um raio não cai duas vezes em um mesmo lugar”. Essa crença é tão presente que algumas etnias indígenas utilizam troncos de árvores atingidas por raios como amuletos que trazem sorte. Por isso, este trabalho teve um olhar cuidadoso nesse aspecto, buscando transformar conceitos oriundos de mitos culturais em conhecimento científico.

Neste trabalho foi utilizado um Gerador de Van de Graaff pois esse equipamento consegue simular o fenômeno de interesse em pequena escala de Campo Elétrico e Potencial Elétrico, e nos permite explorar os conceitos de Eletrostática de forma experimental e relacioná-los com um fenômeno que é altamente abundante em nosso país.

Foi possível explorar grande parte das habilidades necessárias para o entendimento de Eletrostática, abordando os objetos de conhecimentos:

condutores e isolantes elétricos, carga elétrica, os processos de eletrização, princípio da atração e repulsão de cargas elétricas e força elétrica.

## **1. Fundamentação Teórica**

A utilização da Sequência de Ensino Investigativo baseia-se na criação de um problema (experimental, demonstração investigativa ou não experimental) a ser resolvido, o qual o professor direciona o estudante a sair da sua “zona de conforto”, formando um novo conhecimento a partir de conhecimentos prévios, sendo base das teorias construtivistas (CARVALHO, 2013). Depois da criação de um problema, o professor pode desenvolver uma sequência didática que envolva os estudantes, dando ênfase nas interações sociais, não só entre os próprios estudantes, mas também entre aluno e professor e dos estudantes com o próprio ambiente que os envolve, que neste caso seriam as descargas elétricas atmosféricas e o Gerador de Van de Graaff.

Na criação do problema, Piaget acredita estabelecer um estado de “desequilíbrio” levando o estudante a sair de uma situação estática, que em seguida procura resolver o problema proposto pelo professor (CARVALHO, 2013). Ao deparar com as ferramentas necessárias para a resolução, volta ao estado de “reequilíbrio”, agora já com novos conhecimentos formados, libertando o estudante do raciocínio do professor, proporcionando uma autonomia no seu próprio aprendizado, mas sempre com a orientação do professor.

Segundo Vygotsky, a importância das interações sociais não se dá somente do diálogo entre professor e aluno, mas de uma interação com todo ambiente que o cerca, levando em consideração os problemas, as informações e a cultura. Para que essa interação ocorra, é bastante indicado a divisão dos estudantes em grupos, uma vez que, além da própria interação discursiva, existirá uma proximidade maior na comunicação entre os estudantes, com níveis de conhecimento sobre o assunto bem próximos.

Enquanto Piaget nos indica a importância de buscarmos a resolução de problemas na construção do conhecimento a partir de conhecimentos prévios, Vygotsky nos mostra que estes problemas, quando inseridos no âmbito social e cultural do estudante, vão potencializar significativamente a criação de novos conhecimentos.

## 2. Métodos e Materiais

A Sequência Didática que envolve este trabalho foi aplicada em duas turmas da 3ª Série de uma escola de Ensino Médio de tempo integral, na cidade de Miracema do Tocantins, no Estado do Tocantins.

A Sequência Didática, dividida em quatro etapas (Quadro 1), abrange um período de 10 aulas de 50 minutos. Na primeira etapa, os estudantes responderam um questionário diagnóstico a respeito das descargas elétricas atmosféricas, com o intuito de verificar a influência das culturas indígenas nos conhecimentos prévios que os estudantes possuem sobre o fenômeno.

Quadro 1 — Etapas da SD.

ITEM	CONTEÚDO	METODOLOGIA	QUANTIDADE DE AULAS
<b>Etapa 1 (Proposição do Problema)</b>	Descargas Elétricas Atmosféricas	Vídeos, Imagens e Questionário Diagnóstico.	2
<b>Etapa 2 (Processo Investigativo)</b>	Condutores e Isolantes Elétricos; Princípio da Atração e Repulsão de Cargas Elétricas; Processos de eletrização; Força Elétrica.	Investigação Demonstrativa e Atividade Investigativa.	4
<b>Etapa 3 (Sistematização dos Conhecimentos)</b>	Solução do Problema	Aula via Google Meet, debate de hipóteses.	2
<b>Etapa 4</b>	Avaliação dos Questionários e Produções de vídeos.	Reaplicação do Questionário Diagnóstico e Produção escrita ou vídeos.	2
<b>Total de aulas</b>			<b>10</b>

Fonte: elaboração própria (2022).

Na segunda etapa, o professor organizou os estudantes em grupos. Em seguida, o professor apresentou 6 experimentos com o Gerador de Van de Graaff para a turma e com participação dos próprios estudantes. A partir destes experimentos os estudantes responderam uma atividade investigativa, elaborando suas hipóteses na tentativa de explicar os fenômenos ocorridos nos experimentos.

Na terceira etapa, o professor ouviu as hipóteses dos estudantes, suscitando uma provocação à interação dos mesmos e, assim, fazendo suas intervenções com o objetivo de esclarecer as dúvidas e levá-los à construção de novos conhecimentos. Na quarta e última etapa, esses novos conhecimentos foram apresentados no questionário final, com as mesmas perguntas do questionário diagnóstico, dessa forma, o professor avaliou as novas respostas e verificou se houve realmente a construção de novos conceitos.

Para a aplicação da Sequência Didática, foi necessário que o professor construísse o Gerador de Van de Graaff, pois a unidade escolar não possuía o equipamento.

### **3. Resultados e Discussões**

A Sequência Didática foi aplicada no modelo de ensino híbrido, uma vez que se passava por um período de isolamento social parcial. Sendo assim, foram necessárias algumas adaptações, pois a maioria dos estudantes optaram pelo modelo remoto. Com essa diferença de aplicação foi possível constatar a importância do professor no processo de ensino aprendizagem. Os estudantes que optaram pelo ensino remoto puderam esclarecer suas dúvidas através de grupos de WhatsApp, receberam roteiros de estudo digital e impresso. Os estudantes que optaram pelo ensino presencial também receberam o mesmo material digital e impresso, porém tiveram a oportunidade de analisar os experimentos com o gerador presencialmente e puderam interagir com os próprios colegas de grupo e também com o professor.

Analisando os resultados foi possível perceber que os estudantes que optaram pelo ensino presencial se interessaram mais em realizar as etapas e tiveram um repertório maior de argumentações durante a atividade investigativa, assim, tiveram um ganho significativo no aprendizado, de acordo com o que foi observado nos trabalhos finais. Já os estudantes que optaram pelo ensino remoto, em sua grande maioria, tiveram um alto índice de desinteresse na realização das etapas da Sequência Didática, com respostas mais diretas, sem aprofundamento em suas hipóteses.

De um modo geral, foi constatado um maior interesse dos estudantes pela disciplina de Física e pelo fenômeno das descargas elétricas atmosféricas. Houve relatos dos próprios estudantes neste sentido, até mesmo manifestações em suas redes sociais dias após a aplicação deste trabalho, efetuando registros audiovisuais de relâmpagos e demonstrando apreço pelas aulas de Física.

Com a implantação do Novo Ensino Médio, acredita-se ser interessante a aplicação desta Sequência Didática para turmas de 1ª Série, nas quais o professor poderá trabalhar de forma interdisciplinar e, assim, proporcionar um maior interesse aos estudantes pela área da ciência, levando-os a terem maior interesse na disciplina de Física nas séries seguintes.

Também foi possível observar o avanço na aprendizagem de tópicos de eletromagnetismo. Os alunos que possuíam concepções místicas, em função da cultura indígena, puderam observar a diferença entre conceitos culturais importantes e fatos científicos. Portanto, pode-se dizer que certamente houve um letramento científico desses alunos em paralelo com a valorização da cultura indígena. Infelizmente o avanço não foi o esperado inicialmente em função das limitações e desafios do ensino remoto.

#### **4. Considerações Finais**

Observou-se que na região onde o trabalho foi realizado, existem pensamentos místicos em relação às descargas elétricas atmosféricas,



dessa forma, seria de suma importância a realização de um trabalho de pesquisa mais aprofundado sobre essa influência das culturas indígenas no que se refere aos raios, principalmente na região norte do país, onde se concentra uma maior densidade demográfica de povos indígenas. Também se faz necessário uma pesquisa de campo com os povos indígenas, devido haver literatura muito restrita em relação ao pensamento indígena sobre esse ramo da Física e uma grande diversidade das próprias culturas indígenas.

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus, por permitir que eu esteja com saúde e discernimento para contribuir com o ensino dos nossos estudantes.

Gostaria de agradecer também às minhas professoras, em nome das instituições Universidade Federal do Norte do Tocantins e Sociedade Brasileira de Física, Pâmella Gonçalves Barreto Troncão e Érica Cupertino Gomes, que não medem esforços para que seus alunos evoluam a cada orientação.

Também gostaria de agradecer minha família, que sempre está ao meu lado nos momentos mais difíceis, me apoiando e acreditando em meu potencial, em especial a minha esposa que sempre me apoia nas minhas pretensões acadêmicas e profissionais,

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001.

## **Referências**

CARVALHO, A. M. P.; OLIVEIRA, C. M. A.; SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SEDANO, L.; SILVA, M. B.; CAPECCHI, M. C. V. M.; ABIB, M. L. V. S.; BRICCIA, V. Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo. Cengage Learning. 2013.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. RBPEC 18(3), p. 765-794. Dez. 2018.

NETO C. B. T. Luiz, **Os interesses e posturas de jovens alunos frente as ciências**: Resultados do Projetos ROSE aplicado no Brasil, 2008. 172f. Tese de Doutorado — Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, FEUSP, São Paulo.

SALES, J. P. A.; ARAÚJO, L. C.; ROCHA, A. S.; GOMES, E. C.; LOBO, M. P. Experimentação como processo de ensino e aprendizagem de Física Óptica. **Revista Desafios**, v. 6, n 3, 2019.

SOLINO, A. P.; SASSERON L. H. Investigando a Significação de Problemas em Sequências de Ensino Investigativo. **Investigação em Ensino de Ciências**. v. 23, n. 2, p. 104, 2018. DOI:10.22600/1518-8795.ienci2018v23n2p104.

SOUZA M. L. Mayara; SOUZA S. S. Paulo; RAMOS G. Maurivan, O interesse dos alunos em aprender ciências e matemática na escola, 2016. 7f. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas**, Santa Maria, Brasil, vol. 3, n. Ed. Especial, 2016.

TAHA, M.S. *et al.* Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências. **Experiências em ensino de ciências**, v.11, no. 1 2016. Disponível em:<[http://if.ufmt.br/eenci/artigos/artigo\\_id305/v11n1\\_a2016.pdf](http://if.ufmt.br/eenci/artigos/artigo_id305/v11n1_a2016.pdf)>. Acesso em: 10/09/2018.

**BURACOS NEGROS — UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM  
FORMA DE UEPS PARA O ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO**  
*BLACK HOLES — A DIDATIC SEQUENCE IN PMTU PROPOSAL FOR  
MIDDLE SCHOOL AND HIGH SCHOOL STUDENTS*

*Guilherme Henrique Schinzel<sup>1</sup>, Vanessa Carvalho de Andrade<sup>2</sup>, Marcello  
Ferreira<sup>3</sup>, Olavo Leopoldino da Silva Filho<sup>4</sup>, Lucca Lopes Dias Santos<sup>5</sup>,  
Raul Grande Quartieri<sup>6</sup>*

<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6</sup> Instituto de Física (IF), Universidade de Brasília (UNB), gschinzel@gmail.com.

## **Introdução**

Ao longo das investigações espaciais, desde os primórdios da sociedade, a curiosidade do ser humano foi fundamental para o desenvolvimento da astronomia. Dentro das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) (BRASIL, 1999) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (BRASIL, 2013), que por muitos anos foram os documentos norteadores da educação brasileira, o conteúdo relacionado aos estudos das ciências astronômicas aparece de maneira muito sucinta e superficial, o que fez com que o tema não recebesse, no período, o tratamento devido e adequado; conseqüentemente, a falta de importância atribuída a tais tópicos acarretou problemas ainda maiores como, por exemplo, a formação de professores. Não é justo, portanto, culpabilizar esses docentes por sua formação deficitária, uma vez que o ensino de astronomia foi durante

muito tempo abordado em diversos cursos de instituições de ensino superior de forma rasa ou, em casos mais extremos, inexistente.

O cenário evoluiu com a nova na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017) e a Astronomia ganha atualmente maior espaço, inserida, neste documento, na segunda competência específica para o ensino médio. Nela, objetiva-se que o estudante desenvolva a capacidade em construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis (FERREIRA *et al.*, 2021). Tais mudanças certamente terão impacto, a curto e médio prazo, na formação docente, sendo levadas em consideração nas reformas curriculares das licenciaturas e incentivando o ingresso de professores da educação básica aos mestrados profissionalizantes, tal como o MNPEF (Mestrado Nacional Profissional e Ensino de Física), que visa capacitar, em nível de mestrado, os professores da educação básica, quanto ao conteúdo de Física e Astronomia (PAULO *et al.*, 2021).

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo relatar a experiência de aplicação de uma sequência didática, em forma de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), dedicada à Astronomia, para estudantes do ensino fundamental e médio de duas escolas públicas (para abordagens semelhantes, ver (FERREIRA *et al.*, 2018; FERREIRA *et al.*, 2021)). Considerando tratar-se de uma área de conhecimento bastante ampla, elegemos os aspectos essenciais relacionadas aos Buracos Negros. No que diz respeito ao referencial teórico deste trabalho, foram analisadas publicações fundamentadas na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) (AUSUBEL, 2003; SILVA FILHO *et al.*, 2018; FERREIRA *et al.*, 2022) e Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) (MOREIRA, 2011; MOREIRA, 2012; MOREIRA, 2022), além de estudos correlatos (SILVA FILHO *et al.*, 2021).

## 1. Uma breve história da Astronomia e dos buracos negros

Ainda que não possamos explicar de maneira completamente pormenorizada ambos os temas citados — Astronomia e Buracos Negros —, faremos aqui algumas análises sobre os conceitos que envolvem a ideia de Buracos Negros. Os primeiros registros acerca deste conteúdo surgiram por volta do século 18, com John Mitchell, quando se afirmou que, caso um corpo fosse suficientemente massivo, toda a luz emitida por ele estaria destinada a voltar ao corpo devido à sua própria gravidade. Mais tarde, Pierre-Simon de Laplace teve uma ideia similar e conseguiu fazer um tratamento matemático capaz de reforçar suas ideias e concepções (BRANDT, 1976).

O conceito de Buraco Negro, de acordo com a Mecânica Clássica, está intimamente ligado ao conceito de velocidade de escape. A equação abaixo exprime matematicamente tal conceito:

$$v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}. \quad (1)$$

Ao analisar a equação (1), Crothers afirma que:

Se a velocidade de escape for maior que a velocidade da luz, então a luz viajaria uma distância finita, pararia momentaneamente e voltaria ao ponto de origem em que um observador bem localizado iria ver a luz passando duas vezes, uma em na direção para fora e em seguida retornando. Em compensação, se um observador estivera uma distância finita e suficientemente grande não verá a luz pois ela não chega até ele” (CROTHERS, 2006, p. 54).

A partir de 1905, as equações matemáticas envolvidas no processo não eram mais as relacionadas à Mecânica Clássica, mas, sim, aquelas relacionadas à Relatividade. Em 1916, Karl Schwartzchild conseguiu encontrar uma solução para as equações de Einstein, no contexto da

Relatividade Geral, tornando-se um dos pioneiros a expressar a existência dos Buracos Negros matematicamente.

Avançando um pouco no tempo, apesar de diversos cientistas já terem previsto a existência desses corpos de maneira teórica, em 1973 Stephen P. Maran dedica uma seção inteira de seu livro “*new Horizons in Astronomy*”, questionando a existência dos Buracos Negros.

Como tudo na ciência, a verificação experimental era essencial para a confirmação das teorias propostas sobre esses corpos massivos. Porém, para que isso fosse possível, era necessário mais do que apenas teorias e cálculos — necessitava-se de desenvolvimento tecnológico, uma vez que telescópios mais potentes e receptores mais sensíveis faziam-se fundamentais.

Em meados de 2019, por volta de 100 anos depois da previsão teórica dos Buracos Negros, um grupo de cientistas que trabalham no EHT (Telescópio de Horizonte de Eventos) conseguiu tabular dados coletados por mais de 10 anos através de um algoritmo criado pela pesquisadora Katie Bouman, revelando ao público, assim, uma imagem do Buraco Negro. Juntamente com a produção dessa imagem, precisamos ressaltar a importância do evento da detecção das ondas gravitacionais em 2015 pelo Ligo (Observatório das Ondas Gravitacionais pelo Interferômetro a Laser) como evento fundamental para a consolidação da existência desses objetos.

## **2. Fundamentação Teórica**

Segundo a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, a aprendizagem ocorre quando, ao serem atribuídos significados a novos conhecimentos — ou seja, aos conhecimentos aprendidos pelo estudante —, há interação com conhecimentos prévios — isto é, com aquilo que o estudante já sabe. Tal aquisição de novos significados é encarada, então, como produto desse processo — ao longo do qual se visa alcançar uma nova compreensão sobre determinado assunto —,

enquanto os conhecimentos prévios assumem papel fundamental para o estabelecimento de novos significados.

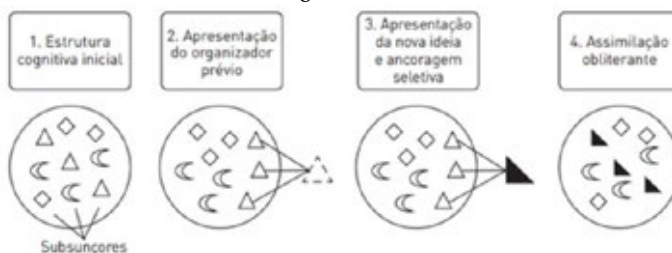
Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa é definida como a aquisição de novos significados que são produtos finais da aprendizagem significativa:

A aquisição de novos significados. Estes são, por sua vez, os produtos finais da aprendizagem significativa. Ou seja, o surgimento de novos significados no aprendiz reflete a ação e a finalização anteriores do processo de aprendizagem significativa” (AUSUBEL, 2003, p. 71).

A UEPS, por sua vez, segundo Moreira (2011a), é um sequenciamento de atividades que possuem o intuito de promover a aprendizagem significativa, fundamentada na teoria de Ausubel, facilitando a aprendizagem através da identificação dos subsunçores e as relações com os novos conceitos que estão sendo apresentados.

Seguindo a perspectiva da TAS, após o levantamento dos subsunçores (ou conhecimentos prévios específicos do tema a ser considerado), passa-se a um processo de organização avançada, que tem por objetivo aproximar os subsunçores dos conceitos que se deseja ensinar. Nesse momento de organização avançada, segundo Ausubel, ocorrem os processos de assimilação, mostrados esquematicamente na Figura 1, em que se mostra como os organizadores prévios atuam como facilitadores da ancoragem não arbitrária para novos conceitos (SILVA FILHO *et al.*, 2022).

Figura 1 — Representação do organizador prévio como facilitador da ancoragem significativa.



Fonte: Ribeiro, Silva e Koscianski (2012, p. 171).

## 2. Métodos e Materiais

A metodologia de pesquisa teve como base uma análise qualitativa, responsável por fornecer dados para a compreensão sobre os conhecimentos prévios dos estudantes envolvidos, utilizando materiais potencialmente significativos e análises que buscaram investigar a presença de indícios de aprendizagem significativa. Para isso, a pesquisa foi feita com estudantes de uma escola da rede pública de ensino na cidade de Luziânia — GO. Os questionários de sondagem inicial e final tiveram seus dados tabulados e analisados — tanto de maneira qualitativa, quanto de maneira quantitativa — e foi possível perceber um acréscimo significativo nos números de respostas adequadas e coerentes.

Iniciando a nossa sequência, os estudantes foram indagados sobre conceitos de Astronomia, tais como estrelas, formação de estrelas e Buracos Negros. O objetivo da sondagem foi verificar o quão inteirados os estudantes estavam sobre esses assuntos. Como este encontro teve caráter analítico, a ferramenta utilizada foi um pré-teste, o qual buscou analisar as concepções conceituais sobre o assunto e teve papel fundamental para as análises e buscas das evidências de aprendizagem significativa. A partir do entendimento de como organizadores prévios atuam como facilitadores da ancoragem seletiva (Figura 1), no segundo encontro foram revisitados alguns conceitos base, com o de intuito alterar a estrutura cognitiva inicial por intermédio da introdução de novos conceitos, relacionando-os com aquilo que o estudante já conhece.

Dando prosseguimento à sequência didática, os próximos encontros foram desenvolvidos elevando o nível de complexidade e abstração, a fim de que os estudantes pudessem compreender como de fato surge um Buraco Negro e qual o seu comportamento no espaço-tempo. Nesse âmbito, durante os encontros assíncronos, foram feitas perguntas simples para que os estudantes respondessem e, dessa maneira, pudéssemos acompanhar as suas evoluções; tais perguntas foram realizadas por intermédio de pequenos formulários do Google, responsáveis por fornecer dados que embasariam as respostas desta pesquisa.



À ocasião da aplicação do produto educacional, a escola permaneceu fechada devido ao cenário pandêmico, de forma que todas as atividades foram realizadas de maneira assíncrona. Fatores externos, como falta de acesso à internet e problemas sociais, precisaram ser levados em conta.

A metodologia para a análise de respostas seguiu (FERREIRA *et al.*, 2019), que define a seguinte classificação:

- i. Não respondeu (NR) — questões deixadas em branco.
- ii. Fuga ao tema (FT) — Respostas que não condizem com o tema da questão.
- iii. Resposta Incoerente (RI) — Respostas que condizem com o tema, porém, erradas.
- iv. Resposta Coerente (RC) — Respostas parcialmente corretas.
- v. Resposta Adequada (RA) — Respostas corretas.

O parâmetro estabelecido para procurar evidências da existência da aprendizagem significativa surge de elementos que constatarem o deslocamento de respostas contabilizadas como NR, FT, e RI nas sondagens iniciais para RC e RA nas sondagens finais. Quando isso acontece, podemos perceber indícios da aprendizagem significativa.

No primeiro encontro, a aplicação do instrumento de avaliação inicial envolveu um questionário inicial com as seguintes questões:

- i. O que é astronomia?
- ii. Como são formadas as estrelas?
- iii. O que são buracos negros?
- iv. Como são formados os buracos negros?

Durante as sequências de videoaulas que sucederam ao primeiro encontro, foram realizadas sondagens intermediárias que tratavam do

assunto abordado, e as ideias principais foram analisadas para que fossem tabuladas de acordo com a indicação da classificação das respostas citadas acima. O quadro 1 ilustra quais foram as perguntas realizadas durante o processo de desenvolvimento da sequência didática.

Quadro 1 — Perguntas realizadas durante o processo de desenvolvimento da sequência didática.

Nº da aula	Perguntas realizadas
1	Após assistir ao vídeo, você sabe dizer o que é uma estrela?
	Escreva um breve parágrafo explicando o que é uma estrela.
2	Após assistir ao vídeo, você entendeu como é feita a classificação das estrelas?
	Após jogar o jogo, quantas estrelas você identificou.
3	Após assistir ao vídeo, você conseguiu compreender melhor o contexto dos buracos negros?
	Você acredita que a pesquisa colaborativa foi de fundamental importância para a realização da foto do buraco negro?
4	Após assistir ao vídeo, você conseguiu compreender o que é um buraco negro?
	Escreva um breve parágrafo explicando o que é um buraco negro

Fonte: elaboração própria (2021).

Ao final do processo da sequência didática, fez-se necessária a aplicação de um pós-teste, com intuito de verificar a evolução dos estudantes de acordo com o que é proposto pela UEPS. Buscamos aqui valorizar a evidência da aprendizagem significativa, visando a avaliação formativa, de modo que buscamos averiguar e compreender o que de fato o estudante aprendeu durante a aplicação da sequência didática.

Por fim, o instrumento de sondagem final, realizado por intermédio de um questionário da plataforma *Google Forms*, continha as seguintes perguntas.

- i. O que é astronomia?
- ii. Como são formadas as estrelas?
- iii. Como são classificadas as estrelas?
- iv. O que são buracos negros?

- v. Faça um desenho esquemático de um buraco negro representando suas partes e, se possível, tente representar quais são os efeitos causados por ele no espaço-tempo.
- vi. Quais são os tipos de buracos negros? (Esta etapa não era obrigatória, pois, de acordo com a realidade da escola, existia a chance de o estudante não ter condições de realizar o upload do desenho).
- vii. Como é possível prever a existência de um buraco negro?

## **2.1. Materiais Utilizados**

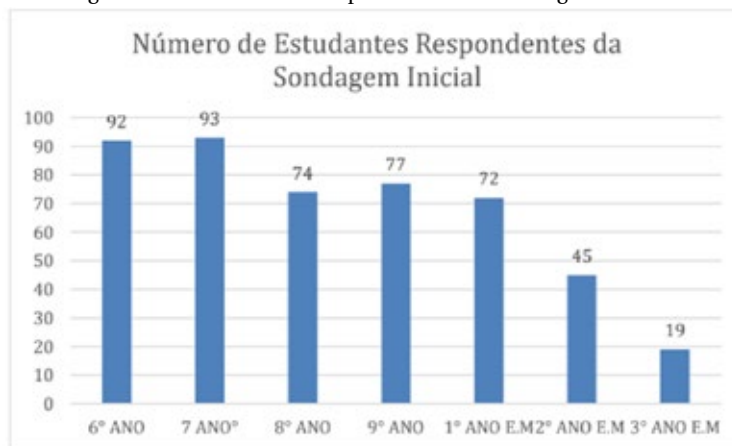
Diante do contexto pandêmico vivido nos anos de 2020 e 2021, com o ensino remoto, não houve construção de qualquer material físico para estudos. Os recursos didáticos foram todos digitais e os alunos realizaram a sequência a partir de:

- i. Computador ou tablet com acesso à internet.
- ii. Plataforma Google;
- iii. Plataforma Google Formulários;
- iv. Plataforma Youtube.

## **3. Resultados e Discussões**

Para compreender um pouco melhor o contexto da aplicação da sequência didática, o gráfico da figura 2 ilustra o número de respondentes da sondagem inicial.

Figura 2 — Número de respondentes da Sondagem Inicial.



Fonte: elaboração própria (2021).

O número de respondentes da sondagem inicial foi de 472 estudantes, distribuídos conforme indica o gráfico na figura 2. Nesta primeira etapa, era esperado um resultado com menos repostas consideradas coerentes e adequadas, devido ao fato de, em muitas situações, as escolas e os currículos abordarem superficialmente — ou até mesmo nem apresentarem — o tema aos estudantes.

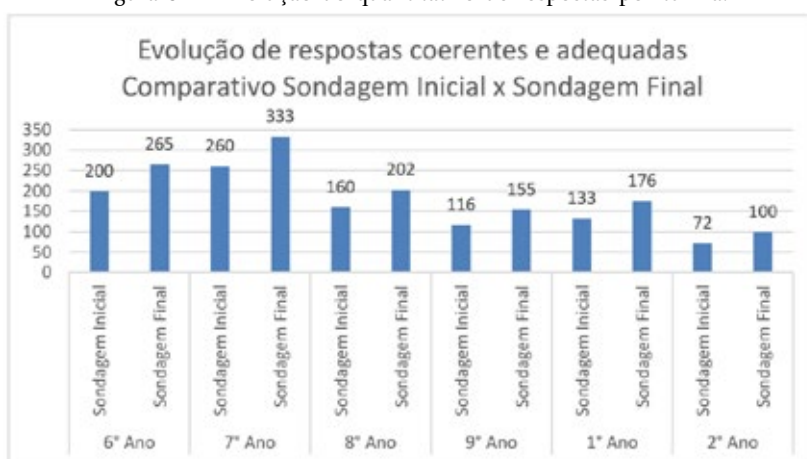
Esse quantitativo da sondagem inicial não foi o mesmo da sondagem final. Nesse sentido, adotou-se como critério a seleção apenas dos estudantes que tiveram 75% de participação e que completaram as duas sondagens supracitadas. A única exceção foi a turma do terceiro ano, em que nenhum estudante completou a sondagem final. Assim, como eles estavam fora dos parâmetros estabelecidos, seus resultados não foram contabilizados para esta pesquisa.

As etapas intermediárias serviram de base para verificar o desenvolvimento dos estudantes e perceber também o seu alcance. Por exemplo, a plataforma YouTube nos oferece dados sobre o número de reproduções dos vídeos para que seja possível ajustar o tempo da sequência conforme for necessário para o professor. As tabulações das

questões em cada aula nos fornecem com facilidade o engajamento e a evolução dos estudantes ao longo do processo de aplicação.

O gráfico da figura 3 ilustra o desenvolvimento das turmas de acordo com os parâmetros de aumento no número de incidências de respostas adequadas e coerentes.

Figura 3 — Evolução do quantitativo de respostas por turma.



Fonte: elaboração própria (2021).

Vale ressaltar aqui que, como todos os estudantes estavam estudando remotamente, foram detectados, em alguns casos, respostas copiadas da internet. Portanto, tivemos alguma influência do meio digital no ambiente de aprendizagem e isso pode ter se refletido nas respostas. Mesmo levando esse fator em consideração, nota-se um aumento no número de respostas consideradas satisfatórias em todas as turmas em que a sequência didática foi aplicada; portanto, é possível perceber que existem indícios de aprendizagem significativa ao final da realização desta UEPS, uma vez que, como mostrado, as questões do questionário final estendiam os conceitos apresentados para além de sua articulação feita em sala de aula.

## 4. Considerações Finais

Este artigo objetiva trazer ao leitor uma pesquisa desenvolvida ao longo do período pandêmico, para a verificação da promoção da Aprendizagem Significativa, dentro de um tema de astronomia. Ao analisar os dados, foi possível perceber que os estudantes de ensino fundamental foram muito mais participativos na pesquisa do que estudantes de ensino médio, obtendo os melhores índices de crescimento no número de respostas consideradas satisfatórias e trazendo **dados confiáveis**.

De acordo com a situação mundial inédita vivenciada por todos, em particular pelos professores, o processo adaptativo foi feito de maneira muito rápida e a adaptação às plataformas pode não ter sido tão eficaz quando deveria. Ainda assim, foi possível desenvolver uma prática pedagógica com excelência, dentro do contexto de sua realização. Além disso, ao concluir o trabalho, fica evidente que o papel do professor é de fundamental importância para o desenvolvimento da aprendizagem, e que este não se restringe a ser o transmissor de conteúdo — sua proatividade e empenho são decisivos para enfrentar todas as situações envolvendo a sala de aula.

Além disso, puderam ser percebidos impactos positivos na escrita dos estudantes. Isto é, a expansão do vocabulário científico e o cuidado com a escrita podem ter sido grandes efeitos indiretos benéficos para os envolvidos no processo.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001.

Gostaríamos de agradecer, também, ao corpo docente do MNPEF/UNB, que sempre incentiva os seus estudantes a prosseguirem com a pesquisa translacional em ensino de Física.

## Referências

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos:** uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Platano, 2003.

BRANDT, J. C.; MARAN, S. P; **New horizons in Astronomy:** 2. Ed. San Francisco: W. H Freeman and Company, 1979. p. 279-529.

BRASIL. BNCC. Base Nacional Comum Curricular, 2017. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category\\_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 02/12/2022.

CROTHERS, S. J. A brief story of Black Holes. **Progress in Physics:** New Mexico, v. 2, p. 54-58, 2006.

FERREIRA, M.; SILVA FILHO, O. L.; CORTEZ, C. A.; SCHINZEL, G. H.; NETO, J. C. e SILVA, A. S. T., Ensino física atômica para uma turma do terceiro ano do ensino médio. **Revista do professor de física**, v. 2, n. 3, p. 43-58, 2018.

FERREIRA, M.; COUTO, R. V. L.; SILVA FILHO, O. L.; PAULUCCI, L.; MONTEIRO, F. F. Ensino de astronomia: uma abordagem didática a partir da Teoria da Relatividade Geral. **Revista Brasileira de Ensino de Física** v. 43, p. 1-13, 2021b. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0157>.

FERREIRA, M.; SILVA FILHO, O. L.; MOREIRA, M. A.; FRANZ, G. B.; PORTUGAL, K. O.; NOGUEIRA, D. X. N. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, n. 1, p. 1-13, 2021a. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0057>.

FERREIRA, M.; NOGUEIRA, D. X. P.; SILVA FILHO, O. L.; COSTA, M. R. M.; SOARES NETO, J. J. A WebQuest como proposta de avaliação digital no

contexto da aprendizagem significativa crítica em ciências para o ensino médio. **Pesquisa e Debate em Educação**, v. 12, n. 1, p. 1-32, e35023, 2022. <https://doi.org/10.34019/2237-9444.2022.v12.35023>.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: um conceito subjacente. 2010. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/moreira/apsigsubport.pdf>. Acesso em: 22 out. 2022.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: E.D.U, 2012.

PAULO, I. J. C.; Almeida, R. M. C. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física: uma história de sucesso; um futuro promissor. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, e20210392, 2022.

SILVA FILHO, O. L.; FERREIRA, M. Modelo teórico para levantamento e organização de subsunçores no âmbito da Aprendizagem Significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, p. 1-13, 2022. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0339>.

SILVA FILHO, O. L.; FERREIRA, M. Teorias da Aprendizagem e da Educação como Referenciais em Práticas de Ensino: Ausubel e Lipman. **Revista do Professor de Física**, v. 2, n. 2, p. 104-125, 2018. <https://doi.org/10.26512/rpf.v2i2.12315>.

SILVA FILHO, O. L.; FERREIRA, M.; POLITO, A. M. M.; COELHO, A. L. M. de B. Normatividade e descritividade em referenciais teóricos na área de ensino de Física. **Pesquisa e Debate em Educação**, v. 11, n. 1, p. 1-33, 2021. <https://doi.org/10.34019/2237-9444.2021.v11.32564>.



**APRENDIZAGEM DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DO PEER  
INSTRUCTION**  
*METHODOLOGY OF LEARNING PHYSICS IN HIGH SCHOOL THROUGH  
PEER INSTRUCTION*

*Assuero Alves Padilha Júnior<sup>1</sup>, Manoel J.S. Neto<sup>2</sup>*

<sup>1,2</sup> Faculdade de Física (FACFIS), Universidade Federal do Pará (UFPA)  
sueropadilha@gmail.com; assuero.junior@icen.ufpa.br.

## **Introdução**

As aulas de física sempre tiveram suas dificuldades durante as atividades, a falta de concentração e a desmotivação para aprender sempre foram grandes desafios para os professores até mesmo hoje com várias formas metodológicas existentes. Nota -se que há um percentual de alunos apresentando dificuldades conceituais, ocasionado pelas mais diversas causas.

Essa desmotivação é devido ao modo como o ensino é transmitido, ou seja, as formas diretas de transmissão de conteúdo estão ficando ultrapassadas, mas não descartadas, em relação a novas formas de ensino, com tecnologias modernas, avançadas. Essa dificuldade tem início desde o ensino fundamental e se propagam ao longo da formação do estudante, que não consegue relacionar as novas informações apresentadas com aquilo que já sabe, isso gera um grande conflito no momento da aprendizagem tanto individual, quanto no coletivo.

Outros motivos que levam os alunos a possuir um total desinteresse nas aulas, particularmente na disciplina de física, são também por partes dos educadores, que se limitam a modos formais de ensino, sem inovação, sem criatividade de ensino, isso gera uma evasão muito grande dos alunos, não que não seja o modo errado de ensino, por que no passado, os antigos cientistas estudaram desse modo, então dizer hoje que esse modelo de ensino não funciona, é estar se equivocando. Os professores têm uma verdadeira noção do que se passa na sala de aula, eles sabem e tem convicção completa que disciplina de física é bastante dificultosa em algumas áreas, como por exemplo, o eletromagnetismo, uma área bem vasta em toda física, então cabe tanto ao aluno, quanto ao professor, procurar modos de ensino aprendizagem que facilitam o entendimento de ambos, para assim haver uma boa compreensão no que está sendo explicado e ministrado.

Tendo em vista essa dificuldade, optou-se por uma diversidade de modos diferenciados de ensino , um deles, foi o *Peer Instruction*, que tem como característica principal a discussão e debate em sala de aula sobre a aula ministrada. Esse modelo de aula metodológica é para a melhoria de todos, tendo como objetivo compartilhar uma experiência didática bem-sucedida para o ensino-aprendizagem..

## **1. Fundamentação Teórica**

A *Peer Instruction* é uma proposta metodológica introduzida em 1991 por Eric Mazur, em suas aulas no departamento de física da Universidade de Harvard, Estados Unidos, com o principal objetivo de fazer com que os alunos se interagem no processo de aprendizagem e compreendam de forma mais significativa os conceitos físicos estudados (MAZUR, 1997). O método se desenvolve a partir de testes conceituais, que promovem entre os alunos discussões e debates sobre o conteúdo, instigando cada aluno a expor suas idéias sobre os conceitos trabalhados em sala.

Trata-se de uma metodologia que potencializa as interações entre os estudantes e dos estudantes com o professor, rompendo com as tradicionais aulas expositivas em que apenas o professor explica os conceitos, enquanto que o estudante somente ouve.

O modelo de ensino consiste em que o professor realiza uma breve explicação, com falas iniciais dos conhecimentos centrais da aula por não mais de 20 minutos, e logo em seguida, propõe um teste conceitual (TC) de múltipla escolha, que é uma questão ou problema relacionado aos conhecimentos explicados e abordados em sala de aula.

Nessa etapa, é muito importante que os estudantes sejam incentivados a pensar, raciocinar individualmente para tentar convencer algum colega que tenha escolhido uma resposta diferente da sua.

## **2. Métodos e Materiais**

O professor mediador fará a pergunta (teste conceitual) para a turma, após 20 minutos aproximadamente, se dará início ao método que consiste principalmente em três momentos durante toda a aula:

Se os acertos forem menores do que 30%, deve-se revisar o conteúdo, começando-se novamente a aula. O modo de como foi feito, a estrutura do teste conceitual (TC), não deve ter sido de fácil entendimento, por parte dos estudantes, para a resolução. É aconselhável que o professor refaça a explicação conceitual, preferencialmente utilizando outra abordagem;

Se os acertos estiverem entre 30% e 70%, deve-se criar um critério para a formação de grupos entre os estudantes, de 2 a 5 integrantes com níveis de aprendizado diferentes entre os mesmos, os que tem mais facilidades de compreensão, ajudam os que tem maior dificuldade no entendimento. com isso gera uma discussão do problema, preferencialmente alunos que tenham escolhido respostas diferentes para o TC, na tentativa de induzir discussões e argumentações que os leve a resposta certa.

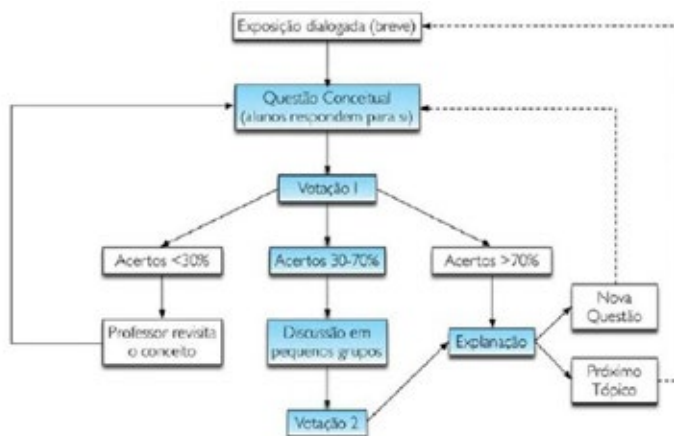
Nessa etapa da metodologia, os argumentos daqueles que acertaram e a falta de sustentação do discurso daqueles que escolheram alguma resposta errada conduzem os estudantes para a resposta correta.

Cria-se com isso, entre os estudantes, um ambiente de amplo debate e discussões a respeito dos conceitos físicos presentes na questão analisada, levando a uma melhor compreensão dos conceitos (MAZUR)

Se os acertos forem maiores do que 70%, o professor poderá informar a resposta correta, inclusive com uma breve explicação das demais alternativas incorretas. Dependendo do decorrer da aula, o professor pode decidir ou não lançar outro teste conceitual ou passar ao próximo conteúdo da aula.

Na Figura 1, apresenta-se um fluxograma que sintetiza a aplicação do método *Peer Instruction*.

Figura 1: Diagrama da implementação do PI nas aulas.



Fonte: Araújo e Mazur, p. 370.

O professor mediador tem dois modos de como pode ser feito os sistemas de votação, sendo os mais usuais:

- *Clickers*: dispositivos que se assemelham a um controle remoto em que os alunos podem informar suas respostas, na forma de escolha de uma alternativa. As respostas são enviadas para um receptor através de rádio frequência conectado com o computador.
- *Cartões de resposta (flashcards)*: os alunos recebem um conjunto de cartões resposta, usualmente com as letras A, B, C, D e E, cada um representando uma alternativa de resposta para as questões. Quando solicitado, cada aluno deve levantar o seu cartão resposta que indica qual alternativa ele pensa ser a resposta correta para a pergunta elaborada pelo professor.

A figura 2 abaixo, mostra o aplicativo para smartphone como um dos modos de votação.

Figura 2: Logotipo do aplicativo de votação.



Fonte:

<https://www.klascement.net/websites/56148/plickers-interactieve-klassikale-quizvorm/>.

A figura 3 abaixo, mostra os cartões resposta usados pelos alunos para a escolha das alternativas dos testes conceituais propostos.

Figura 3: Cartões respostas do aplicativo Plickers.



Fonte: <https://www.roboland.net/a-survey-in-30-seconds-part-1/>.

Para poder implementar o sistema de votação em sala de aula, é necessário um conjunto de equipamentos relacionados a computação (hardware). Na figura 4 abaixo tem se um modelo de como isso pode ser feito

Figura 4: Esquema da conexão notebook-roteador-smartphones para o funcionamento do Aplicativo.



Fonte: Araújo e Mazur.

O professor recebe as respostas em seu notebook através de conexão de rede sem fio com os *smartphones*. Com isso ele tem a capacidade de liberar o envio das respostas e também o seu término, controlando a duração tempo de votação que se busca pela resposta correta ao teste conceitual. A base de dados é instalada no notebook do professor, ou seja, os testes conceituais, as respostas e o gerenciamento das funções do aplicativo como o início e término das votações. O mesmo aplicativo é também instalado no smartphones dos estudantes, que se comunicam ao notebook através de uma rede wifi.

### 3. Resultados e Discussões

Verificou-se que os trabalhos realizados com o *Peer Instruction* nas aulas ministradas, podem ser bastantes úteis para a compreensão e entendimento dos conceitos de Física. Têm — se uma maior liberdade para pensar e resolver de acordo com a habilidade de cada aluno. O uso do smartphone foi excepcional, quase que todos os alunos estão familiarizados com esse tipo de tecnologia, tornando algo super natural. Cada estudante tem um modo diferenciado de aprendizagem, e isso é importante, por isso deve-se respeitar o tempo de cada um. Pode notar-se que durante as resoluções dos testes conceituais, algumas potencialidades, como a possibilidade de cada estudante ler e responder os testes da maneira mais confortável e autônoma, com mais confiabilidade, sem influência dos colegas de sala. A confidencialidade no envio das respostas é bem trabalhada nesse ponto, isso estimula os que tiveram menor rendimento a serem mais esforçados e centrarem-se no seu desempenho individual.

### 4. Considerações Finais

As resoluções dos testes conceituais, assim como o envio de respostas pelo aplicativo, aumentavam a discussão sobre os conhecimentos estudados a aprendizagem ocorreu, quando eram passadas atividades do mais simples para os mais difíceis e notava-se que os alunos tinham conseguido habilidades importantes para a resolução de problemas com níveis de dificuldade altíssimos. O uso dos smartphones tem sido cada vez mais sendo usados durante as aulas e foi bem aceito pelos estudantes. Boa parte mostrou-se interessado em utilizar esse método como recurso de aprendizagem. Nos tempos modernos, a tecnologia está disponível para cada vez mais reforçar o ensino e melhorar a qualidade das aulas, tanto para os estudantes quanto para os professores

## Referências

OLIVEIRA, V.; VEIT, E. A.; & ARAUJO, I. S.; (2015). Relato de experiência com os métodos Ensino sob Medida (Just-in-Time Teaching) e Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no nível médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 32(1), 180. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n1p180>

KIELT, E. D.; DA SILVA, S. de C. R.; & MIQUELIN, A. F.; (2017). Implementação de um aplicativo para smartphones como sistema de votação em aulas de Física com Peer. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 39(4). <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0091>(EBERSPACHER *et al.*, 2017)

EBERSPACHER, A. M. G.; HERNANDES, C. A.; CEGAN, E., DE SOUZA, E. R. M. F.; RODRIGUES, L. D. S.; & DE OLIVEIRA, T. S. M.; (2017). *A Peer Instruction Como Metodologia Inovadora Na Prática Docente Do Ensino Superior*. <https://doi.org/10.17143/ciaed/xxiilciaed.2017.00299>

MULLER, M. G.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.; & SCHELL, J.; (2017). Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino Peer Instruction (1991 a 2015). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 39(3). <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2017-0012>

CHICON, P. M. M.; QUARESMA, C. R. T.; & GARCÊS, S. B. B.; (2004). Aplicação do Método de ensino Peer Instruction para o Ensino de Lógica de Programação com acadêmicos do Curso de Ciência da Computação. **Anais Do 5o SENID**.

CROUCH, C. H., WATKINS, J.; FAGEN, A. P.; & MAZUR, E.; (2007). Peer Instruction: Engaging Students One-on-One, All At Once. **Research-Based Reform of University Physics**, January, 1-55.



**DESENVOLVENDO O JOGO “PORCO ESPINHO DA FÍSICA” PARA O  
ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL**  
*DEVELOPING THE GAME “PHYSICS PORCUPINE” FOR PHYSICS TEACHING  
IN ELEMENTARY SCHOOL*

*João Francisco Moreira de Carvalho<sup>1</sup>, Isabela dos Santos Carvalho<sup>2</sup>,  
Fernando Wagner Ferreira Batista<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Faculdade de Física, Universidade Federal do Pará (UFPA), joao.carvalho@ig.ufpa.br.

<sup>2</sup> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF),  
isabela.carvalho@icen.ufpa.br.

<sup>3</sup> Secretaria de Educação do Estado de Santa Catarina (SED-SC),  
mestrefernandobatista@gmail.com.

## **Introdução**

O Ensino de Física no Brasil é visto como um desafio, pela forma em que alguns professores apresentam a física de forma mecanizada utilizando recursos obsoletos como memorização de fórmulas, métodos de ensinamentos descontextualizados e ultrapassados se resumindo a pincel e quadro branco, quanto pela forma desmotivada em que alguns alunos associam a física a uma matéria resumida a resolução de problemas matemáticos que fica fora do seu cotidiano. Atualmente, os alunos necessitam de metodologias e técnicas que contribuam e despertem o interesse pela disciplina, contribuindo para um melhor entendimento de conceitos da física.

Observando pela ótica do professor, se ele for pesquisar metodologias para um ensino diferenciado para a sua aula ele pode encontrar experimentos que podem ser feitos em sala de aula ou gravados, porém, não se terá uma grande interação e participação com os alunos. Se ele optar por algum recurso tecnológico como aplicativos essa situação se agrava ainda mais. Objetivando suprir essa lacuna, esse trabalho procura apresentar dinâmicas e efeitos dos jogos na educação e, em outro momento, desenvolver um jogo que sirva como recurso pedagógico para o ensino de física trabalhando a ludicidade e despertando o interesse dos alunos para conceitos de física com o propósito de facilitar o processo de aprendizagem.

Kishimoto (2003) e Brougère (1998) enfatizam a relevância em elaborar jogos lúdicos no ensino, por serem que estimulam o raciocínio e aprimoram a construção de conhecimentos científicos. Pode-se ensinar física de maneira lúdica para alunos do ensino médio respeitando o seu cognitivo. O jogo pode ser aplicado tanto para alunos de ensino fundamental e médio por conter perguntas de níveis fáceis até aos mais complexos.

De acordo com Bruner “É possível ensinar qualquer assunto, de uma maneira honesta, a qualquer criança em qualquer estágio de desenvolvimento”. Pois levaremos em conta a estrutura do conteúdo que o aluno possui (MOREIRA, 1999). Temos, como objetivo neste trabalho apresentar uma proposta de jogo lúdico que pode ser utilizado por professores da educação básica, esta proposta foi elaborada durante uma disciplina ofertada do MNPEF- Polo 37 e utilizada também como parte do produto final do egresso. Iremos propor, uma ideia de planejamento de aula para ser utilizado e possivelmente utilizado por demais profissionais.

## **1. Fundamentação Teórica**

Moran (2007) afirma que muitas aulas convencionais estão ultrapassadas, aulas baseadas no método expositivo, onde o professor é o retentor do

conhecimento e o aluno é o receptor, ou seja, o professor transmite o conhecimento e o aluno decora o conteúdo para a realização de provas. Esse impasse, faz surgir diferentes estratégias de ensino, entre elas as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs).

As tecnologias de informação e comunicação (TICs) são importantes ferramentas para o processo de ensino-aprendizagem no contexto da educação básica. Mendes (2008) define Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) como um conjunto de recursos tecnológicos que, quando integrados entre si, proporcionam a automação e/ou a comunicação nos processos existentes nos negócios, no ensino e na pesquisa científica etc. São tecnologias usadas para reunir, distribuir e compartilhar informações. O uso dessas novas tecnologias pode contribuir para novas práticas pedagógicas, desde que seja baseado em novas concepções de conhecimento, de aluno, de professor e transformando vários elementos que compõem o processo de EA (REZENDE, 2008).

Entre o grande leque de recursos disponibilizados temos as atividades lúdicas, segundo Miranda (2002) a atividade lúdica é um grande laboratório onde ocorrem experiências inteligentes e reflexivas. Não há aprendizagem sem atividade intelectual e sem prazer, e a motivação através da ludicidade é uma boa estratégia para que a aprendizagem ocorra de forma efetiva (RIZZO PINTO, 1997).

Segundo Kishimoto (1996), definir o conceito de jogo é algo complicado, por mais que não nos pareça, pois, esta definição varia de acordo com a coletividade em que está inserido, notando-se a influência entre o jogo e a cultura. Para nosso entendimento, o jogo no contexto de ensino de física pode aparecer como um recurso lúdico, favorecendo e auxiliando crianças, jovens e adultos a construir seu conhecimento e desenvolverem habilidades e atitudes éticas (SCHWARZ, 2006). Também pode se tornar educativo, a função educativa, se objetiva na ampliação dos conhecimentos dos educandos. Os jogos educativos, podem de toda forma se tornarem presentes na sala de aula, sendo uma possibilidade de complemento ou ponto de partida para abordagem de conteúdos previstos.

## 2. Métodos e Materiais

Neste trabalho será proposta uma sequência didática baseada na gamificação como forma de estimular o seu uso em sala de aula. Todas as orientações sobre a construção e regras do jogo foram baseadas nas produções do egresso.

## 3. Resultados e Discussões

### 3.1. O jogo do porco espinho

O jogo “porco espinho da física” é um jogo de estratégia que envolve perguntas e respostas, onde os jogadores devem tirar espetos de um tubo de plástico cheio de bolinhas de gude com o intuito de deixar cair o mínimo possível de bolinhas. Vence o jogo o jogador que tirar o menor número de bolinhas no final da rodada.

Como algumas questões estão relacionadas às situações cotidianas, elas tendem a fazer com que os alunos desenvolvam a capacidade de imaginar a situação apresentada antes de sua resposta, fazendo com que os alunos se sintam desafiados e motivados. Os conceitos de física são apresentados sem a pressão das aulas normais e fazendo os alunos aprenderem os seus conceitos científicos de forma lúdica. As perguntas serão feitas a partir da Bateria de exercícios feita pelo professor e entregue aos alunos. A cada três bolinhas de gudes que a equipe deixar cair ela perderá 0,5 pontos.

Um grande diferencial do jogo se encontra no seu dinamismo tornando cada momento uma sensação de nervosismo e descontração devido às suas regras. O jogo pode ser jogado de 2 a 6 jogadores além de ser jogado em duplas ou em equipes. A cada pergunta respondida corretamente, o jogador tirará um palito de qual lugar desejar. Se errar, rodará a roleta na qual determinará a cor e a área em que o jogador irá tirar do jogo. Daí entra a questão de saber os conceitos físicos e de estratégia.

### 3.2. Construção do jogo

Materiais:

- 40 bolinhas de gude de tamanho médio;
- 40 espetos de churrasco coloridos em suas pontas nas cores verde, vermelho, azul e amarelo;
- Cartas de perguntas de múltipla escolha;
- Um tubo perfurado feito de garrafa PET;
- Uma roleta.

Para a construção do corpo do jogo foi utilizado duas garrafas pets de 2 litros ou mais: uma garrafa e cortaremos sua base que servirá de apoio e a outra, o corpo onde furamos com um prego quente na medida em que um palito de churrasco consiga passar. Para as cartas, utilizamos cartolina ou papel cartão.

Utilizamos 40 espetos de churrasco que sejam roliços e uniformes, passamos fita adesiva colorida para colorir o palito e 40 bolinhas de gude. Com a base da outra garrafa fizemos a roleta pintando um CD colado em um pequeno motor por baixo alimentado por duas pilhas AA.

O professor dividirá a turma em quatro equipes: Vermelho, Amarelo, Verde e Azul. E dará para cada equipe 3,0 pontos para a sua próxima avaliação. A equipe irá se organizar de modo que cada aluno integrante dela responderá no mínimo a uma pergunta.

As perguntas são de conteúdos de tópicos abordados no currículo de física do Ensino médio: Mecânica, Termologia, Ondas, Óptica, Eletromagnetismo e Física Moderna. A maioria das perguntas foram elaboradas com base em livros de física do ensino médio.

Figura 1 — Estrutura do jogo.



Fonte: Acervo dos autores.

Figura 3 — Roleta e carta de perguntas.



Fonte: Acervo dos autores.

Figura 2 — Materiais do jogo do porco espinho.



Fonte: Acervo dos autores.

Figura 4 — Esquema do jogo.



Fonte: Acervo dos autores.

### 3.3. Regras do jogo

**Objetivo:** Deixar cair o menor número de bolinhas de gude do suporte de PET.

Tabela 1 — Regras do jogo.

Acertando as duas perguntas	não tira nenhum palito de churrasco da estrutura
Acertando uma e errando a outra	Escolhe qual palito de churrasco tirará da estrutura
Errando as duas perguntas	Girará a roleta e está determinará qual a cor e em que parte tirará o palito de churrasco. Obs.: se a roleta determinar uma cor que não esteja mais no jogo, o jogador tirará um palito do lado que a roleta indicou.

Fonte: Produto educacional do egresso do MNPEF.

As regras do jogo são simples: Cada jogador irá responder a uma pergunta. Se acertar, ele terá o direito de retirar um palito de churrasco de onde desejar. Se errar ele girará a roleta e ela determinará que cor e em que posição ele tirará o palito.

A roleta possui todas as quatro cores dos palitos pintados em uma área em branco e as quatro cores em uma área em preto. Se a roleta parar em um espaço em preto o jogador só poderá tirar um palito da parte inferior da linha preta e a roleta também irá indicar qual a cor do palito que deverá ser retirado. Se parar em uma área em branco o jogador poderá tirar um palito da cor que a roleta determinar. O jogo termina quando todas as bolinhas de gude caírem, e ganha quem deixar o menor número de bolinhas cair. É aconselhável colocar de 10 em 10 palitos de churrasco intercalando com bolinhas de gude para que a composição de bolinhas fique uniforme.

### 3.4. Sequência didática

Esta sequência didática é apresentada como uma proposta para a utilização do jogo do porco espinho, no 9º do ensino fundamental, mas que também pode ser utilizada em turmas do ensino médio.

**Aula 1** — Em sala de aula o professor poderá utilizar um tópico da física, à sua escolha, para ser abordado com os alunos. Mostrará os conceitos fundamentais do assunto e, em seguida, aplicará uma bateria de exercício sobre o tema abordado.

**Aula 2** — Na aula seguinte, o professor poderá corrigir os exercícios junto com os alunos, para fixar e tirar dúvidas sobre o conteúdo.

**Aula 3** — Esta aula pode ser destinada para ser executado o jogo do porco espinho, onde as são de conteúdos de tópicos abordados nas aulas anteriores. A maioria das perguntas foram elaboradas com base em livros de física do ensino médio, mas são objetivas.

Figura 5 — Exemplos de perguntas.

<p>[A10]A forma do caminho percorrido por um corpo é denominado de:</p> <p><b>A</b> Trajetória</p> <p><b>B</b> Movimento</p> <p><b>C</b> Cinemática</p> <p><b>D</b> Referencial</p>	<p>[A11]Um corpo cujas dimensões não são significativas quando comparadas com as dimensões envolvidas é chamado de:</p> <p><b>A</b> Corpo extenso</p> <p><b>B</b> Ponto Material</p> <p><b>C</b> Referencial</p> <p><b>D</b> trajetória</p>
<p>[A12]O tempo decorrido entre dois determinados instantes denominamos de:</p> <p><b>A</b> Variação de tempo</p> <p><b>B</b> Tempo</p> <p><b>C</b> Correspondente tempo</p> <p><b>D</b> Intervalo de tempo</p>	<p>[A13]A localização de um móvel em relação a uma determinada origem e tida como:</p> <p><b>A</b> Posição</p> <p><b>B</b> Velocidade</p> <p><b>C</b> Trajetória</p> <p><b>D</b> Aceleração</p>

Fonte: Produto educacional do egresso do MNPEF.



## 4. Considerações Finais

Podemos utilizar muitas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) para o aprimoramento de nossas aulas. Contudo, essas TIC's levam os alunos a uma aprendizagem individualizada desconsiderando o convívio com a classe. Os jogos educativos favorecem aos alunos um trabalho em grupo e de interpessoalidade fazendo com que os mesmos tenham um espírito competitivo e de solidariedade.

Um ponto importante que devemos salientar é a questão do jogo ser um objeto físico que o aluno possa manipular, responder às perguntas propostas de forma rápida estimulando o seu raciocínio e o suas estratégias.

Não podemos deixar de mencionar que o fator de competição, quando é feito de forma sadia, favorece o aprendizado entre os alunos fortalecendo os conceitos assimilados em sala de aula e podemos destacar o fator lúdico que, dependendo de como o professor organize a turma, seja ela em equipes, duplas ou até interclasse potencializa os conhecimentos.

## Agradecimentos

Ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) pelo Belém, pois o presente trabalho foi baseado em um artigo produzido por um egresso em uma disciplina deste programa.

## Referências

BATISTA, F. W. F. SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM MINICURSO DE ASTRONOMIA. Produto Educacional. MNPEF, 2020.

DE MIRANDA, Simão. No Fascínio do jogo, a alegria de aprender. *Ciência hoje*, v. 28, p. 64-66, 2001.

MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999.

VERA, R. K. S. **Contribuição dos jogos educativos na qualificação do trabalho docente**. 2006. Tese de Doutorado. Tese de mestrado, Porto Alegre, 2006.

FIALHO, Neusa Nogueira. **Jogos no Ensino de Química e Biologia**. Curitiba: IBPEX, 2007.

MAGNO, Fátima; SILVA, Maycon. ELETROGAME, O JOGO: UMA MANEIRA DIDÁTICA E DIVERTIDA DE ESTUDAR A ELETRODINÂMICA. **Physicae Organum-Revista dos Estudantes de Física da UnB**, v. 8, n. 1, p. 394-412, 2022.

REZENDE, F. As novas tecnologias na prática pedagógica sob a perspectiva construtivista. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 1, p. 75-98, 2008.

RIZZO PINTO, J. **Corpo, movimento e educação** — o desafio da criança e adolescente deficientes sociais. Rio de Janeiro: Sprint, 1997.

# **CONSTRUÇÃO DE UM KIT METEOROLÓGICO COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO COMO PROPOSTA PARA O ESTUDO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

*CONSTRUCTION OF A WEATHER KIT WITH LOW-COST MATERIALS AS A PROPOSAL FOR THE PHYSICS STUDY IN HIGH SCHOOL*

*Marco César de Oliveira Mendes<sup>1</sup>, Aline Guerra Dytz<sup>2</sup>, Everaldo Arashiro<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Mestrado Profissional em Ensino de Física — Polo 2I(MNPEF — Polo 2I), Colégio Estadual Cassiano do Nascimento, marcocesarmendes@gmail.com.

<sup>2</sup> Instituto de Matemática, Estatística e Física (IMEF), Universidade Federal do Rio Grande (FURG), alinedytz@furg.br.

<sup>3</sup> Instituto de Matemática, Estatística e Física (IMEF), Universidade Federal do Rio Grande (FURG), earashiro@furg.br.

## **Introdução**

O ensino de Física é visto por muitos como um conteúdo abstrato, teórico e de difícil compreensão. A maioria das aulas de física são teóricas, abordam conceitos e resolução de exercícios (BRASIL, 2000).

A aula experimental de Física é de fundamental importância no processo ensino-aprendizagem e torna-se um facilitador na compreensão dos conteúdos ensinados nas aulas de física (PEREIRA; MOREIRA, 2017). A aula experimental adiciona-se ao conteúdo ministrado pelo professor e torna-se importante ferramenta no processo ensino-aprendizagem, com intuito de instigar o espírito investigativo do aluno, fazendo

com que o mesmo aguçe sua curiosidade e a prática contribua para seu conhecimento. A atividade experimental não substitui a prática pedagógica utilizada pelo professor, mas sim utiliza os conceitos já discutidos e estudados em sala de aula pelo professor com os alunos, proporcionando um maior esclarecimento e entendimentos sobre os conceitos científicos, substituindo o conceito abstrato pela interação com seu cotidiano e os fenômenos que os cercam. De posse do conhecimento prévio existente na estrutura cognitiva dos alunos, através da atividade experimental os alunos comprovarão ou não suas concepções prévias, ou comprovarão os conceitos discutidos em sala aula.

O clima e o tempo são dois conceitos presentes em nossas vidas e por isso são assuntos importantes no ensino de física (CHIQUITO; DA SILVA; VIEIRA, 2005; VIDAL, 2018; CONTIN; BARROS; GUARREZI, 2020). Esses dois conceitos tratam dos mesmos fenômenos, porém em momentos distintos. Enquanto o clima analisa fenômenos a médio e longo prazo (estudado pela climatologia) o tempo estuda a análise de fenômenos meteorológicos em curto prazo (estudado pela meteorologia), proporcionando as previsões (ZANATTA *et al.*, 2016). Com o advento da tecnologia cada vez mais presente na sociedade, os conceitos prévios dos alunos são vinculados com a existência de satélites, acesso a programas de computação via internet, alguns até são familiarizados com arduinos e aplicativos de smartphones que facilitam e informam quase que instantaneamente uma grande quantidade de informações. Mesmo com toda tecnologia a nosso favor, a previsão meteorológica é feita a partir do contato do homem com a natureza, seja através de observações do ambiente; seja através das sensações sentidas por nós. A proposta elaborada para o produto educacional é que os alunos construam aparelhos meteorológicos, de forma que a mensuração se torne qualitativa (MENDES, 2021a). Ao aplicar os conceitos estudados em sala de aula no 1º ano do ensino médio com os aparelhos utilizados na medição da estação meteorológica, proporcionou-se aos alunos o real entendimento destes conceitos e sua aplicabilidade em nosso cotidiano. Com o embasamento teórico discutido em sala

de aula, com a prática experimental das medidas executadas, foram discutidos e conceituados os fenômenos ligados à meteorologia que nos cercam.

Assim, o produto educacional realizado teve por finalidade incentivar o aprendizado e estimular a pesquisa, despertar o aluno para a atividade e o trabalho científico, associando alguns equipamentos meteorológicos aos conhecimentos da física.

## **1. Fundamentação Teórica**

O professor ao ministrar as aulas de Física no âmbito escolar deve enaltecer o caráter investigativo para instigar os alunos, despertar mais interesse nos conteúdos de física e com isso permitir que eles exercitem o raciocínio. Sendo a Física uma ciência experimental, acredita-se que o ensino do conhecimento científico pode ser desenvolvido com o auxílio de atividades experimentais investigativas, onde o aluno constrói seu conhecimento através da investigação e curiosidade (GOMES; BELLINI, 2009). Sendo assim, pretende-se que o aluno nas aulas de física possa desenvolver seu senso crítico e sua curiosidade na procura do saber. Para tanto, o ensino de física deve ter objetivos educacionais formativos:

- Nas informações: inserindo o indivíduo dentro do contexto sobre a utilização das tecnologias, seus avanços e evolução no cotidiano; a forma como vivemos agimos, pensamos e nos comunicamos; na utilização de eletrodomésticos; telefonia celular; internet; dos sensores óticos aos equipamentos médicos; utilização da radiação, infravermelho, ultravioleta; além disso, questões globais e locais com as quais a ciência e a tecnologia estão envolvidas, como desmatamento; mudanças climáticas; energia nuclear; energia solar e uso da tecnologia na previsão do clima e tempo na agricultura são alguns exemplos incorporados no cotidiano das pessoas;

- Nos procedimentos e atitudes: tanto para Física, quanto para a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) propõe que o indivíduo adquira novas visões de mundo, aplicando os conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de seus problemas cotidianos, por exemplo, estimando o consumo de energia de aparelhos elétricos a partir de suas especificações técnicas;
- Em habilidades e competências: o indivíduo passa a ter papel fundamental no meio em que vive, papel de cidadão, sujeito e não objeto, ente responsável não só por seus atos, mas pelas consequências que influenciam e agem diretamente no meio ambiente e nas pessoas que convivem.
- No aprendizado útil à vida e ao trabalho: as competências e habilidades na BNCC são definidas como a mobilização de conhecimentos, conceitos, procedimentos, ações cognitivas e socioemocionais, a fim de somarem-se para melhorar as demandas necessárias da vida, do da cidadania e do mundo do trabalho. Ao valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais, essas experiências possibilitam melhor entender as relações do mundo do trabalho e ao exercício da cidadania com autonomia, consciência crítica e responsabilidade. Em constante debate com questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, as Ciências da Natureza e suas Tecnologias propiciam ao indivíduo continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

Esses objetivos do ensino de física permitem que as informações, o conhecimento, as competências, as habilidades e os valores desenvolvidos sejam instrumentos reais de percepção, satisfação, interpretação, julgamento, atuação, desenvolvimento pessoal ou de aprendizado permanente. Além disso, deve contribuir para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos,

fenômenos e processos naturais; inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional (BRASIL, 2000).

O processo de aprendizagem não deve ser estático, mas dinâmico, sempre acompanhando mudanças no cotidiano e na ciência que o cerca. Cabe ao professor propiciar a interação entre os alunos e sua realidade, para tanto é indispensável que o professor se torne sujeito dessa transformação e crie ações que despertem o interesse dos alunos pelo aprendizado.

A teoria desenvolvida por Vygotsky tinha como objetivo principal buscar respostas concretas aos problemas colocados pela psicologia, embora para Vygotsky a principal função da psicologia deveria ser a de reconstruir a origem e a forma como se deu o desenvolvimento do comportamento humano da consciência. Vygotsky atribuiu enorme importância ao papel da interação social no desenvolvimento do ser humano. Uma das suas mais importantes contribuições para a psicologia e para a educação talvez seja a explicação dada à forma como o processo de desenvolvimento é socialmente construído e como aprendizagem e desenvolvimento se inter-relacionam.

Vygotsky atribui à aprendizagem escolar sujeito da interação social dos indivíduos:

É por meio de outros, por intermédio do adulto que a criança se envolve em suas atividades. Absolutamente, tudo no comportamento da criança está fundido, enraizado no social. Assim, as relações da criança com a realidade são, desde o início, relações sociais. Neste sentido, poder-se-ia dizer que o bebê é um ser social no mais elevado grau (VYGOTSKY, 1932, p. 281).

A meteorologia, estudo dos fenômenos físicos da atmosfera tem seus princípios básicos nos estudos de termodinâmica. Segundo Vianello e Alves (2012), a atmosfera é uma imensa máquina térmica, cuja principal fonte de calor é a energia solar, embora um pequeno percentual (cerca de

2%) seja convertido em energia mecânica (circulação geral da atmosfera, ventos, nuvens e tempestades).

Um sistema termodinâmico pode ser caracterizado pelas grandezas físicas que o envolve, tais como, temperatura, pressão, volume, energia interna, calor e trabalho.

As condições para que um sistema esteja em equilíbrio termodinâmico são tais que o sistema deve apresentar equilíbrio mecânico, químico e térmico. Quando não se exerce nenhuma força entre o sistema e o meio ambiente em que ele se encontra, não alterando ou modificando o sistema, se diz então que o sistema está em equilíbrio mecânico. Quando o sistema não sofre reações químicas ou transferência de matéria de um sistema para outro, ou sofre mudança de fase; quando cessa a mudança de fase, o sistema entra em equilíbrio químico. Quando o sistema apresenta dois ou mais corpos, e são colocados em contato, sabendo que há uma diferença de temperatura entre eles, estabelece-se um fluxo de calor, do corpo de maior temperatura, denominado corpo quente, para o corpo de menor temperatura, denominado corpo frio; através disso, nota-se que a temperatura do corpo quente diminui, e a temperatura do corpo frio aumentam. Até que em determinado momento esse fluxo cessa, ocorrendo o equilíbrio térmico ou ambos possuem a mesma temperatura. Esse processo pode ser verificado com a medida de temperatura de ambos os corpos.

Um sistema encontra-se em equilíbrio termodinâmico podendo ser representado por coordenadas termodinâmicas, variáveis de estado: a Temperatura, a Pressão e o Volume (DE OLIVEIRA, 2012).

A temperatura é dada pela energia cinética média das moléculas e é uma medida do grau de agitação das moléculas com base no zero absoluto (0 Kelvin no sistema internacional de unidades), embora nossas medidas em graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) tenhamos o zero como ponto de congelamento da água e os  $100^{\circ}\text{C}$  como a temperatura de ebulição da água.

Todo sistema possui determinada energia interna, e esta energia interna é a soma das energias cinética e potencial; cinética associada



ao movimento de cada partícula que compõem esse sistema, e potencial associada à interação de cada partícula. Quando dois corpos ou sistemas, que se encontram a temperaturas diferentes são colocados em contato, ocorre transferência de energia entre eles, de maneira que a energia é transferida do corpo mais quente para o corpo mais frio, decorrente da variação de temperatura entre eles. Esta energia é denominada calor. Em decorrência disto, o corpo de maior temperatura diminui sua temperatura e o corpo de menor temperatura sofre aumento em sua temperatura, quando ambos atingem a mesma temperatura, a energia passa a não ser mais identificada como calor, fazendo parte de sua energia interna.

Os processos termodinâmicos isotérmico, isobárico, isocórico e adiabático (SEARS; SALINGER, 1979) são relevantes quando se trata dos conhecimentos da meteorologia.

Processos isotérmicos são aqueles em que a temperatura do sistema é mantida constante. No diagrama de Clapeyron, ou diagrama PV, as curvas que representam esses processos se chamam isotermas, ou seja, todos os pontos ao longo de cada isoterma possuem o mesmo valor de temperatura. Em uma transformação isotérmica, o gás pode ceder ou receber calor do meio. Quando o gás recebe calor, o trabalho realizado é equivalente ao calor recebido. Quando o gás cede calor para o meio, o trabalho realizado sobre o gás corresponde ao calor cedido.

O processo isocórico, ou isovolumétrico, é caracterizado por seu volume manter-se inalterado. Sendo assim, ao transferirmos calor para um determinado volume de gás, este terá sua temperatura lentamente aumentando, conseqüentemente sua pressão também irá aumentar. O trabalho em uma transformação isocórica é nulo. O diagrama de Clapeyron é caracterizado por uma reta, paralela ao eixo que representa os valores de pressão.

O processo isobárico é caracterizado pela pressão do gás ser constante. O que pode mudar é uma ou mais de suas variáveis de estado. Se o calor é transferido para o sistema, o trabalho é realizado e a energia interna

do sistema também muda. Em um diagrama PV, ele conduz uma linha horizontal de acordo com a lei dos gases ideais

Outro processo que tem grande importância na termodinâmica e, notadamente, na termodinâmica da atmosfera, é o processo adiabático. Um processo adiabático é definido como aquele em que não há troca de calor entre o sistema e o meio. A energia interna é alterada apenas por troca de energia na forma de trabalho.

## 2. Metodologia e Materiais

A proposta do produto foi proporcionar a construção de alguns equipamentos meteorológicos e, de posse dos mesmos, de forma qualitativa permitir aos alunos uma melhor compreensão dos fenômenos a serem estudados, de forma a propiciar a interação entre eles e o cotidiano (MENDES, 2021a).

Foi aplicado um questionário pré-teste com questões sobre calor e temperatura, a maioria relacionadas a aspectos meteorológicos com relação ao clima. Depois foram feitos vídeos, compostos de duas partes, em um primeiro vídeo, uma breve introdução do conteúdo onde o conteúdo era abordado e, em um segundo vídeo era apresentada a atividade experimental, de forma que o aluno pudesse relacionar a teoria com a prática. Os tópicos das videoaulas foram: Termômetros e a sua construção; Umidade relativa do ar; Barômetro e a sua construção; Pluviômetro e a sua construção; Anemômetro e a sua construção.

Os materiais solicitados, todos de baixo custo, para a construção dos equipamentos foram: frasco de remédio com gotejador tipo pipeta, bombona de 5L, garrafas PET 2L, álcool, corante, pedaço de arame, mangueira transparente, régua, haste com suporte, caneta de quadro branco, estilete ou tesoura e fita adesiva.

Os alunos aprenderam a fazer uma escala para o termômetro bem como compreenderam como medir o índice pluviométrico e calcular a velocidade do vento.

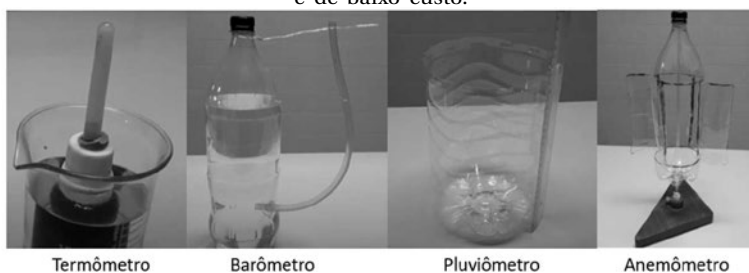
Após os vídeos o questionário inicial foi reaplicado para verificação quanto ao entendimento do tema proposto.

### 3. Resultados e Discussões

O pré-teste e pós-teste foram aplicados em 70 alunos do 1o ano do Ensino Médio do Colégio Cassiano do Nascimento, em Pelotas — RS e contou com 12 perguntas relacionando a física com a meteorologia e grandezas e unidades associadas para, inicialmente avaliar os pré-conceitos concebidos pelos alunos através de sua interação social com o meio em que vive e seu senso comum. Os resultados mostram que na maioria das questões mais de 50% dos alunos mudaram suas respostas, mostrando um aprendizado dos conceitos de física e a relação destes conceitos com o tema abordado (MENDES, 2021b).

Os equipamentos construídos foram produzidos com materiais de baixo custo e serviram para que os estudantes compreendessem a física de certos fenômenos meteorológicos, clima da sua região, além deles poderem fazer suas próprias medições, como mostrados na Figura 1.

Figura 1 — Instrumentos meteorológicos construídos nas aulas com material reciclável e de baixo custo.



Fonte: MENDES (2021a).

Como foi utilizado a plataforma Google Sala de Aula para aplicação do produto educacional, os vídeos produzidos e utilizados pelos alunos foram postados nesta plataforma; porém, somente aqueles alunos cadastrados

no Google Sala de Aula pelo Governo do Estado do Rio Grande do Sul possuem acesso às videoaulas postadas. Portanto criou-se um Canal no YouTube INSTRUMENTOS METEOROLÓGICOS NO ENSINO DE FÍSICA (2021) para que as videoaulas pudessem ser acessadas por todos e mostra como confeccionar cada um dos equipamentos que os alunos construíram durante a aplicação do produto.

Pode-se observar a compreensão de conceitos físicos, à medida que os alunos testaram seus conhecimentos prévios sobre tais conceitos associados a fenômenos meteorológicos, à medida que quando os alunos se deparam com o embasamento teórico, através das videoaulas e a construção dos equipamentos, observando suas características e propriedades e, por fim, a aplicação do pós-teste, aplicado após a sequência apresentada no cronograma de encontros.

Embora as aulas e a construção dos equipamentos meteorológicos tenham sido feitas à distância, pode-se observar que o aprendizado se fez, de forma que a melhora nos conhecimentos testados no pré e pós-teste se mostraram através do aumento percentual verificado na análise de cada questão.

#### **4. Considerações Finais**

Inicialmente, o eixo motivador deste produto educacional era a prática do ensino no laboratório ou em sala de aula onde os alunos, em grupos, discutiriam os fenômenos estudados e construiriam equipamentos meteorológicos interagindo em grupos, com a presença do professor, no ambiente escolar como proposta para o estudo da física. Por ter sido realizada de forma remota, a construção se limitou a quatro equipamentos, viáveis de serem construídos pelos alunos nas suas residências: o termômetro, responsável pela medição da temperatura; o barômetro, cuja função é medir a pressão atmosférica; o pluviômetro, responsável por medir o volume de precipitação de chuva e o anemômetro, responsável por medir a velocidade do vento.

Esta interação social ficou limitada ao ambiente on-line, uma vez que os alunos passaram a ter atividades escolares através de plataformas de ensino. Embora os alunos, sistematicamente trocassem informações e se comunicassem por essas plataformas. Sendo assim, o produto educacional foi apresentado aos alunos através de vídeos, por um canal criado no YouTube; onde eles tiveram um embasamento teórico e experimental de cada equipamento meteorológico.

É importante ressaltar que o papel do professor ao longo do desenvolvimento do produto educacional foi ser um mediador das atividades, abordando a análise das grandezas físicas inerentes a cada equipamento. Esse conjunto de atividades propostas, embora através de vídeos estimulou os alunos para seus estudos, buscando sempre ser objeto para ensino, aprendizagem e avaliação, embora on-line. Assim, mesmo no sistema remoto percebeu-se pelas construções dos alunos, o interesse e curiosidade dos alunos nas aulas de Física.

## **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001.

## **Referências**

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

BRASIL, Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio — Parte III — Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília. MEC/SEMTEC, 2000.

CHIQUITO, A. J.; DA SILVA, R.; VIEIRA, K. B. Uma Mini-Estação Meteorológica. **A Física na Escola**, v. 6, n. 2, p. 21, 2005.

CONTIN, R. C., BARROS, M. P., GUARREZI, S. T. Uma pesquisa sobre o uso de uma estação meteorológica no ensino de física a fim de observar seus efeitos enquanto unidade de ensino potencialmente significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 13, n. 1, p. 119-141, 2020.

DE OLIVEIRA, M. J. **Termodinâmica**, 2a. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.

GOMES, L. C.; BELLINI, L. M. Uma revisão sobre aspectos fundamentais da teoria de Piaget: possíveis implicações para o ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, p. 2301, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172009000200002>.

INSTRUMENTOS METEOROLÓGICOS NO ENSINO DE FÍSICA. YouTube, 10 jan. 2021. Disponível em <<https://www.youtube.com/channel/UCd4y5EJW2t9HV6GX2wHoTRg/>> Acesso em 15 out. 2022.

MENDES, M. C. **Construção de um kit meteorológico com materiais de baixo custo como proposta para o ensino de Física**. 2021a, 87f. Produto educacional (Mestrado em Ensino de Física) — Universidade do Rio Grande, FURG, Rio Grande.

MENDES, M. C. **Construção de um kit meteorológico com materiais de baixo custo como proposta para o estudo de Física no Ensino Médio**. 2021b. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física (Mestrado em Ensino de Física) — Universidade do Rio Grande, FURG, Rio Grande.

PEREIRA, M. V.; MOREIRA, M. C. A. Atividades prático-experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 265-277, 2017. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2017v34n1p265>.

SEARS, F. W.; SALINGER, G. L. **Termodinâmica, Teoria Cinética e Termodinâmica Estatística**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Dois, 1979.

VIANELLO, R. L., ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e Aplicações**. 2ª ED. Viçosa: Editora UFV, 2012.

VIDAL, R. S. M. F. **Ensino de termodinâmica através da construção de instrumentos de medição de variáveis meteorológicas e da confecção de mini estação meteorológica portátil com Arduino**. 2018. 90f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física em Rede Nacional) — Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Natal.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

ZANATTA, I. F. S.; DOMINGOS, T. A.; GARCIA, V. P.; DE JESUS, L. G. **Climatologia**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S. A., 2016.





**MAGNETISMO E MATERIAIS MAGNÉTICOS NO ENSINO MÉDIO**  
**BASEADO NOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS**  
*MAGNETISM AND MAGNETIC MATERIALS IN HIGH SCHOOL BASED ON*  
*THREE PEDAGOGICAL MOMENTS*

*Luis Antonio Troiani<sup>1</sup>, Marcelo Oliveira da Costa Pires<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Centro de Ciências Naturais e Humanas (CCNH), Universidade Federal do ABC  
(UFABC), luis.troiani@ufabc.edu.br.

<sup>2</sup> Centro de Ciências Naturais e Humanas (CCNH), Universidade Federal do ABC  
(UFABC), marcelo.pires@ufabc.edu.br.

## **Introdução**

Uma das maneiras mais eficazes para tratar um tema da física em sala de aula é a sua inserção no cotidiano do aluno, não cabendo tratá-lo de forma isolada e sem uma contextualização. Essa necessidade leva ao professor sempre estar atento ao mundo que cerca o aluno e, devidamente preparado, deve reorganizar e atualizar o seu modo de ensinar.

Nessa empreitada de uma pedagogia mais humanista para o ensino de física, o professor não está sozinho. Pensadores do século XX, em especial Paulo Freire, elaboraram métodos e procedimentos para auxiliar o professor (MOREIRA, 2021). Neles, o professor determina, partindo da realidade e do conhecimento informal dos alunos, um tema gerador que possa levá-los, de forma autônoma, a um processo investigativo com

o objetivo de solucionar problemas presentes na concepção prévia dos estudantes (DELIZOICOV, 2008).

Um desses possíveis temas geradores estão os materiais magnéticos que cercam o dia a dia dos estudantes. Controlar o movimento de um corpo com um pedaço de material magnético imantado é notável para qualquer um. Apesar de ser evidente a vivência do fenômeno na realidade dos alunos, o currículo de física no Ensino Médio aborda esse tema de forma marginal e propedêutica. O magnetismo está presente no terceiro bimestre da terceira série do Ensino Médio junto ao conteúdo de eletromagnetismo. Devido à falta de tempo em desenvolver efetivamente o tema, o professor sente-se obrigado a ensinar o tema com o objetivo de solucionar exercícios que estão imensamente alheios à realidade dos alunos.

No presente trabalho é abordado como tema gerador o magnetismo e as propriedades dos materiais magnéticos (REITZ, 1982; VAN VLACK, 1970). Baseado na pedagogia de Paulo Freire, foi elaborado um produto educacional para alunos do terceiro ano do ensino médio cujo tema gerador são o magnetismo e as propriedades magnéticas e baseado na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos desenvolvida por Delizoicov e outros (DELIZOICOV, 2002). Foi aplicado em duas escolas, uma da rede pública e outra na rede privada de ensino e observou-se houve uma aprendizagem significativa nesses alunos egressos dessa aplicação.

Esse trabalho está dividido em 4 sessões. Na primeira sessão é mostrado a fundamentação teórica dos Três Momentos Pedagógicos e como sua utilização constrói uma proposta de levar o magnetismo e materiais magnéticos para o ensino médio. Na segunda seção são descritos a sequência de aulas desenvolvida com os Três Momentos Pedagógicos e os experimentos que auxiliam essa sequência. Na sessão 4 e 5 são mostrados os resultados da pesquisa feita com os alunos para avaliar o uso da sequência e, bem como, as considerações finais.

## 1. Fundamentação teórica

O ensino de física, apesar de ter uma componente técnica relevante, encontra funcionalidade na pedagogia humanista de Paulo Freire através dos trabalhos de Delizoicov, Angoti, Pernambuco, Muechen e outros que apresentam a possibilidade de uma interação dialogada e humanista entre o professor e os alunos pela problematização dos problemas físicos.

Problematizar um tema é uma ferramenta de ensino poderosa. Porém, para utilizá-la, é necessário praticar um pensar mais integrador e investigativo do que uma educação tradicional exige. É necessário conhecer o tema a ser ensinado, não no sentido fundamental de conteúdos científicos, mas no sentido de entender a construção dos conhecimentos científicos, compreender as interações Ciência, Tecnologia e Sociedade implicadas, ter conhecimentos atuais sobre o desenvolvimento científico, saber escolher assuntos que sejam de relevância dos alunos e estar determinado para aprofundar os conhecimentos e obter outros novos.

A ação pedagógica de problematizar requer método para levar o aluno da sua realidade para a estrutura formal do tema problematizado e com essa estrutura formada retornar a sua realidade. Ensinar através da problematização é, em essência, acompanhar o aluno em um caminho transformador de sua realidade.

Dessa forma, o problema muda sua finalidade e objetivo em sala de aula, deixando de ser exclusivamente um produto preparado pelo professor destinado ao aluno, passando a fazer parte de uma metodologia de ensino que propicia uma interação humanista entre os alunos e o professor através de um processo de “problematização”.

O esforço do professor em tornar sua interação com os alunos mais próxima da realidade deles pela problematização permite um conhecimento mais duradouro, espontâneo e natural através da dialogicidade com o aluno devido ao professor se colocar no espaço cultural deles. Nessa perspectiva, Delizoicov e Angotti elaboraram os Três Momentos Pedagógicos por um processo dividido em três etapas:

Problematização inicial, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento. Um estudo mais profundo sobre o método pode ser encontrado em (DELIZOICOV, 2008).

Os temas geradores são trabalhados de forma investigativa pelos professores aos alunos como uma organização dos conteúdos programáticos pautado por uma educação dialógica e problematizadora. Nesse cenário, a metodologia dos três momentos pedagógicos (3MP) insere-se como meio facilitador para o crescimento do conhecimento do aluno, tirando-o da zona de conforto e, com isso, leva-o a um pensamento crítico.

**Na Problematização Inicial** são estudadas circunstâncias reais, que envolvem um determinado assunto. Tais circunstâncias se associam com o assunto e com os conteúdos que serão ministrados pelo professor. A partir destas situações reais são feitas a problematização do conhecimento dos alunos, ou seja, o conhecimento prévio sobre o assunto são colocada em check no processo dialógico onde os alunos expõe suas concepções nem sempre corretas. Nesse diálogo, o professor atua como mediador, incentivando a participação dos alunos através de perguntas e questionamentos. Desta forma, busca-se nos alunos a necessidade de novos conhecimentos que eles ainda não possuem para responder as questões colocadas. Como apresenta Delizoicov, Angotti e Pernambuco (DELIZOICOV, 2008):

*[...] a função coordenadora do professor concentra-se mais em questionar  
[...] e lançar dúvidas sobre o assunto do que em responder o assunto ou  
fornecer explicações.*

Desse modo, o professor assume o papel do grilo falante da historinha de “pinóquio”, o qual gosta de provocar e fazer pensar, e até mesmo criar alguns desafios.

**Na Organização do Conhecimento** é o momento que o professor trabalha os conteúdos necessários para a resolução dos problemas apresentados na problematização inicial, assim os conceitos físicos serão abordados sempre de forma relacionada com os conteúdos da problematização inicial.

**Na Aplicação do Conhecimento** utiliza-se os conceitos elaborados no momento anterior para avaliar, explicar e apresentar respostas para o problema proposto na problematização inicial, assim os alunos são preparados para aplicar os seus conhecimentos e sistematizar o conceito científico com as circunstâncias reais.

Desta forma, o processo de problematização, compreendida nos três momentos pedagógicos (3MP), incentiva os alunos a serem cidadãos críticos na sua aprendizagem levando em conta o seu conhecimento prévio. Como afirmou Freire em (FREIRE, *Pedagogia da Autonomia*, 2011, p. 117),

*(...) ensinar não é transferir a inteligência do objeto ao educando, mas instigá-lo no sentido de que, como sujeito cognoscente, se torne capaz de entender e comunicar os inteligíveis.*

Com essa metodologia contida nos três momentos pedagógicos (3MP), elaborou-se um sequência de ensino e aprendizagem sintetizado nesse guia. Desse modo, o professor pode utilizar em suas aulas as sugestões contidas nesse guia para ensinar o magnetismo e suas propriedades no Ensino Médio em uma abordagem dos 3MP auxiliada por experimentos.

Encontra-se na próxima seção os fenômenos da magnetização como sendo um tema gerador da problematização de algo muito presente no cotidiano do aluno proporcionando a dialogicidade e os três momentos pedagógicos (3MP).

## **2. Métodos e materiais**

O produto educacional é composto de uma sequência de 10 aulas de 50 minutos de forma presencial, remoto ou híbrido, baseado na metodologia dos três momentos pedagógicos (3MP), contendo duas nuvens de palavras pelo site Mentimeter, uma apresentação Power Point do conteúdo e aplicação de exemplos, um quiz no site Kahoot, sete vídeos sobre magnetismo, materiais magnéticos e eletromagnetismo, dois experimentos:

canhão magnético e o tubo antigravidade, e um simulador de Lei de Faraday.

## 2.1. Sequência de aulas

Na descrição da sequência de aula mostra-se os elementos do produto se dialogam em sala de aula. Inicia-se a descrição da sequência de aulas:

**Aula 1:** Avaliação diagnóstica de conhecimentos prévios sobre os conceitos iniciais do magnetismo e dos materiais magnéticos.

**Objetivo:** Avaliar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos iniciais dos fenômenos magnéticos e das propriedades dos materiais magnéticos.

Nessa aula o professor apresenta aos alunos a sequência de ensino e aprendizagem sobre o ensino do magnetismo e propriedades dos materiais magnéticos em uma abordagem problematizadora e auxiliada por experimentos nos três momentos pedagógicos. Após a apresentação, é realizada uma avaliação diagnóstica de conhecimentos prévios sobre os conceitos iniciais do magnetismo e dos materiais magnéticos, por meio de uma nuvem de palavras pelo site Mentimeter (MENTIMETER, 2022).

Após a contribuição dos alunos, com as palavras na nuvem de palavras, o professor obtém as palavras de maior relevância sobre o assunto e realiza um feedback para o público. Esses dados desta aula são informações importantes para uma verificação da aprendizagem dos mesmos na sequência de ensino aprendizagem no processo final. Sondado os conhecimentos prévios dos educandos sobre os conceitos iniciais dos fenômenos magnetismo e das propriedades dos materiais magnéticos através da atividade, inicia-se, na próxima aula, a aplicação dos três momentos pedagógicos.

**Aula 2:** Aplicação dos conceitos dos fenômenos magnéticos e as propriedades dos materiais magnéticos na problematização inicial.

**Objetivo:** Conceituar os fenômenos magnéticos e as propriedades dos materiais magnéticos, levando os alunos a confrontar-se com um problema.

**Problematização inicial:** Nessa aula, os alunos assistirão a dois vídeos do Youtube sobre o magnetismo a fim de gerar a problematização inicial.

O primeiro vídeo, intitulado *Magnetismo | Que que desenhe | Descomplica*, (DESCOMPLICA, 2019), aborda os conteúdos como: definição de magnetismo, campo magnético terrestre, domínio magnético, campo magnético, força magnética e unidades. O segundo vídeo, intitulado *Magnetismo — elétrons girando organizados* (O INCRÍVEL PONTINHO AZUL, 2018) aborda os conteúdos como: ímã, dipolo magnético, campo magnético, ferromagnético, diamagnético e paramagnético.

Com base nos dados da Aula 1, o professor deve levar os alunos a associarem os conceitos iniciais do magnetismo com os vídeos apresentados no início da aula.

**Aula 3:** Construção do Canhão Magnético (Canhão de Gauss).

**Objetivo:** Construir um Canhão Magnético (Canhão de Gauss) para uma aula demonstrativa, para conceituar os fenômenos magnéticos e as propriedades dos materiais magnéticos, levando os alunos a confrontar-se com um problema.

**Problematização inicial:** Nessa aula, os alunos assistirão a dois vídeos do Youtube sobre o canhão magnético a fim de gerar a problematização inicial.

O primeiro vídeo, intitulado *Gaussian Gun — a nice physics toy with magnets and ball bearings*, (YOUTUBE, 2012) aborda um bom brinquedo de Física com ímãs e rolamento de esferas na qual parece não haver conservação de energia. O segundo vídeo, intitulado *Como fazer um canhão magnético caseiro (canhão de Gauss)* (MANUAL DO MUNDO, 2015) aborda, de forma sucinta, a construção de um canhão magnético, a explicação e o funcionamento do canhão magnético.

Após a apresentação dos vídeos, o professor realizará o experimento do canhão magnético de forma demonstrativa, destacando onde ocorre as forças magnéticas e os movimentos de todas as bolinhas ao longo do experimento e suas velocidades. Esse destaque apoia o aluno em sua

construção do problema fazendo parte da problematização inicial dos três momentos pedagógicos (3MP).

**Aula 4, 5 e 6:** Aplicação dos conceitos dos fenômenos magnéticos e as propriedades dos materiais magnéticos.

**Objetivo:** Organizar os conhecimentos sobre os fenômenos magnéticos e as propriedades dos materiais magnéticos.

**Organização do conhecimento:** Nessa aula, o professor apresenta dois vídeos do Youtube sobre o eletromagnetismo para os alunos, para gerar a organização do conhecimento.

O primeiro vídeo, intitulado *Eletromagnetismo — unindo grandes forças da natureza*,(DESCOMPLICA, 2018) aborda: a origem do eletromagnetismo e eletroímã. O segundo vídeo, intitulado *Eletromagnetismo (O INCRÍVEL PONTINHO AZUL, 2018)* aborda : relação eletricidade e magnetismo, linhas de indução, polos magnéticos, fluxo magnético, lei de Lenz e lei de Faraday.

Após a exibição dos vídeos o professor realiza uma apresentação de slides no Power Point (POWER POINT, 2022) para a organização do conhecimento sobre as fontes de campo magnético. Nessa aula aborda-se os seguintes conteúdos: fio retilíneo longo, espira circular, bobina chata, solenoide, fluxo magnético e corrente induzida. Dessa forma, o professor trata dos seguintes assuntos: campo magnético em: fio retilíneo longo, espira circular, bobina chata e solenoide. Esclarece-se as dúvidas dos alunos com a resolução de exemplos, como organização do conhecimento.

Na sexta aula, os alunos devem responder pelo aplicativo Kahoot (KAHOOT, 2022) 25 questões de verdadeiro e falso referente ao conteúdo abordado nas aulas 4 e 5 sob a orientação do professor. Caso o professor ache necessário ou seja cobrado para uma avaliação, o quiz pode ser usado como parte de uma avaliação somativa do aluno.

**Aula 7:** Tubo Antigravidade.

**Objetivo:** Analisar um Tubo Antigravidade em uma aula demonstrativa.



**Aplicação do conhecimento:** Nessa aula, os alunos assistem ao vídeo do Youtube sobre o tubo antigravidade com a finalidade de aplicar o conhecimento o conhecimento adquirido.

O vídeo, intitulado *O tubo antigravidade*, (MANUAL DO MUNDO, 2013) aborda, de forma sucinta: a demonstração, explicação e conclusão da experiência do tubo antigravidade.

Após a apresentação do vídeo, o professor realiza o experimento do tubo antigravidade de forma demonstrativa, destacando a diferença dos eventos ocorridos ao lançar parafusos e o ímã e a dependência desse fenômeno em relação ao material do tubo utilizado. Com isso, tem-se uma parte da aplicação do conhecimento dos três momentos pedagógicos (3MP).

**Aula 8:** Simulador Phet de Lei de Faraday.

**Objetivo:** Aplicar o conhecimento da Lei de Faraday no simulador do Phet Colorado.

**Aplicação do conhecimento:** Nessa aula, os alunos são colocados em contato com toda fundamentação teórica sobre a Lei de Faraday de forma a poder compreender os princípios básicos do funcionamento dos dispositivos eletromagnéticos. Assim o professor realiza uma atividade com o simulador do Phet colorado para a aplicação do conhecimento.

O simulador Phet, intitulado *Lei de Faraday*, (PHET INTERACTIVE SIMULATIONS, 2021) permite aos alunos explicarem o que acontece quando movemos um ímã através de uma bobina em diferentes velocidades e como isso afeta o brilho da lâmpada e da magnitude e sinal da tensão.

**Aula 9:** Avaliação final sobre os fenômenos magnéticos e as propriedades dos materiais magnéticos.

**Objetivo:** Avaliar os conhecimentos sobre os fenômenos magnéticos e as propriedades dos materiais magnéticos, após a aplicação da sequência de ensino aprendizagem.

Nessa aula, a avaliação final é realizada em duas etapas. Na primeira etapa, os alunos devem escrever 5 palavras que tenham uma relação com

o magnetismo e materiais magnéticos na nuvem de palavras pelo site Mentimeter como feito na Aula 1. O resultado da nuvem de palavras pode ser comparado à nuvem de palavras da Aula 1 e usado para uma análise qualitativa da aprendizagem.

**Aula 10:** Avaliação Final dos alunos na Sequência de Ensino Aprendizagem dos Três Momentos Pedagógicos.

**Objetivo:** Coletar dados e ter um feedback dos alunos sobre a sequência de ensino aprendizagem nos três momentos pedagógicos. Essa atividade não faz parte das atividades obrigatórias do produto educacional. Porém pode ser usado caso o professor queira avaliar a sequência de ensino aprendizagem.

Nessa aula, os alunos realizam uma avaliação sobre a sequência de ensino aprendizagem (SEA) nos três momentos pedagógicos. A avaliação ocorre através de um formulário na plataforma Microsoft Forms, contendo 15 questões de múltipla escolha ou dissertativa. De fato, essa avaliação não pretende avaliar o conhecimento dos alunos. Ela está voltada a uma pesquisa de satisfação para identificar possíveis melhorias e ajustes em uma próxima aplicação do produto educacional.

## 2.2. Experimentos auxiliares

Apresenta-se os dois experimentos usados na sequência de aula do produto educacional.

**Experimento:** Canhão Magnético (Canhão de Gauss).

**Objetivo:** Identificar e explicar os fenômenos físicos envolvidos no canhão magnético.

**Materiais utilizados:** 6 ímãs de neodímio de 13x5 mm, 13 esferas de aço de 10 mm de diâmetro, 2 metros de tubo de PVC de 1/2 polegada de diâmetros, fita adesiva e lixa.

**Montagem e procedimentos.**

O trilho do canhão magnético, veja figura 1, será confeccionado por um corte longitudinal do cano de diâmetro de 1/2 polegada em relação ao seu comprimento. Após a transformação do cano em canaletas, as

partes são lixadas a fim de retirar as rebarbas. Uma das canaletas é posicionada na horizontal e fixam-se seis ímãs ao longo dela separados por uma distância de 7 centímetros e presos por uma fita adesiva.

Dessa forma, o professor realizará a demonstração em sala de aula para os alunos conforme o tutorial apresentado no vídeo do Manual do Mundo (MANUAL DO MUNDO, 2020). Como resultado do fenômeno, a colisão das esferas provoca a transferência de momento fazendo com que as demais esferas atinjam velocidades superiores à velocidade inicial da primeira esfera.

Figura 1 — Trilho do canhão magnético.



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=vMErygmHlns>>.

### **Experimento: O Tubo Antigravidade**

**Objetivo:** Identificar e explicar os fenômenos físicos envolvidos no tubo antigravidade.

**Materiais utilizados:** 6 ímãs de neodímio de 13x5 mm, um metro de tubo de PVC de  $\frac{3}{4}$  de polegada de diâmetro, um metro de tubo de cobre de  $\frac{3}{4}$  de polegada de diâmetro e 2 parafusos.

#### **Montagem e procedimentos.**

Para o tubo antigravidade o professor irá utilizar seis ímãs e juntará os ímãs a cada três, assim fazendo dois ímãs. O professor junto com dois alunos voluntários realizarão uma demonstração em sala de aula para os alunos conforme o tutorial apresentado no vídeo do Manual do Mundo (MANUAL DO MUNDO, 2021). Os alunos devem notar que o intervalo de tempo para que os parafusos atravessem os tubos são idênticos e não depende do material do tubo. Na última parte do experimento, o professor solta do repouso os ímãs na parte superior dos tubos, conforme a figura



Para essa prospecção qualitativa, na primeira aula e na nona aula, os alunos escreveram cinco palavras que tenham alguma relação com o magnetismo e materiais magnéticos, por meio de uma nuvem de palavras gerada pelo aplicativo Mentimeter. Comparando os dois mapas mentais, observou-se na duas instituições de ensino que na nuvem inicial os alunos mencionaram, com uma certa frequência a palavra atração, enquanto na nuvem após a aplicação a palavra repulsão tem a mesma representatividade que a atração para o magnetismo e, também, a inclusão do vocabulário nos termos “campo magnético” e “fluxo magnético”. Indicando haver um incremento formal na percepção dos fenômenos magnéticos devido a terem experimentado o produto educacional. Como exemplo, na figura 3 são colocados os resultados da 3ª série A do Colégio Santa Teresinha.

Na pesquisa sobre a opinião dos alunos sobre o produto educacional, os alunos do Colégio Salesiano gostaram da sequência de ensino-aprendizagem com um percentual de 97,4% de notas maior ou igual a 3 e, para os alunos da Escola Estadual República da Nicarágua, verificou-se que eles gostaram da sequência de ensino-aprendizagem com um percentual de 93,7% de notas maior ou igual a 3. Nas duas instituições de ensino os alunos foram avaliados por uma escala de 1 à 5.

#### **4. Considerações Finais**

Observou-se uma utilização democrática do produto desenvolvido, visto que a diferença de desempenho do produto educacional em relação entre o Colégio Salesiano e a Escola Estadual República da Nicarágua está relacionada ao diferente modo com que foi aplicado o produto educacional, no Colégio Salesiano foi aplicado de forma híbrida e na Escola Estadual República da Nicarágua de forma presencial. A avaliação qualitativa apresentou resultados que permitem acreditar que os objetivos pedagógicos da metodologia adotada foram alcançados. Por outro lado, a manifestação de satisfação do aluno em participar do produto revela o

quanto esse tema pode ser tratado de forma problematizadora em sala de aula.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001.

## Referências

DELIZOICOV, Demétrio, Angotti, J. A. e Pernambuco, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DELIZOICOV, Demétrio, La Educación en Ciências y la Perspectiva de Paulo Freire. **Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**. v. 1, p. 37-62, 2008.

DESCOMPLICA. **Eletromagnetismo**. Youtube, 19/03/2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=dKEo3Rulqls>>. Acesso em: 06/04/2021.

DESCOMPLICA. **Magnetismo**. Youtube, 06/11/2018. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=DOHUL\\_ddpNM](https://www.youtube.com/watch?v=DOHUL_ddpNM)>. Acesso em: 06/02/2021.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia. Saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

KAHOOT. **Atividades de magnetismo**. Disponível em: <<https://create.kahoot.it/details/54d7fbae-f3c9-4436-ad0c-bedd30e0f39b>>. Acesso em: 03/11/2022.

MANUAL DO MUNDO. **Como fazer um canhão magnético caseiro (canhão de Gauss)**. Youtube. 14/07/2015. Disponível para visualização

em: <<https://www.youtube.com/watch?v=vMErygmHlns>>. Acesso em: 09/11/2020.

MANUAL DO MUNDO. **O tubo antigravidade (Experiência de Física — magnetismo)**. Youtube. 22/01/2013. Disponível para visualização em: <[https://www.youtube.com/watch?v=\\_ploV6sVpo4&t=19ls](https://www.youtube.com/watch?v=_ploV6sVpo4&t=19ls)>. Acesso em: 06/02/2021.

MENTIMETER, **Mentimeter 2022**. Página inicial. Disponível em: <<https://www.mentimeter.com/pt-BR>>. Acesso em: 03 de nov. de 2022.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagens**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

O INCRÍVEL PONTINHO AZUL. **Eletromagnetismo — unindo grandes forças da natureza**. Youtube, 29/03/2018. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=LWiIdhRbG7M>>. Acesso em: 06/04/2021.

O INCRÍVEL PONTINHO AZUL. **Magnetismo — elétrons girando organizados**. Youtube, 22/03/2018. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=qnSPOU3q5Vk>>. Acesso em: 06/02/2021.

PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. **Simulador de Lei de Faraday**. Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/faradays-law](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/faradays-law)>. Acesso em: 23/05/2021.

POWER POINT. **Apresentações para aulas de magnetismo**. Disponível em: <<https://docs.google.com/presentation/d/1CuBZFWwLMLwXkzvHZ7pIKeqfLRShnvS/edit#slide=id.pl>>. Acesso em: 03/11/2022.

REITZ, John R., Milford, Frederick J. e Christy, Robert W. **Fundamentos da Teoria Eletromagnética**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 1982.

VAN VLACK, Lawrence H. **Princípios de Ciências dos Materiais**. São Paulo: Edgar Blüncher, 1970.

YOUTUBE. **Gaussian Gun — a nice physics toy with magnets and ball bearings**. Youtube. 01/03/2012. Disponível para visualização em: <<https://www.youtube.com/watch?v=LV4P7T76mDQ>>. Acesso em: 09/11/2020.



**ROBÓTICA EDUCACIONAL NA EDUCAÇÃO DO CAMPO: UMA  
ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA E INCLUSÃO  
DIGITAL**

*EDUCATIONAL ROBOTICS IN RURAL EDUCATION: A DIDACTIC STRATEGY  
FOR PHYSICS TEACHING AND DIGITAL INCLUSION*

*Denise Andrade do Nascimento<sup>1</sup>, Jhionatan Cavalcante de Lima Aguiar<sup>2</sup>,  
Gilmar Alves Silva<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Universidade Federal de Roraima (UFRR), denise.nascimento@ufr.br.

<sup>2</sup> Escola Agrotécnica da UFRR, Campus Murupu (EAGRO), jhionatan.aguiar@ufr.br.

<sup>3</sup> Instituto Federal de Roraima (IFRR), bekem20052000@gmail.com.

## **Introdução**

Ao longo dos anos, tem se intensificado os debates quanto ao desinteresse dos estudantes pelas áreas de física e matemática e sobre os desafios dos professores na busca de soluções que despertem o interesse do alunado por esses componentes tão fundamentais ao desenvolvimento da sociedade. Segundo resultados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa, 2018), o Brasil apresentou baixa proficiência em leitura, matemática e ciências, se comparado com outros 78 países que participaram da avaliação, em que 68,1% dos estudantes brasileiros com 15 anos de idade não possuem domínio do nível básico de matemática, o mínimo para o exercício pleno da cidadania; em ciências, o número chega a 55%. Estudos apontam, ainda, que em face dos avanços tecnológicos,

que se difundem de forma cada vez mais acelerada, os conteúdos passaram a ser mais complexos e a formação tornou-se insuficiente.

Diante de um cenário tão preocupante, é necessária a adoção de iniciativas que possam estimular o interesse dos estudantes por meio do conhecimento científico e da inovação tecnológica, a fim de que possam melhorar seu desempenho na área de ciências, em particular a física, de modo que não fiquem à margem das mudanças sociais influenciadas pelas transformações tecnológicas.

Por outro lado, é sabido que a realidade da maioria das escolas públicas não é satisfatória para formar um indivíduo com as habilidades em tecnologia e inovação e que muitas não dispõem de laboratórios de ciências ou informática. Quando se trata do ensino em escolas do campo a situação é ainda mais grave, com infraestrutura precária e marcadas por exclusões e desigualdades. Sobre as condições de funcionamento das escolas do campo afirma-se que,

A escola básica do campo é caracterizada por uma política educacional em que predomina uma estrutura física inadequada, sem equipamentos didáticos e pedagógicos, isolada do acesso ao conhecimento tecnológico, com salas multisseriadas, com escolas nucleadas, com professores cuja formação é baseada em uma visão tecnicista e instrutiva sem qualquer relação com os conteúdos da realidade dos camponeses [...] (SILVA; CUNHA; SANTOS, 2021, p. 9).

É nessa conjuntura que a Robótica Educacional vem ganhando cada vez mais espaço dentro das escolas. A robótica, quando utilizada como uma ferramenta no processo ensino e aprendizagem torna-se uma possibilidade de inclusão tecnológica, integrando teoria, experimentação e tecnologia, além de colaborar para os alunos aprenderem mais sobre matemática, física, programação, eletrônica, etc.

Isto posto, este trabalho apresenta os resultados obtidos durante a realização de oficinas de robótica com alunos do 4º período do curso de Licenciatura em Educação do Campo da Universidade Federal de Roraima — UFRR, e com alunos do Ensino Médio de uma escola localizada na

zona rural de Boa Vista-RR. Ao final das atividades foi possível observar o nítido envolvimento dos alunos quanto aos projetos e experimentos propostos e a associação com os conceitos físicos abordados e aplicados à engenharia e atividades do campo.

As oficinas implementadas buscaram criar um espaço para que os alunos pudessem desenvolver atividades extracurriculares de forma prática, contribuindo para o acesso deles aos avanços tecnológicos-científicos e sociais pela interação interdisciplinar da robótica e outras áreas do conhecimento, além de motivá-los a trilharem futuramente uma carreira acadêmica/científica. Por meio das oficinas, os estudantes puderam explorar sua criatividade com a manipulação de materiais sustentáveis e de baixo custo, de microcontroladores como o Arduíno e por meio de uma cultura maker, na qual a ideia é introduzir o aluno na prática, no aprender fazendo, de modo a inseri-lo em um ensino baseado em problemas reais PBL (*Problem Based Learning*).

## **1. Fundamentação teórica**

Atualmente, a inserção de metodologias de ensino voltadas ao uso de novas tecnologias tem se tornado imprescindível nos diversos espaços de formação a fim de potencializar o processo de ensino e aprendizagem. O avanço tecnológico permitiu o acesso global às chamadas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), trazendo uma nova alternativa para aprender, criar, cuidar e de se estabelecer socialmente (KENSKI, 2012). No campo educacional, essa evolução requer da escola e dos professores a revisão de suas metodologias e de suas responsabilidades, posto que a capacidade de manejo dos aparatos disponibilizados pela tecnologia digital também passa a estar relacionada às competências que devem ser desenvolvidas pelos sujeitos contemporâneos. Conforme preconiza Correia (2008, p. 28),

A tecnologia na escola [...] precisa ser móvel, discreta [...] e estar permanentemente acessível a todos, para que, assim, possa ser difundida

nas diversas áreas do conhecimento, além de despertar o interesse nos alunos em desvendar os caminhos da tecnologia. Ela deve promover o desenvolvimento de competências e habilidades cognitivas básicas de seus utilizadores, explorar a aprendizagem de forma interativa e lúdica, permitindo às pessoas novos processos educativos, novas experiências, novas descobertas [...].

Em vista disso, o método tradicional de aprendizagem, por si só, não é mais capaz de formar o alunado para a atuação crítica e cidadã no mundo atual. Assim, faz-se necessário transcender a essa pedagogia em prol da adoção de práticas que considerem as TDICs, já que se vive em uma era de acelerado desenvolvimento dos meios de comunicação e da informação e, conseqüentemente, de grandes transformações sociais e novas maneiras de se estruturar, criar, lecionar e compreender (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2003, p. 61).

Sabe-se que as escolas, sobretudo, as públicas do campo, enfrentam carências infraestruturais como, por exemplo, a falta de laboratórios didáticos equipados para a realização de aulas práticas. Essa situação é ainda mais grave quando se ministra as disciplinas de Ciências da Natureza, a saber: física, química e biologia, nas quais a atividade experimental mostra-se de fundamental importância para estabelecer uma aprendizagem concreta. Logo, a estrutura da escola deve ser o primeiro aspecto a se pensar na elaboração do processo de ensino, porque, sem as condições materiais necessárias, o estudante terá seu processo de formação comprometido.

Assim sendo, a robótica educacional é apresentada como uma forma de viabilizar o conhecimento científico-tecnológico e, ao mesmo tempo, estimular a criatividade e a experimentação com um forte apelo lúdico em que o aluno entra em contato com novas tecnologias e com aplicações práticas ligadas a assuntos que fazem parte do seu cotidiano, mas que nem sempre é estimulado, conforme problematiza Torcato:

Robótica Educativa tem uma forte componente prática e experimental. É fomentado um ciclo de projeto — construção — teste curto, de

modo a tornar viável uma experimentação fácil. Assim, cada aluno pode constatar diretamente a validade das ideias que produz e ganhar sensibilidade às potencialidades dos robôs móveis, muito distantes da perspectiva antropomórfica que nos é comum, por natureza. [...] Um campo da área das Tecnologias de Informação e de Comunicação (TIC), sendo utilizado de forma lúdica tornando a aula atraente e dinâmica (TORCATO, 2012, p. 2).

É nesta perspectiva que propomos a realização de oficinas de Robótica em escolas do Campo situadas na zona rural do Estado de Roraima, pois, além de colaborar com a redução da exclusão tecnológica, constituiu-se num elemento facilitador na aprendizagem de física, proporcionando, ainda, aos alunos o contato inicial com as áreas da engenharia (eletrônica e computacional).

## **2. Métodos e materiais**

As oficinas foram executadas em etapas das quais, inicialmente, os professores, estudantes e monitores envolvidos fizeram uma ampla revisão bibliográfica sobre a temática robótica e sua relação com a física, matemática, engenharias e ciência da computação, buscando um enfoque experimental, no intuito de facilitar o acesso dos participantes ao conhecimento científico. Segundo Rusk *et al.* (2007) o envolvimento dos estudantes em projetos de robótica “deve focar em temas, e não apenas desafios; combinar arte com engenharia; [...] e organizar exposições ao invés de competições”. Dessa forma, todo o planejamento das atividades foi pautado em explorar as possibilidades do uso da robótica educacional como meio facilitador para o entendimento de conceitos de física de forma simples e aplicada à realidade do aluno do campo, utilizando como recurso a plataforma Arduino e materiais de baixo custo. A execução do projeto ocorreu em duas etapas a serem discriminadas abaixo:

**Etapa 1** — Segundo semestre de 2021: Devido ao distanciamento social causado pela crise viral do COVID-19 e seu impacto na educação, houve a necessidade de manter as atividades pedagógicas à distância e a realização das oficinas se deram de forma remota. Nesta etapa, as oficinas tiveram duração de 20h, sendo destinadas a 15 alunos do curso de Licenciatura em Educação do Campo da UFRR.

**Etapa 2** — Segundo semestre de 2022: Realização das oficinas voltadas aos alunos do Ensino Médio de uma escola situada na área rural de Boa Vista — RR. A escola foi selecionada considerando o espaço disponível e a existência de laboratório de informática. Essa etapa foi executada de forma presencial, tendo duração de 40h.

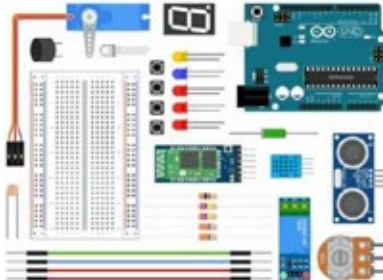
## **2.1. Materiais utilizados**

Todos os alunos participantes das oficinas, tanto em sua etapa presencial quanto online, receberam um kit composto por um microcontrolador Arduíno, protoboard, fios de conexão, componentes eletrônicos básicos (como resistores, capacitores, diodos), LEDs, painéis de LCD, sensores e motores, como ilustrado na Figura 1. Para os alunos que residem em municípios do interior do estado, os materiais foram enviados via transporte intermunicipal. Cabe ressaltar que a aquisição de kit's Arduíno foi viabilizada pelo projeto de pesquisa aprovado pela Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação da UFRR que disponibilizou R\$ 10.000,00 para a compra dos materiais necessários.

A escolha do Arduíno para a realização das oficinas se deu por ser um microcontrolador com uma utilidade bastante ampla, que possui baixo custo e uma linguagem aberta e acessível para iniciantes (MCROBERTS, 2011), possuindo ainda uma infinidade de sensores compatíveis com sua plataforma, como sensores que fazem a leitura da luminosidade local, da temperatura, da pressão, detectam movimento, medem distância etc, funções estas trabalhadas com frequência nas aulas de física. Toda essa versatilidade faz com que esse microcontrolador possa ser construído,

modificado e compartilhado por seus usuários e utilizado para a criação de projetos interativos e inovadores (MONK, 2017).

Figura 1 — Kit Arduino para iniciantes.



Fonte: Acervo do projeto, 2021.

### 3. Resultados e Discussões

#### 3.1. Primeira Etapa — Execução das oficinas de forma remota

Durante o primeiro semestre de 2021, as oficinas foram realizadas junto aos discentes do curso de Licenciatura em Educação do Campo/Ciências da Natureza e Matemática da UFRR, de modo que, como futuros professores, pudessem ser motivados a desenvolverem uma práxis educacional inovadora através da robótica e do uso de tecnologias de baixo custo e, a explorarem suas habilidades e potencialidades de modo a entender a física na prática, colocando a “mão na massa”.

Em um primeiro momento, as atividades foram organizadas como parte da programação do I *Workshop* de Pesquisa em Ensino e Educação do Campo: Tecnologia, Energias Renováveis e Robótica Educacional. Durante o *Workshop*, os participantes puderam ter uma visão mais ampla sobre a utilização de meios tecnológicos e suas contribuições na difusão do conhecimento, integrando teoria, experimentação e tecnologia voltadas às escolas do campo (Figura 2).

*As atividades do Workshop tiveram ampla participação da comunidade acadêmica e podem ser acessadas através do canal oficial da UFRR no Youtube<sup>1</sup>.*

Após a finalização do evento, foi dada continuidade à realização das oficinas, na qual 15 estudantes participaram das atividades de forma online, auxiliados pelo professor de Física e por um monitor do curso de Engenharia Elétrica. Cabe ressaltar que todos os participantes residem em diferentes municípios do interior do estado de Roraima. Durante as oficinas online, os participantes puderam ter contato com os conceitos básicos de programação; plataforma Arduino; tipos de sensores e atuadores; simulador de Arduino: *Tinkercad — Circuits*; montagem de experimentos simples como led piscante; rotação de servomotor; montagem física e teste dos circuitos, entre outros, como mostra a Figura 3. As atividades tiveram duração de 20h e foram finalizadas com a apresentação dos seguintes projetos perante uma banca avaliadora: i) semáforo para pedestres, ii) alarme automático, iii) servo motor controlado por potenciômetro (rotação contínua). Durante os projetos, os estudantes puderam aprofundar os conhecimentos de conceitos físicos relacionados à eletricidade como circuitos elétricos, associação de resistores, corrente, tensão, motores e geradores etc.

Figura 2 — Discentes do curso de Licenciatura em Educação do Campo desenvolvendo as atividades práticas das oficinas de robótica em suas residências.



Fonte: Acervo do projeto, 2021.

<sup>1</sup> [www.youtube.com/watch?v=n7a-04Llx6o&t=6653s](http://www.youtube.com/watch?v=n7a-04Llx6o&t=6653s) ;

[www.youtube.com/watch?v=-auxrwSbtbo&t=10216s](http://www.youtube.com/watch?v=-auxrwSbtbo&t=10216s) ; [www.youtube.com/watch?v=p43rn3fcAl0](http://www.youtube.com/watch?v=p43rn3fcAl0).



A apresentação dos projetos executados pelos participantes permite afirmar que as ações desenvolvidas colaboraram com a redução da exclusão tecnológica de estudantes oriundos de escolas do campo, que embora já tivessem acesso ao Ensino Superior, não tinham qualquer experiência ou conhecimento de programação e sobre microcontroladores Arduíno, somente conhecimentos básicos em informática. Mesmo com as oficinas ocorrendo de forma 100% online, os estudantes mostraram-se sempre motivados e conseguiram reconhecer a robótica como um elemento facilitador na aprendizagem de física e matemática, sendo perceptível o envolvimento de todos na compreensão dos conceitos abordados, apesar do modelo remoto adotado para a ação.

### **3.2. Segundo Momento — Execução das oficinas junto aos alunos da educação básica**

Durante o ano de 2022, com o retorno das aulas presenciais, foi possível dar início às oficinas com o enfoque em escolas da Educação Básica localizadas no campo. A primeira escola contemplada com a ação foi a escola agrotécnica da UFRR, localizada na zona rural PA Nova Amazônia. A escolha da escola se deu devido à disponibilidade prévia de espaço do laboratório de informática e disponibilidade de participação de professores na proposta.

Devido à capacidade do laboratório e o número reduzido de kits, foram selecionados 15 alunos, dentre os quais se priorizou os que apresentavam bom rendimento nos componentes curriculares de ciências (física e matemática). As oficinas ocorreram uma vez por semana, tendo cada aula a duração de 4h, e uma carga horária total de 40 horas. Nos primeiros encontros, os participantes puderam ter um contato inicial com a robótica, programação e montagem de projetos com o Arduíno. Dois professores de Física e dois monitores do curso de Engenharia Elétrica deram suporte ao desenvolvimento dos projetos, permitindo que os participantes pudessem realizar atividades genuinamente práticas e estivessem em contato direto com o ambiente de programação de

computadores e hardwares, componentes eletrônicos, instrumentos de medidas elétricas como multímetros, resistores, capacitores, placas de circuito, microprocessadores, ferro de solda etc. (Figura 3).

Figura 3 — Discentes do Ensino Médio desenvolvendo as atividades práticas das oficinas de robótica.



Fonte: Acervo do projeto, 2021.

Após terem os conhecimentos básicos consolidados, os alunos foram divididos em grupos e passaram a realizar a montagem de circuitos simples, desempenhando funções como acendimento de lâmpadas, acionamento de temporizadores de movimento, controle e automação de robôs para usos diversos etc. Em seguida, os grupos tiveram o desafio de introduzir a robótica como meio de solucionar problemas aplicados às atividades rotineiras do campo. Dessa forma, foi sugerida a montagem de dois projetos: i) comedouro e bebedouro automático para animais; ii) sistema de irrigação automatizado. Durante a realização das oficinas, os alunos “colocaram a mão na massa”, puderam montar seus próprios protótipos de modo a não utilizarem apenas tecnologias prontas, mas executarem suas próprias ideias. Logo, foi possível construir o conhecimento e trabalhar conceitos de física (mecânica e eletromagnetismo) de maneira contextualizada, atraente e próxima da realidade vivencial do aluno. Ao final, os projetos foram apresentados à comunidade acadêmica na Feira de Ciências anual da escola.

A exposição dos projetos ocorreu na feira “ciência no Lavrado Macuxi” para alunos da escola do campo e proporcionou um espaço de

interação entre a comunidade e a academia científica. Os estudantes puderam abordar os conhecimentos consolidados durante as oficinas, oportunizando a investigação, manipulação e construção de protótipos automatizados com microcontroladores Arduíno, demonstrando sua aplicabilidade e relevância para a realidade do campo.

Para avaliação das oficinas, foi disponibilizado aos estudantes uma pesquisa quali-quantitativa, a fim de verificar a satisfação e aprendizagem dos alunos durante as atividades executadas. Para tanto, elaborou-se um questionário com sete questões em que o grau de satisfação com os questionamentos Q1 a Q4 foi assinalado na escala excelente, bom, razoável, ruim. Para as questões Q5 a Q7 poderiam ser avaliadas as opções sim e não, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1 — Avaliação das oficinas quanto aos materiais, monitoria, carga horária, motivação e conhecimentos adquiridos.

Questão	Excelente			Péssimo	
	Bom	Ruim	Ótimo	Ótimo	Péssimo
Q1. Como você avalia os materiais e kits disponibilizados para realização das oficinas?	71,9%	28,1%	0,0%	0,0%	0,0%
Q2. A carga horária destinada à realização das oficinas foi suficiente para a realização das atividades e finalização dos projetos?	31,0%	62,0%	7,0%	0,0%	0,0%
Q3. Como você avalia a atuação do monitor quanto ao esclarecimento de dúvidas e orientações durante a oficina?	79,0%	21,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Q4. Como você avalia seu desempenho ao finalizar a oficina de robótica?	27,0%	73,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Questão	Sim		Não		
Q5. Conseguiu associar os conceitos de física às aplicações tecnológicas na robótica e engenharia?	100%		0%		
Q6. Com os conhecimentos adquiridos, você se sente motivado para dar continuidade ao desenvolvimento de projetos básicos de robótica?	100%		0%		
Q7. As oficinas foram úteis para ampliar seus conhecimentos em áreas tais como matemática, física, eletrônica, informática?	100%		0%		

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Dos 30 alunos que participaram das oficinas de forma online ou presencial, 29 responderam ao questionário de pesquisa.

Os resultados apresentados no Quadro 1 mostram uma avaliação positiva referente a todos os aspectos avaliados nas sete questões. Os materiais utilizados, suporte e monitoria oferecidos aos estudantes foram considerados satisfatórios, visto que 72% consideraram excelentes

os materiais disponibilizados e 79% avaliaram a assistência oferecida pela monitoria como excelente, não havendo avaliações negativas nesses aspectos.

Em relação à carga horária disponibilizada à realização das oficinas, apenas 7% dos respondentes avaliaram como ruim, o que indica que os estudantes tinham interesse na continuidade das atividades para que pudessem aprofundar seus conhecimentos e aperfeiçoarem os projetos inicialmente desenvolvidos.

Um aspecto muito importante foi a avaliação unânime dos alunos em se sentirem motivados para dar continuidade ao desenvolvimento de projetos básicos de robótica e quanto à ampliação dos seus conhecimentos em matemática, física, eletrônica, informática, bem como conseguiram associar conceitos de física às aplicações tecnológicas na robótica e engenharia.

Pela análise dos comentários dos alunos, pode-se observar que as oficinas cumpriram o seu papel ao promover a integração entre a robótica e a aprendizagem de conceitos físicos. O Quadro 2 apresenta alguns comentários deixados pelos participantes ao responderem o questionário.

Quadro 2 — Comentários sobre as oficinas.

<p>1: "O monitor apresentou domínio quanto ao conteúdo do curso, soube explicar bem e responder a todas as dúvidas apresentadas em sala. Quanto à carga horária disponibilizada, acredito ter sido suficiente para a absorção das noções básicas de Arduino, tendo sido possível obtermos uma aprendizagem significativa e ampla dos conceitos e funcionamentos dos equipamentos apresentados e programas utilizados".</p> <p>2: "A carga horária poderia ter sido maior. O monitor explica muito bem, além de dar suporte remoto a dúvidas intrínsecas ao curso".</p> <p>3: "Acho que seria interessante e de muito aproveitamento a realização dos módulos seguintes. O curso em si aborda uma tecnologia funcional que nos possibilita uma qualificação com foco profissionalizante, o que, com certeza, nos é de grande utilidade e interesse, além de ser uma oportunidade única já que é gratuito e, portanto, acessível a todos os interessados".</p> <p>4: "Foi muito bom, gostei muito de ter participado".</p> <p>5: "Atenuou a ignorância quanto à temática e a forma que ela pode conversar com outras áreas do conhecimento foi ampliada".</p> <p>6: "Apreendi muita coisa que antes não sabia".</p> <p>7: "Quero muito continuar o projeto depois da pandemia".</p>
---

Fonte: Acervo da pesquisa, 2022.

O *feedback* dado pelos alunos nos mostra que as oficinas realizadas, tanto de forma remota quanto presencialmente, promoveram uma aproximação dos discentes com as diferentes formas de tecnologias educacionais, oportunizando a construção de protótipos educacionais com recursos de baixo custo e de simples montagem, até a automação destes protótipos com o uso de microcontroladores como o Arduíno, contribuindo e incentivando-os para o desenvolvimento de habilidades e competências na área de instrumentação e robótica educacional e para as possibilidades e aplicações em escolas do campo.

#### **4. Considerações Finais**

Consideramos que a robótica educacional, além de seu caráter pedagógico, possui eminente relevância quanto à sua inserção social, ao contribuir com a redução da exclusão tecnológica dos alunos da Educação Básica de escolas do campo, constituindo-se num elemento facilitador da aprendizagem da física aliada a outras áreas do conhecimento. As ações realizadas inspiraram e impulsionaram a comunidade de estudantes participantes à montagem de protótipos educacionais com recursos de baixo custo e à automação destes protótipos com o uso de microcontroladores Arduíno, contribuindo e incentivando-os para o desenvolvimento de habilidades e competências na área de instrumentação e robótica, contextualizados com a realidade do campo.

Mesmo com a crise sanitária devido à Covid-19, superou-se o desafio de executar as oficinas de forma remota, e os estudantes puderam trabalhar com os kits de robótica buscando aplicar a física ao desenvolvimento e montagem de experimentos. Portanto, as atividades realizadas tiveram um impacto social positivo na vida dos participantes. Como ação futura, a proposta será ampliada a outras escolas através do projeto “cientista Maker: Oficinas de Robótica e Aprendizagem Criativa nas Escolas de Roraima” com aporte da Pró- Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da UFRR e apoio do Mestrado Profissional em Ensino de Física

Polo 38, com o intuito de estimular o contato do público geral com o conhecimento científico, o que representará consideráveis vantagens para a disseminação da física e suas aplicações, gerando conhecimentos para entender a utilidade, os reais benefícios e o efeito das novas tecnologias que afetam diretamente o cotidiano social.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da UFRR através do PRÓ-PESQUISA/UFRR — Proc. 23129.010575/2020-79.

## Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **Confira o relatório final do Pisa 2018**. 11.11.2020. Disponível em: [www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias\\_/confira-o-relatorio-final-do-pisa-2018](http://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias_/confira-o-relatorio-final-do-pisa-2018). Acesso em 20 ago. 2022.

CORREIA, S. **Inteligência Emocional e Robótica na Educação**. Disponível em: [http://revistaperspectiva.info/index.php?option=com\\_content&task=view&id=599&Itemid=98](http://revistaperspectiva.info/index.php?option=com_content&task=view&id=599&Itemid=98). Acesso em: 28 ago. 2022.

KENSKI, V. M. O que são tecnologias e por que elas são essenciais. In KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologia: o novo ritmo da informação**. Campinas, SP: Papirus, 2012.

MCROBERTS, M. **Arduíno básico**. São Paulo: Novatec, 2011.

MONK, S. **Programação com Arduíno: começando com Sketches**. São Paulo: Bookman Editora, 2017.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A.; **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 7. ed. Campinas, SP: Papirus, 2003.

RUSK, N. et al. New pathways into robotics: Strategies for broadening participation. **Journal of Science Education and Technology**, v. 17, n. 1, p. 59-69, 2007.

SILVA, M. S. P.; CUNHA, A. L. M.; SANTOS, T. A. Educação básica nas escolas do campo no contexto da pandemia: ensino remoto para quem? **Revista Ambiente e Educação**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 417-431, maio/ago. 2021.

TORCATO, P. O Robô ajuda? Estudo do Impacto do uso de robótica educativa como estratégia de aprendizagem na disciplina de aplicações informáticas. **Congresso Internacional de TIC e Educação**, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, 2012.





# UMA PROPOSTA COM ARDUINO PARA INVESTIGAR A DUALIDADE ONDA-PARTÍCULA DA LUZ

*A PROPOSAL WITH ARDUINO TO INVESTIGATE THE WAVE-PARTICLE  
DUALITY OF LIGHT*

*Leonardo Pereira Monteiro<sup>1</sup> Wesley Menelli<sup>2</sup>, Carlos Augusto Cardoso  
Passos<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Cariacica, ES, Brasil, pmleonardol@gmail.com.

<sup>2,3</sup> Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil. wesleymenelli@gmail.com, carlos.passos@ufes.br.

## **Introdução**

Desde a década de 1950, a eletrônica está se desenvolvendo e isto permitiu a fabricação de dispositivos eletrônicos e sensores. E, como consequência, os processos de aquisição de dados experimentais estão automatizados com auxílio de computadores e microcontroladores (CARDOSO *et al.*, 2014 e ANDRADES *et al.*, 2013) incluindo também projetos para fins didáticos (STUCHI *et al.*, 2019, SILVEIRA E GIRARDI, 2017, SOLINO; FERRAZ E SASSERON, 2015). E nas últimas décadas surgiram alternativas de baixo custo como placa Arduino onde o uso pedagógico altera a dinâmica escolar porque possibilita a interdisciplinaridade ou multidisciplinaridade (CAVALCANTE *et al.*, 2011, LAUDARES *et al.*, 2014, MOURÃO, 2018 e OLIVEIRA *et al.*, 2020).

A placa Arduino se baseia em um microcontrolador de código aberto, é versátil com diversas funções, interface simples para aquisição de dados em tempo real e pode despertar a curiosidade dos estudantes, estimular a investigação, o gosto pela pesquisa e a associação da teoria com a prática quando as atividades práticas estão bem estruturadas. Para METZGER *et al.* (2017), a atividade prática em conjunto com o pensamento computacional possibilita a criatividade, inventividade e produtividade daqueles que aprendem e, também, proporciona aos estudantes protagonismo no desenvolvimento do seu próprio conhecimento. Estes pressupostos estão inseridos na Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

Na aprendizagem significativa, as ideias são expressas simbolicamente e devem interagir de maneira substantiva e não-arbitrária com o conhecimento já estabelecido do aprendiz. Em outras palavras, a aprendizagem significativa é o processo pelo qual o estudante associa o conhecimento adquirido ao conhecimento já existente, a fim de estabelecer relações significativas entre os dois. Esta associação é realizada com base na compreensão e na significância, não na memorização apenas. Assim, para promover a aprendizagem significativa, os professores devem apresentar o material de estudo de forma organizada, com base nas ideias-âncora já existentes na mente do aluno. O professor também deve fornecer exemplos e analogias para auxiliar na compreensão e assimilação do conteúdo. Além disso, é importante que o professor estimule a reflexão e a autoavaliação do aluno com exercícios e discussões.

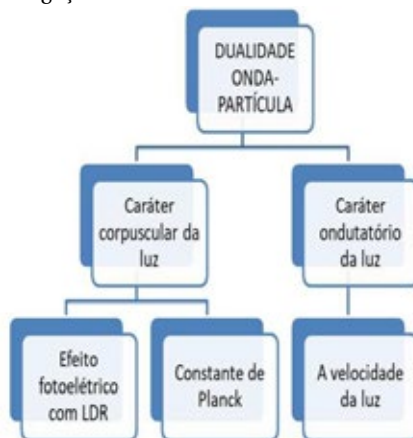
Neste contexto utilizamos a tecnologia Arduino para avaliar a concepção da propriedade e natureza da luz em alunos da 3ª. série do Ensino Médio de uma Escola Pública. Nós elaboramos roteiros experimentais para revelar as características da Luz e avaliamos a evolução do conceito pelos alunos. Neste trabalho, nós avaliamos os resultados qualitativamente, a partir de uma abordagem didática investigativa, para permitir o professor investigar a ação e interação dos alunos em sala

de aula no desenvolvimento de temas de física moderna (SOLINO, 2015). Nós trabalhamos com a perspectiva de laboratório aberto na qual o ensino está diretamente relacionado à estruturação das atividades propostas e aos graus de abertura dos problemas. E a partir desta perspectiva, avaliamos os alunos na busca por solução através de prática experimental (AZEVEDO, 2004). Nosso objetivo principal foi verificar modelos sobre propriedade e natureza da luz para de 3<sup>a</sup>. Série do Ensino Médio em uma escola pública do Espírito Santo.

## **1. Materiais e Métodos**

Nesta pesquisa os sujeitos de pesquisa foram 61 estudantes de 3<sup>a</sup>. Série do Ensino Médio em uma escola pública do Espírito Santo para acessar o entendimento acerca da natureza da luz. Para esta finalidade, aplicamos um questionário a pergunta “o que é a luz?” (COELHO, 2010) para identificar em quais modelos os estudantes se encaixavam. Após a nossa sequência didática, reapplicamos o questionário. Cada aluno teve 55 minutos para dissertar na folha de papel A4, sem qualquer consulta a quaisquer bibliografias. Em seguida, realizamos uma aula expositiva descrevendo a evolução histórica do pensamento acerca da propriedade e natureza da luz. Na aula seguinte, organizamos os estudantes em grupos para execução de quatro práticas experimentais em aulas distintas e solicitamos que os grupos fizessem diários de bordo sobre a preparação e execução de quatro roteiros experimentais. Consideramos que a metodologia corresponde à abordagem de Laboratório Aberto conforme AZEVEDO (2004). A proposta dos experimentos seguiu o seguinte fluxograma:

Figura 1: Interligação dos conceitos de dualidade onda-partícula.

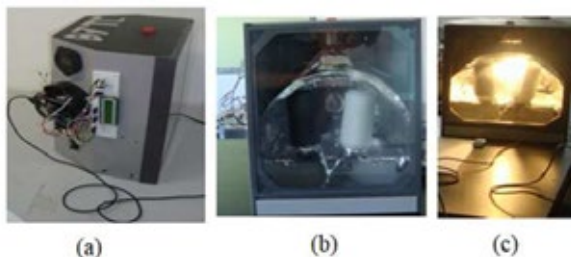


Fonte: Próprios autores.

Nós orientamos os alunos a criar planos para realizar as práticas e ao final de cada prática executada recolhemos os registros de cada grupo. Os kits experimentais são descritos resumidamente a seguir.

**Prática 1 (segunda aula):** O kit experimental 1 (ver Figura 1) foi utilizado para verificar a absorção e a emissão de radiação por um corpo metálico com seguintes componentes: retroprojetor (lâmpada incandescente cuja potência foi de 300W), duas latas de alumínio de dimensões iguais onde uma foi pintada de cor branco e a outra de cor preto, dois sensores de temperatura LM35, microcontrolador Arduino, tela LCD e cronômetro digital (Stopwatch — ZSD-808). Em cada lata anexamos o sensor de temperatura LM35 que conectamos a placa de Arduino Uno que enviava os dados de temperatura para uma tela LCD do tipo JHD 162A de 16 colunas e 2 linhas. Com o sistema em funcionamento cada grupo fez o registro de suas observações.

Figura 2: Kit experimental 1 para avaliar a absorção e a emissão de radiação por um corpo metálico. (a) Centro da imagem está a tela LCD 16x2 para o registro da temperatura, à esquerda imagem a placa Arduino Uno e na parte superior o cronômetro digital. (b) Detalhes do interior do projetor com as duas latas de alumínio que estão equidistantes da lâmpada incandescente. (c) Funcionamento do kit experimental.



**Prática 2 (terceira aula):** Nesta aula utilizamos um forno microondas com tensão de operação de 110V e frequência  $f = 2,450$  MHz, régua milimetrada e papel de fax (kit experimental 2). Para execução, um aluno retirou o prato giratório, colocou o papel de fax no interior do forno, ajustou o timer para 15s. Se não surgisse qualquer alteração no papel fax, orientamos o aluno a adicionar mais 15 s. Quando surgiram manchas escuras no papel, o aluno retirou a folha e mediu as distâncias entre as manchas. Tal procedimento foi realizado por todos os grupos que repetiram o experimento cinco vezes e, através da média aritmética, determinaram o valor mais provável da velocidade da luz no ar através da relação  $v = \lambda f$ . Cada grupo também registrou as observações do fenômeno físico.

**Prática 3 (quarta aula):** Para esta aula o kit experimental 3 teve os seguintes componentes: cabo USB-microUSB, notebook, Módulo Sensor de Luz e Luminosidade LDR, placa MicroArduino, fios jumpers e um tubo de cartolina na cor preto. O detalhe da montagem está registrado na Figura 3. Cada grupo de estudante conectou o cabo USB ao notebook e abriu a IDE do Arduino e, através Monitor Serial, observar e anotar os

valores de resistência elétrica. Um estudante bloqueou a entrada de luz pelo tubo com auxílio de um pedaço de cartolina preta (ver Figura 3). E, por fim, o grupo registrou novamente o valor da resistência elétrica e sua observação.

Figura 3: Kit experimental 3 para avaliar a variação da resistência elétrica em função da luminosidade. No centro da imagem está destacado o componente eletrônico LDR.



Fonte: Próprios autores.

**Prática 4 (quinta aula):** Os componentes deste kit experimental foram 3 LEDs de 4 cores diferentes (amarelo, azul, verde e vermelho), potenciômetros, resistor de 330 $\Omega$ , pilha de 6V, potenciômetro, fios para o arranjo experimental, placa MicroArduino e o módulo sensor Medidor de Tensão DC (0-25V). Os alunos pesquisaram na internet os valores de comprimento de onda dos LEDs e anotaram numa tabela. Cada grupo ligou o seu dispositivo e variou o potenciômetro de cada LED até o limiar para acendê-los. Os grupos repetiram o procedimento 5 vezes e registraram na tabela o valor médio da  $V_{\text{limiar}}$ . E depois disto, cada grupo construiu um gráfico de  $V_{\text{limiar}}$  versus frequência  $f$  do LED. E eles calcularam o coeficiente angular e o coeficiente linear. Através do coeficiente angular determinaram a constante de Planck,

$$V_{\text{limiar}} = \frac{h}{e}f,$$

onde  $e = 1,6 \times 10^{-19}$  C e  $h = 6,62607015 \times 10^{-34}$  J.s. Os estudantes compararam a equação anterior e com a função linear ( $y = ax + b$ ) para obter o valor da constante de Planck.

## 2. Resultados e Discussão

### 2.1. Resultado do Pré-teste

No primeiro momento avaliamos os conhecimentos prévios dos alunos a respeito da natureza da luz através do questionário com uma única pergunta (O que é a luz?). As respostas foram diversificadas, mas com concepções similares, e nós as classificamos segundo os modelos proposto COELHO (2010) conforme Anexo I.

Os estudantes reconhecem que a luz pode se comportar de duas formas diferentes. Nessa perspectiva, eles admitem a existência de duas teorias que explicam o comportamento da luz. Comportamentos esses que, em algumas circunstâncias, são explicados pelo modelo ondulatório eletromagnético e modelo corpuscular com a hipótese do fóton.

Tabela 1: Características dos modelos e submodelos encontrados nas respostas de cada grupo.



Fonte: Próprios autores.

Os resultados mostraram que 60 alunos encontravam-se no Modelo 1 e 1 (um) aluno classificado no Modelo 2. Este resultado indicou que estes alunos apresentavam conceitos primitivos da natureza da luz. Ressaltamos que a natureza e propriedade da luz está no currículo da rede Estadual como conteúdo a ser trabalhado, dentro de Física Moderna, no segundo ano do Ensino Médio. Assim, nosso levantamento identificou que há uma necessidade de formação continuada para os professores de Física ou de um material de apoio que colabore para a efetivação do conteúdo que aborda Física Moderna para os alunos, mais especificamente sobre o comportamento dual da luz. Para intervir neste resultado, aplicamos

a nossa sequência didática a fim de modificar as concepções dos alunos acerca da natureza da luz.

## 2.2. Resultados das Práticas Experimentais

Nós organizamos os alunos em grupos para executar quatro roteiros experimentais e pedimos para que registrassem as observações dos fenômenos e fizessem discussão entre si. Ao final da prática recolhemos os manuscritos para avaliação onde nós categorizamos e classificamos quanto à qualidade das suas produções. Nós avaliamos os registros segundo domínio conceitual e os planos descritos pelos grupos de alunos e foram qualificados como Plano Bom (B), Plano Incipiente (I) e Plano Satisfatório (S) conforme a categorização descrita por AMBRÓZIO (2014). Considerando estes critérios, classificamos as anotações dos grupos que estão resumidos na Tabela 2.

Tabela 2: Qualidade dos planos em cada experimento realizados pelos estudantes.

Grupos	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10
Constante de Planck	B	B	S	S	S	B	B	S	S	S
Efeito Fotoelétrico	B	B	S	S	S	B	B	S	S	S
Radiação de "Corpo Negro"	B	B	S	S	S	B	B	S	I	S
Velocidade da Luz	B	B	I	S	S	B	B	S	I	S

Fonte: Próprios autores.

Identificamos, quanto à qualidade dos planos, que a maioria dos grupos de alunos (G) que a maioria dos grupos de alunos encontram-se classificados em Satisfatório (S) para os planos de investigação estabelecidos para os experimentos sobre a Velocidade da Luz, a Radiação de Corpo Negro, Medida da Constante de Planck e o Efeito Fotoelétrico. Nós observamos que apenas dois grupos foram classificados como incipientes (I) para o plano de investigação do experimento sobre a Velocidade da Luz e um grupo para a Radiação de Corpo Negro. Estes grupos demonstram falta de interesse pelas aulas práticas e que esses



primeiros encontros não foram suficientes para modificar essa sua relação com a disciplina. Os grupos que tiveram seus planos classificados como bons (B) são compostos por alunos que apresentavam bom desempenho na disciplina de Física e não houve dificuldade para executar seus planos de investigação, embora a proposta foi considerada inovadora para eles.

Em seguida, avaliamos os planos quanto aos aspectos de dimensão conceitual que os alunos utilizaram para a resolução das atividades investigativas. Classificamos as respostas elaboradas pelos estudantes como Corretas (C), Parcialmente Corretas (P) e Incorreta (I), conforme também está descrito por AMBRÓZIO (2014). Isto nos permitiu verificar a qualidade dos planos, a quantidade de grupos de alunos que mais se aproximaram de uma resposta correta e ainda a qualidade de suas respostas ao demonstrarem soluções para os problemas que se aproximavam dos conceitos corretos segundo o ponto de vista científico escolar. Os resultados estão resumidos na Tabela 3.

Tabela 3: Solução do Problema em cada experimento.

Experimentos	Grupos									
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10
Constante de Planck	C	C	C	P	C	C	C	P	P	C
Efeito Fotoelétrico	C	C	C	P	P	C	C	P	P	P
Radiação de "Corpo Negro"	C	C	C	P	C	C	C	P	P	C
Velocidade da Luz	C	C	P	C	C	C	C	C	P	C

Fonte: Próprios autores.

Os resultados indicaram que 67,5 % dos grupos apresentaram respostas corretas (C). Isto indica que a metodologia utilizada permitiu que os alunos pudessem compreender os conceitos dos fenômenos estudados. Por outro lado, 32,5% dos grupos apresentaram respostas parcialmente corretas (P). Segundo Ambrózio (2014), este resultado indica que os alunos ainda não têm consolidado os conceitos físicos, ou seja, este grupo de alunos ainda estão em processo de sedimentação do conhecimento. Este processo torna-se completo, segundo a teoria vygotskyana (VYGOTSKY,

1998) quando o aluno avança em sua zona de desenvolvimento proximal e passa para uma nova etapa, ou um novo conhecimento.

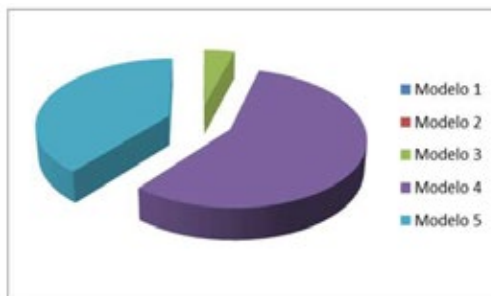
### 2.3. Resultados pós-teste

Ao final da sequência didática, aplicamos novamente o questionário dissertativo sobre “o que é a luz?” Mais uma vez, não houve nenhuma interferência nossa parte para que os alunos pudessem descrever sobre a natureza da luz. A seguir destacamos fragmentos dos textos.

*“a luz possui dois tipos de comportamento: como onda eletromagnética e como partícula. [...] A luz é uma onda eletromagnética, pois não necessita de um meio para se propagar. [...]”.* (detalhamento do aluno F).

Ressaltamos que no início dessa pesquisa 98,4% dos alunos encontravam-se no modelo 1 e 1,6% no modelo 2. Entretanto, após a sequência didática, identificamos uma alteração significativa no percentual de alunos descrever com outros modelos para descrever a natureza e propriedade da luz. Isto sugere indícios que houve aprendizagem. Nesta última etapa da pesquisa observamos que 4,3% estão no modelo 3, 56,6% estão no modelo 4 e, por fim, 39,1% estão associados ao modelo 5, ver Figura 4.

Figura 4: Classificação das respostas do pós-teste de cada aluno.



Fonte: Próprios autores.

### 3. Considerações Finais

Nossa análise preliminar nos permitiu identificar que aproximadamente 98% dos sujeitos investigados apresentam modelos primitivos da luz. Entretanto, após aplicação de nossa sequência didática, identificamos uma mudança de compreensão da natureza da luz, pois encontramos outros modelos idealizados pelos alunos indicando um protagonismo do estudante na elaboração dos sobre a Natureza da Luz. Apesar da mudança expressiva para os modelos cientificamente apropriados para o comportamento da luz, ainda encontramos uma porcentagem dos estudantes construindo “modelos híbridos” (COELHO, 2010).

A partir das práticas vivenciadas com os experimentos propostos, constatamos que os conhecimentos prévios variaram de acordo com cada aluno e isto exigiu do professor uma mediação que pudesse estimular o aluno a construir um conhecimento novo. Nesse processo também percebemos como a mediação do professor no processo de desenvolvimento do conhecimento científico para os alunos é fundamental (VYGOTSKY, 1998; MOREIRA, 2011) pois é na relação aluno versus disciplina, mediada pelo professor, que instiga e provoca o aluno a buscar novos conhecimentos que a aprendizagem significativa pode ocorrer.

Outro aspecto que destacamos como fundamental para o sucesso das aulas práticas foi o uso metodológico do laboratório aberto, pois favoreceu o desenvolvimento da aprendizagem significativa, permitindo aos alunos compreender os conceitos dos fenômenos estudados, além de ter se demonstrado evidente o maior interesse dos estudantes sobre a disciplina de Física. Concluímos que a sequência didática ancorada na perspectiva do Ensino por Investigação, desenvolvida com os estudantes do 3ª Série do Ensino Médio alcançou seu objetivo, bem como a inserção de experimento de baixo custo, usando “microcontroladores”, auxiliou na modificação dos modelos sobre natureza da luz.

## Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a agência de fomento CAPES por custear a bolsa de estudos e a Secretaria Estadual de Educação do Espírito Santo (SEDU-ES). E modo particular, os autores agradecem o Prof. Dr. Giuseppi Gava Camiletti pelas orientações e discussões acerca deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001.

## Referências

AMBRÓZIO, R. **Uma Intervenção Educacional com Enfoque no Ensino por Investigação**: Abordando as Temáticas Termodinâmica e Óptica. 2014. 88f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) — Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

ANDRADES, J. C.; SCHIAPPACASSA, A.; DOS SANTOS, P. F. Desenvolvimento de um periodímetro microcontrolado para aplicações em física experimental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, 2503 (2013). <https://doi.org/10.1590/S1806-11172013000200023>.

AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.

CARDOSO, H. C.; PILON, J.; OLIVEIRA, H. L.; OLIVEIRA JÚNIOR, E. T. Novas tecnologias no ensino de Física: a construção de um termômetro utilizando microcontroladores. In **Anais do 4º Seminário de Pesquisa, Extensão e Inovação do IFSC, 2014**.

<http://eventoscientificos.ifsc.edu.br/index.php/sepei/sepei2014/schedConf/presentations>. Acesso em 19/05/2020.

CAVALCANTE, M. A., TAVOLARO, C. R. C.E MOLISANI, E. (2011). Física com Arduíno para iniciantes. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, 33 (4), 4503-1 — 4503-9.

COELHO, G. R. O entendimento dos estudantes sobre a natureza da luz em um currículo recursivo. **Caderno Brasileiro Ensino de Física**. V. 27, n. 1: p. 63-87, (2010). <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2010v27n1p63>.

LAUDARES, F. A. L.; CRUZ, F. A. O.; CRUZ, T. G. da; BIGANSOLLI, A. R. Instrumentação para Ensino de Física da UFRuralRJ: experiências docentes para a introdução tecnológica. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*. Vol. 7, Nº 1, 51-58 (2014). [http://refiedu.webs.uvigo.es/num\\_es.htm](http://refiedu.webs.uvigo.es/num_es.htm).

METZGER, J. P.; RAABE, A. L.A.; SANTANA, A. L. M.; GOMES, E. B.; SOUZA, F. T. DE; RAMOS, G. L.; CUCCO, L. A.; VIEIRA, M. F. V. Características do Pensamento Computacional Desenvolvidas em Aprendizizes do Ensino Médio por meio de Atividades Makers. In XXIII Workshop de Informática na Escola, p. 1-10, 2017. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/16250>. Acesso em 25/12/2022.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. 2. Ed. Ampl. São Paulo: UPU, 2011.

MOURÃO, O. **Uso da Plataforma Arduino como uma Ferramenta Motivacional para a Aprendizagem de Física**. 2018. 221f. Dissertação de Mestrado. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, UVA/IFCE.

OLIVEIRA, I. N.; RAMOS, J. A. P.; SILVA, W. L.; CHAVES, V. D.; MELO, C. A. O. de. Estudo das propriedades do Diodo Emissor de Luz (LED) para a

determinação da constante de Planck numa maquete automatizada com o auxílio da plataforma Arduino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 42, e20190105 (2020). <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0105>.

SILVEIRA, S., GIRARDI, M. Desenvolvimento de um kit experimental com Arduino para o ensino de Física Moderna no Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 39, nº 4, e4502 (2017). <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0287>.

SOLINO, A. P.; FERRAZ, A. T.; SASSERON, L.H. Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares. Uberlândia/MG. In: **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2015. Uberlândia/MG. Caderno de resumos. Disponível em: <https://www.cecimig.fae.ufmg.br/images/SolinoFerrazeSasseron2015.pdf>. Acesso em 09/06/2020.

SOUZA, A. R. de; PAIXÃO, A. C.; UZEDA, D. D.; DIAS, M. A.; DUARTE, S.; Amorim H. S. de. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 33, n. 1, 1702 (2011). <https://doi.org/10.1590/S1806-11172011000100026>.

SOUZA, A. R., PAIXÃO, A. C., UZEDA, D. D., DIAS, M. A., DUARTE, S. E AMORIM, H. S. (2011). A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, 33 (1), 1702-1- 1702-5.

VYGOTSKY, LEV SEMYONOVITCH. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

## Anexo I — Características dos modelos e submodelos encontrados nas respostas de cada grupo (COELHO, 2010)

<b>Características</b>	
<b>Modelo 1</b>	<b>Modelo primitivo</b>
Modelo 1.1	Os estudantes apresentam suas ideias de uma forma pouco inteligível. Alguns não reconhecem a luz como entidade física, mas se referem a ela como uma substância ou “alguma coisa” que é emitida por uma fonte luminosa. Os estudantes fazem distinção entre as diferentes formas de manifestação da luz, como, por exemplo, “luz ambiente” e “luz elétrica”. Nesta categoria, também foram incluídas as respostas nas quais os estudantes associam a luz solar a processos vitais.
Modelo 1.2	Os estudantes, ao explicitarem suas ideias, admitem que a luz é constituída de raios ou de ondas. Nessa perspectiva, essas representações, que são utilizadas para falar da luz, são interpretadas como simples cópias da realidade. Alguns estudantes, ao se referirem à onda, associam a forma de propagação no meio a uma perturbação ondulatória produzida em uma corda.
Modelo 1.3	Os estudantes referem-se às propriedades da luz (propagação retilínea, velocidade de 300.000 Km/s) ou citam alguns fenômenos (interferência, reflexão, difração, transmissão, dispersão da luz branca). Foram incluídas, nessa categoria, as respostas nas quais os estudantes focaram no processo de emissão da luz.
<b>Modelo 2</b>	<b>Luz como partícula ou luz como onda</b>
Modelo 2.1	Nesta categoria foram incluídas as respostas dos estudantes que reconhecem a luz como se fosse constituída de partículas. No entanto, esse modelo corpuscular não utiliza a hipótese dos fótons proposta por Einstein.
Modelo 2.2	Nesta categoria foram incluídas as respostas dos estudantes que definem a luz lançando mão do modelo ondulatório. Entretanto, esse modelo ondulatório não é o idealizado pela teoria eletromagnética proposto por Maxwell.
<b>Modelo 3</b>	<b>Variações dos modelos eletromagnético, corpuscular ou dual da luz</b>
Modelo 3.1	Os estudantes lançam mão dos modelos científicos (modelo ondulatório eletromagnético, o corpuscular com a hipótese do fóton ou modelo dual) para falar sobre a luz, mas as suas respostas apresentam elementos de erro ou se apresentam de maneira incompleta em relação às dimensões desses modelos.
Modelo 3.2	Ao expressarem o seu entendimento sobre o comportamento dual da luz, os estudantes não conseguem reconhecer a distinção entre os modelos ondulatório e corpuscular, sendo estes vistos como um só. Eles apresentam “modelos híbridos” da luz, associando simultaneamente elementos dos dois modelos.
<b>Modelo 4</b>	<b>Luz como onda eletromagnética ou constituída por fótons</b>
Modelo 4.1	Os estudantes lançam mão do modelo ondulatório eletromagnético idealizado por Maxwell no final do século XIX para falar da luz.
Modelo 4.2	Os estudantes lançam mão do modelo corpuscular, com a hipótese do

	quantum de energia, que foi idealizado por Einstein no início do século XX e utilizado por ele para explicar o efeito fotoelétrico.
<b>Modelo 5</b>	<b>Luz apresentando um comportamento dualístico</b>
	Os estudantes reconhecem que a luz pode se comportar de duas formas diferentes. Nessa perspectiva, eles admitem a existência de duas teorias que explicam o comportamento da luz. Comportamentos esses que, em algumas circunstâncias é explicado pelo modelo ondulatório eletromagnético e modelo corpuscular com a hipótese do fóton.



# ENSINO DE ACÚSTICA UTILIZANDO SINTETIZADOR ANALÓGICO

## TEACHING ACOUSTICS USING AN ANALOG SYNTHESIZER

*Thaís Ricardo Borges*<sup>1</sup>, *Ernani Vassoler Rodrigues*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> PPGEnFis/UFES — thaisricardo2@gmail.com.

<sup>2</sup> MNPEF/Polo 12 — ernani.rodrigues@ufes.br.

### **Introdução**

As sociedades contemporâneas, especialmente as urbanas, são marcadas por uma presença ubíqua de tecnologias da informação, da comunicação e da automação (MARTINAZZO *et al.*, 2014). Essas diferentes tecnologias vêm sendo utilizadas em diferentes campos da educação científica, incluindo o ensino de Física. Com especial destaque ao uso da placa Arduíno, o recente crescimento de propostas com uso de tecnologias de automação e controle, que podem operar sem necessariamente estarem ligadas a um computador, ganha uma capilaridade (MOREIRA *et al.*, 2018). A proliferação de propostas com Arduíno remonta a um momento anterior, no qual se via a difusão de tecnologias computacionais para o ensino da Física (ARAUJO; VEIT, 2004). Entretanto, os autores (*ibid.*) apontam um problema quando se confunde o desenvolvimento instrucional e a produção de conhecimento em ensino de Física. Desta forma, este trabalho tem por objetivo (a) apresentar o processo de construção de um aparato tecnológico para o ensino de Acústica (desenvolvimento instrucional) e (b) reportar dados preliminares de pesquisa sobre

entendimentos coletivos acerca de aspectos da Acústica, que estamos utilizando para refinar a construção dos aparatos, de modo a subsidiar a confecção de um material instrucional vinculado ao MNPEF (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física), em desenvolvimento.

## **1. Fundamentação teórica**

### **1.1. As Ilhas Interdisciplinares de Racionalidades de Gerard Fourez**

Os problemas concretos da contemporaneidade raramente são resolvidos a partir de uma abordagem “monodisciplinar” (ROSA, 2016). Por isso, aproximações interdisciplinares são necessárias para a utilização, em sala de aula, de questões que sejam concretas aos alunos e que permitam usos de diferentes especialidades disciplinares combinadas para produzir normas que atendam ao desenvolvimento de um projeto de ensino.

São presentes na literatura em ensino de Física, diferentes trabalhos focados em aprendizagem da Acústica, a partir de uma abordagem monodisciplinar. Dentre esses, podemos citar Souza et al. (2021), que utilizam o Arduíno para análise de interferência sonora e Santos, Molina e Tufaille (2013) que utilizam guitarra e violão para análise espectral do som, dentre outros. Dado o caráter monodisciplinar dessas abordagens acima, ao pensá-las como propostas de ensino, identifica-se um aspecto normativo, no qual o aluno segue normas previamente definidas e moldadas a partir de uma visão voltada apenas para a disciplina de Física.

Em que pese ricas possibilidades de sequências didáticas com abordagens disciplinares, entendemos que uma abordagem interdisciplinar possui aspecto normativo diferente: as normas são construídas no processo de desenvolvimento através de negociações entre as partes envolvidas (FOUREZ, 1995), sem partir de um ponto de vista privilegiado de alguma disciplina específica, mas sim levantando junto às especialidades e aos especialistas o panorama normativo que atenda à solução de um problema concreto e culturalmente relevante aos alunos. Nesse

sentido, a diferença normativa que separa abordagens disciplinares de interdisciplinares implica também pontos de partidas diferentes: o do conceitual específico e o da situação concreta que se quer explorar. Com isso, Fourez sugere que racionalidades emergem, como ilhas, no processo coletivo de desenvolvimento de um projeto, nas chamadas Ilhas Interdisciplinares de Racionalidades (IIR).

Em um análogo, a construção de uma casa necessita de diferentes especialistas: arquiteto, engenheiro civil, engenheiro hidráulico, eletricitista, entre outros com suas normas específicas. Já a produção de um plano diretor urbano voltado a residências sustentáveis requer um ponto de partida sem privilégio de nenhuma das normas específicas, mas sim a integração de especialidades para que se chegue a novas normas. Enquanto a primeira combina disciplinas, a segunda integra saberes orientados a um problema.

Fourez trata o trabalho interdisciplinar a partir de etapas que integram ações, atores e especialidades (conhecimentos) no desenvolvimento de projetos. Pietrocola, Alves Filho e Pinheiro (2003) reforçam que as IIR de Fourez permitem a superação da rigidez disciplinar estabelecida nas escolas. Os autores (ibid.) propõem uma versão das etapas das IIRs de Fourez: primeiro a elaboração de um clichê da situação-problema; então o levantamento de um panorama espontâneo; seguida da consulta de normas e limitações; que permitam uma consulta a especialistas; seguida de uma organização do saber, desempacotando “caixas pretas” do conhecimento; mirando-se a elaboração de um produto que marca o fechamento do ciclo de um projeto. No âmbito da Física, as IIR podem ser vistas em propostas que incluem a termodinâmica (BEZERRA; PEREIRA; FIGUEIREDO, 2017) e as transformações de energia (PRESTES; SILVA, 2008), o que aponta a viabilidade de utilização das IIR orbitando temas curriculares, mas explorando aproximações interdisciplinares. No presente trabalho, reportamos trechos de uma IIR em elaboração, versando sobre o som e a música na qual um aparato é construído para subsidiar o desenvolvimento de suas etapas por parte dos alunos. Paralelamente, no

sentido de observar e interpretar a apropriação de elementos da Acústica, por parte do coletivo de alunos, nos valem de uma teoria psicossocial.

## **1.2. Representações Sociais e o Coletivo de alunos**

Os processos psicossociais de lidar com as demandas da realidade permitem a emergência de representações que são compartilhadas por um coletivo de pessoas. Essas representações formam um conhecimento compartilhado, que conserva elementos que atravessam o tempo e que, ao mesmo tempo, acomoda uma dinâmica inerente a produções sociais. Proposta por Moscovici (2009), a Teoria das Representações Sociais (TRS) se ocupa fundamentalmente com a inter-relação entre sujeito e objeto e em como se dá o processo de construção do conhecimento compartilhado.

A observação das Representações Sociais (RS) emergentes de um grupo de alunos sobre um tema de ensino pode revelar traços daquilo que circula entre os estudantes. Uma vez que as IIR dependem de propostas ancoradas a situações culturalmente relevantes aos alunos e alunas, e considerando que a TRS permite observar a reconstrução do real atribuindo significações específicas (ABRIC, 1993), torna-se possível levantar, por meio de instrumentos metodológicos linguísticos, as RS dos alunos em relação ao som e a características associadas, como timbre, altura intensidade sonora.

## **2. Métodos e materiais**

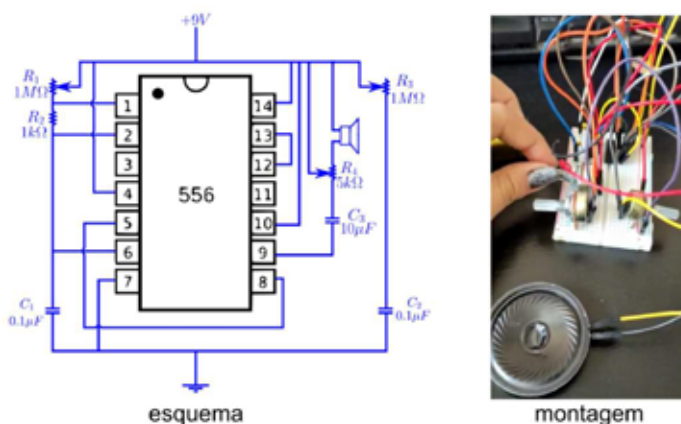
### **2.1. Um sintetizador analógico para o ensino de Acústica**

Para a construção do sintetizador, utilizou-se dois osciladores VCO (do termo *Voltage Controlled Oscillator*) de baixo custo acoplados a resistores, capacitores e potenciômetros, conforme Figura 01, à esquerda, de modo a reproduzir um Atari Punk Console (ALLEN, 2009), ligado a um alto-falante e alimentado por uma bateria de 9V. A oscilação de um pulso no primeiro oscilador comanda parcialmente a oscilação no segundo. Variando-se a

resistência elétrica nos potenciômetros indicados, tem-se uma variação sonora que muda tanto a frequência quanto o timbre.

O Atari Punk foi montado (Figura 01, à direita) em uma protoboard usando os seguintes componentes: um oscilador 556 (chip duplo temporizador), três potenciômetros, três capacitores, um resistor, uma bateria 9V, clipe de bateria, um altofalante de 8 Ohm e jumpers.

Figura 1: Sintetizador Atari Punk com seu circuito (à esquerda) e um protótipo (à direita).



Fonte: autoria nossa.

## 2.2. Levantamento de Representações Sociais via TALP

Os sujeitos de pesquisa foram 126 alunos da segunda série do Ensino Médio de uma escola pública da rede estadual do Espírito Santo, localizada na região da Grande Vitória, ES. A coleta de dados para a análise das RS sobre características sonoras se valeu da Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP) (GIACOMO, 1981). Esta técnica compõe o rol das chamadas técnicas projetivas, orientada pela hipótese de que estruturas sócio-psíquicas emergem em um grupo, quando solicitados a se posicionarem sobre um objeto representacional.

Para desenvolver essa técnica, é solicitado aos sujeitos que forneçam as primeiras palavras (colhemos de forma escrita para facilitar a

análise) quando lhes são expostos a um termo indutor. Os termos indutores utilizados foram Timbre (reportado a seguir) e Som, Intensidade, Frequência (em análise). Com as palavras evocadas em mãos, a análise se seguiu com o algoritmo de similaridade por porcentagem de co-ocorrência (RUSSELL; RAO, 1940) entre palavras evocadas, procedida com o ambiente estatístico R (TEAM, 2022) usando o pacote *igraph* (CSARDI; NEPUSZ, 2006) dedicado à representação e análise de redes complexas.

A escolha pela análise de redes complexas se dá por sua relação com sistemas complexos reais. O pensamento em redes comumente se remete a sistemas complexos. De maneira informal, um sistema complexo é uma grande rede de componentes relativamente simples, sem um controle central e na qual um comportamento complexo emergente é exibido (MITCHELL, 2006).

O comportamento global de um sistema complexo (da rede) é caracterizado em termos dos padrões formados e da informação que esses padrões podem processar. Entretanto o processo de formação de padrões e de processamento de informação é adaptativo ao Sistema. Por isso, os padrões de cada rede informam aspectos relativos somente a ela, sendo um rico objeto para análise que aqui utilizamos em representações culturais de um grupo em relação a um tema de ensino.

A rede de similaridade foi construída aqui tendo os nós com diâmetro proporcional à centralidade por vizinhança e as arestas com espessuras proporcionais ao índice de similaridade.

### **3. Resultados e Discussões**

#### **3.1. Funcionamento do Atari Punk Console**

A montagem do sintetizador analógico permitiu o funcionamento esperado, com um potenciômetro dedicado a variar a intensidade do som e os outros dois operando em conjunto, podendo variar a frequência do som desde de pulsos da ordem de unidades de Hertz até pulsos da ordem de dezenas de KHz. A variação dos pulsos combinados também

permite nuances sonoras que podem estar relacionadas à forma de onda resultante. Etapas seguintes do estudo incluirão a análise espectral do som produzido pelo aparato para que seja discutida dentro do material instrucional a ser aplicado.

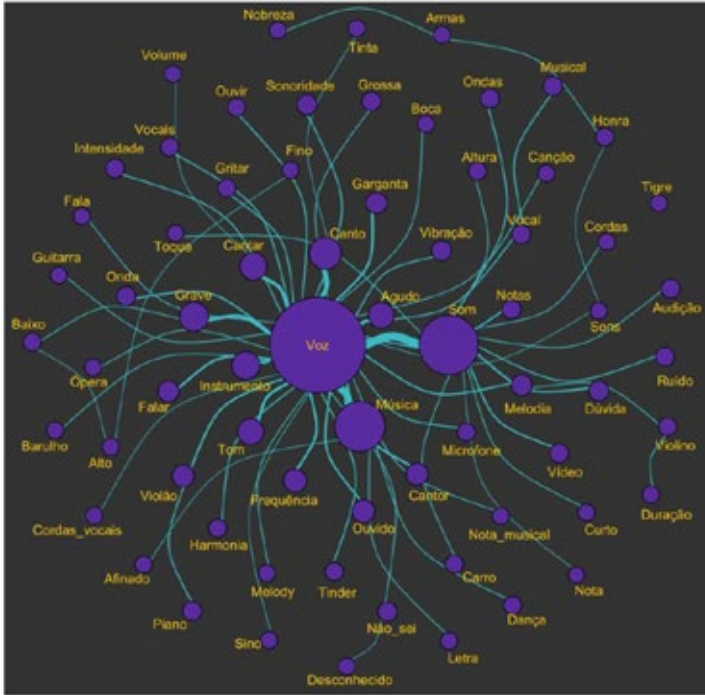
### **3.2. Rede de similaridades para a TALP com termo indutor “timbre”**

A rede de similaridades para o termo indutor “timbre” possui 222 termos únicos com 151 tendo frequência igual a 1 e, por isso, retirados da análise dada a idiosincrasia inerente. Dos 71 termos restantes, 337 relações de co-ocorrência foram identificadas e estão representadas na Figura 2.

Dada a necessidade de um aspecto perceptivo do timbre, entendemos ser natural uma rede com periferia idiosincrática. O centro da rede é marcado por um elemento central (Voz) que está associado a verbos que denotam alguma ação com sonoridade (como Cantar, Falar e Gritar), as características perceptíveis do som (Agudo, Grave), a música de um modo geral (Melodia, Harmonia, Instrumento, Violão, Cantor), que do ponto de vista de Representações Sociais, são conexões marcada por elementos culturais.

Na periferia da rede, têm-se palavras com poucas conexões como Arma e Nobreza (Indicando elementos muito pessoais do indivíduo), Não Sei e Desconhecido (indicando que o aluno em questão não consegue fazer muitas associações ao termo indutor).

Figura 2: Rede de similaridades para a TALP com termo indutor “timbre”.



Fonte: autoria nossa.

Notamos a ausência de representações ligadas à forma da onda ou a sobretons de uma onda principal. Essa ausência parece ser um ponto de partida importante para o desenvolvimento e aplicação do produto educacional e esperamos, com uma nova rodada ao final do processo, avaliar a apropriação por parte do grupo de aspectos da Física do Som que, possivelmente, sejam adquiridos na lida com o sintetizador e com análises de formas de onda.



## 4. Considerações Finais

Este trabalho apresentou resultados preliminares de uma dissertação em construção no âmbito do MNPEF — Polo 12, no qual desenvolvemos atividades para aprendizagem de características do som.

Retomando os objetivos do trabalho, discutimos o processo de construção de um aparato tecnológico para o ensino de Acústica com o Atari Punk Console (objetivo a) e reportamos dados preliminares de pesquisa em RS dos alunos sobre o timbre.

Os resultados iniciais apontam lacunas que entendemos ser importantes para o desenho do material instrucional. A escolha do timbre como ponto de partida foi pensada por sua relação tanto com aspectos objetivos do som (via de regra analisados por transformadas de Fourier) e aspectos subjetivos da percepção de diferentes perfis de timbre (manifestados linguisticamente por palavras escolhidas como ancoragem da percepção). Esperamos que a aplicação do produto com o aparato montado possa oferecer aos alunos uma oportunidade de desenvolver ambos os aspectos no processo de aprendizagem da Física.

## Agradecimentos

Este trabalho é parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a quem agradecemos. Agradecemos também ao MNPEF e ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Física (PPGEnfis) do polo 12 e aos alunos e alunas que gentilmente aceitaram ser sujeitos desta pesquisa.

## Referências

ABRIC, J. A abordagem estrutural das representações sociais. Goiânia: AB, 1998.

COUTINHO, M. P. L.; DO BÚ, Emerson. A técnica de associação livre de palavras sobre o prisma do software tri-deux-mots (version 5.2). **Revista Campo do Saber**, v. 3, n. 1, 2017.

FOUREZ, Gérard. Crise no ensino de Ciências?(Crisis in science teaching?). **Investigações em ensino de ciências**, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.

CRUSOÉ, N. M. C. A teoria das representações sociais em Moscovici e sua importância para a pesquisa em educação. **Aprender-Caderno de Filosofia e Psicologia da Educação**, n. 2, 2004.

ABRIC, J.-C. Central system, peripheral system: their functions and roles in the dynamics of social representations. **Papers on social representations**, v. 2, p. 75-78, 1993.

ALLEN, B. Circuit Boding: Atari Punk Console. **Maxwell: Periodiek der Electrotechnische Vereeniging**, 13 (1), 2009, 2009.

ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, n. 3, 2004.

BEZERRA, J. DE S.; PEREIRA, R. N.; FIGUEIREDO, G. DE A. Um Bom Café: do bule ao paladar! **Revista de Pesquisa Interdisciplinar**, v. 1, n. Esp, 2017.

CSARDI, G.; NEPUSZ, T. The igraph software package for complex network research. **InterJournal, complex systems**, v. 1695, n. 5, p. 1-9, 2006.

DI GIACOMO, J.-P. Aspects méthodologiques de l'analyse des représentations sociales. **Cahiers de Psychologie Cognitive/Current Psychology of Cognition**, 1981.

FOUREZ, G. **A construção das ciências**. [s.l.] Unesp, 1995.

MARTINAZZO, C. A. *et al.* Arduino: Uma tecnologia no ensino de física. **Revista Perspectiva**, v. 38, n. 143, 2014.

MITCHELL, M. Complex systems: Network thinking. **Artificial Intelligence**, v. 170, n. 18, p. 1194-1212, 2006.

MOREIRA, M. P. C. *et al.* Contribuições do Arduino no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 721-745, 2018.

MOSCOVICI, S. **Representações sociais: investigações em psicologia social**. 6. ed. [s.l.] Vozes, 2009.

PIETROCOLA, M.; DE PINHO ALVES FILHO, J.; DE FÁTIMA PINHEIRO, T. Prática Interdisciplinar na Formação Disciplinar de Professores De Ciências. **Investigações em ensino de ciências**, v. 8, n. 2, p. 131-152, 2003.

PRESTES, R. F.; SILVA, A. M. M. O ciclo dialético questionamento-argumentação-comunicação em uma proposta de estudo das questões energéticas na sala de aula de Física. **Anais do IX EPEF, 2008, Brasil**, 2008.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2022.

ROSA, P. R. DA S. Um modelo para um trabalho interdisciplinar. **Revista Labore em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 3, 2016.

RUSSELL, P. F.; RAO, T. R. On habitat and association of species of anopheline larvae in south-eastern Madras. **Journal of the Malaria Institute of India**, v. 3, n. 1, 1940.

SOUZA, CÍCERO JAILTON DE MORAIS *et al.* Demonstração e análise da interferência acústica utilizando um “tubo de Quincke” e a plataforma Arduino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021.



**APLICAÇÃO DO JOGO “DESVENDANDO OS SEGREDOS DO  
UNIVERSO” PARA ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO**  
*APPLICATION OF THE GAME “UNVENTING THE SECRETS OF THE  
UNIVERSE” FOR HIGH SCHOOL STUDENTS*

*Raquel Viana Bernardo<sup>1</sup>, Jefferson Soares da Costa<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Escola de Ciências e Tecnologia (ECT), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), jefferson.costa@ufrn.br.

<sup>2</sup> Secretaria de Estado da Educação, da Cultura, do Esporte e do Lazer (SEEC), Escola Estadual Dom José Adelino Dantas, raquelviana.fisica@gmail.com.

## **Introdução**

Desde os primórdios da humanidade, o Céu sempre foi tema de grandes discussões, fascínio e curiosidades. A criança, desde pequena, apresenta curiosidade em entender o funcionamento do Universo. Antes mesmo de entrarmos na vida escolar, já nos deparamos com a observação de dois astros que regem o dia e a noite, o Sol e a Lua, assim como a contemplação diária da mudança das fases da Lua. Esse encantamento pela astronomia é tema de vários autores (CANIATO, 1989).

A beleza sedutora do céu com as interrogações que ele apresenta. O aspecto lúdico e os desafios que o estudo do céu sugere. O entendimento das grandes cambiantes que mudam o cenário em que todos vivemos e nos movemos.

Para muitos estudiosos, a Astronomia é uma das mais antigas ciências e tem sido base para o encaminhamento de estudos em diversas áreas do conhecimento (AMARAL e OLIVEIRA, 2011).

A Astronomia é considerada, por muitos cientistas e filósofos, o primeiro conhecimento humano organizado de forma sistemática. Os primeiros passos do homem pré-histórico neste planeta foram dados sempre com os olhos contemplando e buscando desvendar o céu.

Há séculos, os seres humanos perceberam a importância do céu para guiar suas atividades diárias, assim como a sua própria subsistência. Ao observar o céu, notaram aspectos interessantes, tais como: a luz que iluminava o caminho; o calor que aquecia seus dias frios; a chuva que resfriava os dias quentes; o arco-íris que coloria o céu; as auroras boreais com magníficas apresentações de cores e movimentos; os relâmpagos que cortavam o céu e trovões barulhentos que assustavam. Isso tudo fez com que percebessem que o céu era um lugar desconhecido, alimentando mitos, medos e vislumbre em conhecê-lo.

A contemplação e observação mais cuidadosa do céu instigaram os povos antigos a associar suas vidas cotidianas aos fenômenos astronômicos. Como por exemplo, a civilização Maia, que obteve com a astronomia um rebuscado avanço no seu conhecimento. Criaram mapas com a observação da passagem de vários objetos celestes, catalogando com precisão cada aparecimento deles. Conhecimento e registros superiores a qualquer outra civilização antiga. A astronomia, para eles, estava inserida num complexo sistema de crenças e rituais religiosos, que, além de incluir sacrifícios humanos, também tinha uma enorme importância na vida cotidiana. Períodos de chuvas; passagem de constelações pelo céu; variações de temperaturas ao longo dos dias; tudo servia como referencial para guiar a subsistência desses povos. Essa correlação impulsionou a humanidade a estudar e procurar conhecer o movimento e funcionamento dos astros. Daí surgiram as primeiras inscrições, catalogações e calendários criados pelos povos antigos. Ao passar dos anos, o ser humano foi aperfeiçoando suas observações;

começou a registrar, elaborar, e assim conseguir prever e explicar fenômenos astronômicos.

Ao observar a relevância que o assunto Astronomia representa para a humanidade, faz-se necessário o incentivo pela busca incessante do conhecimento na área. Diversos trabalhos científicos, congressos e encontros de educadores têm buscado o entendimento do Universo e a formação de professores para aprimoramento do conhecimento e de técnicas de ensino para proporcionar, ao estudante, um aprendizado mais significativo. A proposta didática do ensino de Astronomia, utilizando jogos didáticos, atualmente, tem sido vista como método de ensino, estimulando a elaboração de materiais didáticos próprios para esse fim (ANDRADE, 2007), (ALBRECHT, 2008).

Nosso objetivo com esse trabalho é apresentar o jogo “desvendando os Segredos do Universo” como ferramenta didática com o intuito estimular e facilitar a prática didática da física no contexto da astronomia. Desta forma esse trabalho é dividido da seguinte forma, na seção 1 discutiremos a fundamentação teórica, na seção 2 apresentaremos nosso material didático, na seção 3 adentraremos aos Resultados e discussões e por fim discutiremos nossas Considerações Finais na seção 4.

## **1. Fundamentação teórica**

No contexto atual, a realidade das nossas escolas ainda é bem preocupante. As salas de aula continuam sendo ambientes onde o discente permanece sentado por horas, muitas vezes em más condições de cadeiras, mal climatizadas e com uma disciplina escolar muito rígida. Em alguns casos, sendo essa o principal gerador do desinteresse pelo ambiente escolar. Além disso, muitos professores ainda entendem o processo de lecionar como uma simples tarefa de transmissão de conhecimentos, muitas vezes, sem significado algum para os alunos. É chegada a hora de se compreender que o aluno não é agente passivo, e sim ativo, e que

a sala de aula é um ambiente de trocas de conhecimento, de interação social e aprendizado mútuo.

São grandes os desafios no processo ensino-aprendizagem e, atualmente, há uma grande preocupação na procura de formas para atrair a atenção dos alunos para os conteúdos lecionados em sala de aula. O quadro atual na educação é de professores desmotivados, pais buscando nem sempre o melhor ensino, e alunos desinteressados. Nessa relação, além da busca incessante do professor por atualização na forma de ensinar, o lúdico oferece uma saída estimulante para essa troca de conhecimento entre o aluno e o professor. Por meio de brincadeiras e jogos, o aluno desperta novamente o interesse em aprender e a buscar o conhecimento. O despertar da criatividade, por meio da interação social, faz com que o discente procure e encontre o que gosta de fazer. Brincando, ele chegará ao conhecimento que o professor deseja que ele adquira; além do que, por intermédio dos jogos, pode-se gerar um prazer emocional, tornando mais eficiente o processo do aprendizado.

Friedmann (1996) diz que no ambiente escolar é possível o docente estar livre para trabalhar práticas que envolvem jogos como forma de discutir os conteúdos. Almeida (1986) diz que “o grande educador faz do jogo uma arte, um admirável instrumento para promover a educação”. Vemos assim a relevância da aplicação de jogos e métodos para valorizar o contexto de ensino-aprendizagem, evidenciando o encadeamento de causa e efeito na relação entre professor e estudante, causando uma empatia pelo conteúdo estudado.

Há vários autores que discutem a prática lúdica como ferramenta útil na relação ensino aprendizagem dos estudantes, entre eles destacamos os estudos de Cipriano Luckesi e Paulo Freire, em que concordam que ludicidade atua junto com criatividade como fundamentais para o crescer do ser humano (LUCKESI, 2015). O autor afirma que a atividade lúdica é aquela que propicia à pessoa que a vive, uma sensação de liberdade, um estado de plenitude e de entrega total para essa vivência.



Vemos, assim, que a prática lúdica faz parte da construção do conhecimento adquirido pelo próprio discente, tornando-o ferramenta participante do processo de sua própria aprendizagem. Além disso, os alunos podem ligar o seu conhecimento próprio ao conhecimento adquirido durante as brincadeiras (BATISTA; D'ÁVILA, 2013). Piaget, que tinha interesse mais epistemológico que pedagógico, e, mesmo assim, descobriu que as pessoas aprendem por meio de suas atividades. O indivíduo age e compreende utilizando processos denominados de assimilação e acomodação. A pessoa procura semelhanças entre elementos que já sabe, em um novo conhecimento, “assemelhando-os”. Depois, faz a apreensão dos elementos que ainda não sabe, “acomodando-os” num novo patamar para uma nova assimilação.

Existem vários tipos de jogos, entre eles os que necessitam de movimentação corporal, como atividades de corrida e trilhas; e outros que necessitam de concentração, como jogos de tabuleiro, tais como dama, xadrez e cartas. A proposta deste trabalho sugere uma atividade que use os dois tipos de estímulos, sensoriais e intelectuais, pois além de movimentação, envolve muita concentração. E ainda os jogos trabalham o lado social do aluno, fazendo com que ele se relacione com seus colegas de sala, estreitando os elos de amizade.

## **2. Métodos e materiais**

### **2.1. Metodologia**

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi uma sequência didática baseada nos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1990), que obedece no primeiro momento um questionário com quinze afirmativas para que o aluno decida entre afirmativa verdadeira ou falsa, para tabular e analisar os conhecimentos prévios dos discentes. Após a análise destes questionários, inicia-se o segundo momento que consistiu em uma palestra sobre o Universo em que fazemos parte, além da aplicação dos jogos “desvendando os segredos do Universo”. Já para o terceiro momento,

aplicou-se um novo questionário com quinze afirmativas para que os alunos julgassem em verdadeiras ou falsas, com o objetivo de analisar e tabelar os conhecimentos adquiridos com todo plano de aula. Em posse dos dois questionários é possível fazer uma análise comparativa da proposta desse trabalho.

Em mais detalhes nossa sequência didática ocorre da seguinte forma, no primeiro momento apresentamos uma proposta de atividade aos discentes e aplicação do questionário para sondagem dos conhecimentos prévios dos mesmos.

Em um segundo momento utilizamos uma pequena aula expositiva onde explicamos o modelo do Sistema Solar, usando bolas de isopor com dimensões diferentes, nesse momento ainda detalhamos a Terra, a Lua e o Sol, ainda nessa etapa explicamos e aplicamos o jogo “desvendando os segredos do Universo”.

Por fim, na terceira e última etapa aplicamos um pós-questionário de para quantificarmos o nível de conhecimento adquirido pelos estudantes sobre o tópico.

## **2.1. O jogo**

O jogo “desvendando os segredos do Universo” foi elaborado com o seguinte propósito e finalidade: entretenimento, desenvolvimento intelectual e auxiliador à compreensão de um conhecimento específico, ou seja o conhecimento sobre a funcionalidade do universo, o jogo consiste em um clássico tabuleiro clássico, que desperta o interesse, podendo ser usado por pessoas com idades superiores a 8 anos, já que se trata de um tema que envolve o fascínio da curiosidade, do êxtase e contemplação do desconhecido.

No entanto, apesar de despertar o interesse e aguçamento em todas as idades, é provável que se encontre um pouco de dificuldade para crianças menores que oito anos, já que envolve o conhecimento de física e da funcionalidade do Universo. Em razão da própria complexidade do tema,

o nível de perguntas pode ser um pouco elevado e de difícil entendimento para essa faixa etária.

As regras do jogo são simples, e funcionam como outro qualquer jogo de tabuleiro (Figura 1), com o objetivo central de chegar ao fim da jornada para vencê-lo.

É possível reunir várias pessoas e dividi-las em dois grupos, para juntos, percorrerem o caminho do jogo e desvendarem as curiosidades sobre o universo, completando uma verdadeira viagem espacial pelo nosso sistema solar. Descobrir mais um pouco do seu planeta Terra e os planetas que orbitam o Sol, fará o estudante criar um amor pela astronomia e contemplar que o céu é uma incógnita e tem a nos oferecer muito mais do que pensamos.

O jogo consiste em jogar dois dados, porém apenas quatro faces dos dados terão valores representando o número de casas para o avanço das casas no tabuleiro, as outras oito faces serão representadas por figuras que representam os planetas do sistema solar, e o líder junto com seu grupo, deve reconhecer o planeta e a sua localização orbital em relação ao sol, essa ordem representará o número de casas para o avanço.

Os dados apresentam seis faces. Em um dado, ficaram os planetas rochosos, o sol e a lua, no outro dado, ficaram os planetas gasosos, o cometa e o asteroide.

Figura 1 — Tabuleiro do jogo Desvendando os segredos do Universo.



Fonte: os Autores.

O primeiro dado apresenta as seguintes faces: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Lua e Sol, que significam respectivamente avançar de 1 a 6 casas. Já o segundo dado mostra as seguintes faces; Mercúrio, Saturno, Urano, Netuno, Asteroide e Cometa, que significam respectivamente avançar de 1 a 6 casas, a imagem dos dados pode ser vista na Figura 2. O número de casas avançadas corresponderá ao somatório dos dois dados, entretanto para que ocorra esse avanço e deve ser feito de maneira correta de acordo com as posições dos planetas, o mediador precisa está bem atento nessa fase, entretanto para que o avanço seja efetivado os participantes devem puxar uma carta de perguntas e responder a pergunta de maneira correta, o jogo é composto por um conjunto de 40 cartas, um exemplo dessas

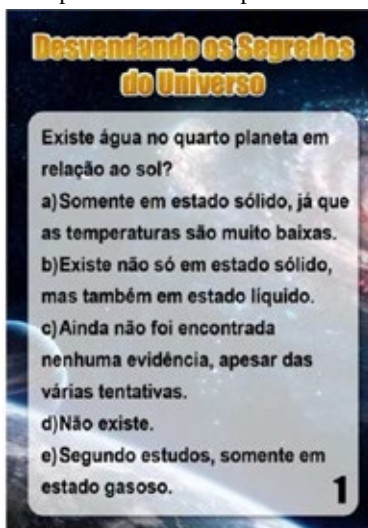
cartas pode ser visto na Figura 3, além das cartas de perguntas existe um conjunto de 7 cartas bônus e punição que representam avanços automáticos ou retrocessos no tabuleiro. O jogo chega ao final quando um dos participantes chega até o final do caminho no tabuleiro, este é proclamado o vencedor do jogo.

Figura 2 — Imagens referentes às faces dos dados usados no jogo Desvendando os mistérios do Universo.



Fonte: os Autores.

Figura 3 — Exemplo das cartas respostas utilizadas no jogo.



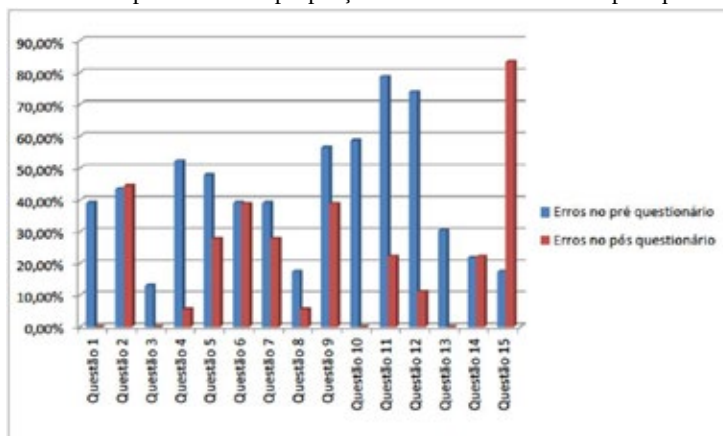
Fonte: os Autores.

Seguindo as etapas propostas pela sequência didática exposta anteriormente, a primeira etapa foi a aplicação do pré-questionário para obter uma análise dos conhecimentos prévios dos discentes. O objetivo do pré-questionário é investigar qual a ligação, interesse e conhecimento prévio dos discentes a respeito da astronomia e sua relevância em sala de aula no ensino médio, tanto como sua interação com as outras disciplinas, o questionário é composto por 15 perguntas. Assim, na escolha do questionário, vê-se a relação entre a sua aplicação com o objetivo geral desta dissertação, que é inserir e suscitar o interesse pela Astronomia no ensino básico. O pós-questionário tem como objetivo analisar os conhecimentos adquiridos com as atividades propostas pela sequência didática, esse questionário é composto por 15 questões. Observando se a proposta deste trabalho foi relevante para o processo de ensino-aprendizagem dos discentes. Esse produto de ensino foi aplicado na Escola Estadual Dom José Adelino Dantas, escola de ensino fundamental, médio e EJA, situada da Zona Norte da Cidade de Natal/RN.

A seguir temos uma análise geral com todas as questões do pré-questionário e do pós-questionário para obtermos dados comparativos da aplicação da sequência didática sugerida por esse trabalho, e, conseqüentemente, a aplicação do jogo “desvendando os segredos do Universo” com o objetivo de aprimorar o processo ensino-aprendizagem dos estudantes.

As Figuras 4 e 5 apresentam comparação entre os acertos e erros dos dois questionários, o pré e o pós. Assim como uma análise desses resultados.

Figura 4 — Comparativo com proporção de erros e acertos do pós-questionário.

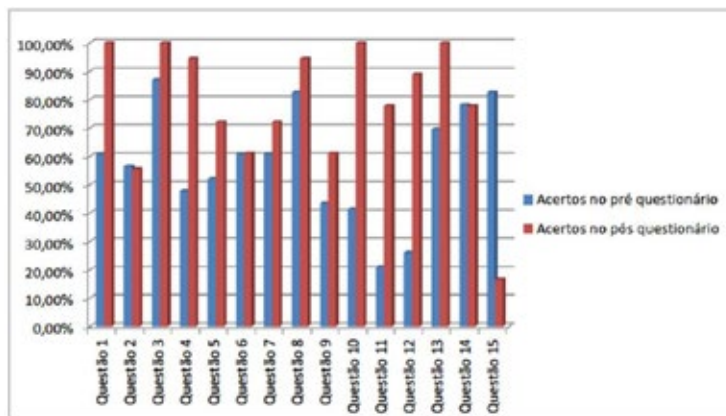


Fonte: os Autores.

Pode-se observar, a partir da análise do primeiro gráfico, que das quinze questões elaboradas em cada questionário, doze delas os alunos erraram mais no pré-questionário do que no pós-questionário. Enquanto à análise dos acertos nos dois questionários, das quinze questões elaboradas, treze os alunos acertaram mais no pós-questionário que no pré. Também podemos analisar que o percentual de acertos no pós-questionário foi muito superior ao pré-questionário, evidenciado por quatro questões com cem por cento de acerto, resultado esse muito satisfatório para a aplicação deste trabalho.

Vale salientar que o pré-questionário foi aplicado apenas com o conhecimento prévio e o senso comum dos alunos. Além do conhecimento adquirido nos anos anteriores no ensino fundamental. Alguns alunos relataram ter visto alguns tópicos de Astronomia nas aulas de Ciências e de Geografia, quando frequentavam as séries iniciais, relativas entre o primeiro ano ao nono ano do ensino fundamental II.

Figura 5 — Comparativo com proporção de erros e acertos do pós-questionário.



Fonte: os Autores.

Fazendo a análise do pós-questionário, aplicado após a sequência didática, observa-se algo interessante quanto ao índice de acertos e erros nas questões. Pode-se ver que das quinze questões do questionário, treze obtiveram uma proporcionalidade maior de acertos em relação a erros. E apenas duas questões apresentaram erros superiores em relação a acertos. Uma com percentual equivalente a erros e acertos, porém outra com uma diferença acentuada de erros em relação a acertos. Isso mostra uma relevância na aprendizagem a partir da aplicação da sequência didática. E evidencia a confusão que o discente apresenta em entender a diferença entre Astronomia e Astrologia. Talvez pela incoerência do cotidiano que relaciona o dia a dia das pessoas com os astros, fazendo com que o aluno confunda a ciência com uma pseudo ciência.

É importante enfatizar que o pré-questionário não foi discutido em sala de aula com os discentes, para não haver influência nas respostas do pós-questionário, já que os questionários possuíam questionamentos equivalentes a fim de se estabelecer e construir material para análise quantitativa e qualitativa das respostas dos discentes.



## 4. Considerações Finais

Como foi observado, ao longo deste trabalho, estudar a Astronomia é um motivador para aprendizagem de diversos assuntos que permeiam o dia a dia dos estudantes, assim como também, representa um tema totalmente interdisciplinar, podendo ser abordado por várias disciplinas além da Física. Isso enfatiza ainda mais a importância da presença da Astronomia no ensino. Destacamos que a Astronomia ainda é muito pouco abordada pelos docentes e que ela é uma área que gera um grande interesse dos discentes.

Durante todo desenvolvimento deste trabalho, seguiu-se uma linha de raciocínio com a finalidade de traçar um método em que o estudante pudesse participar, envolvendo-se e construindo, junto com o professor, o seu próprio conhecimento, levando sempre em consideração o seu conhecimento de senso comum. Não podemos deixar de ressaltar o quanto a Astronomia interessa ao público de uma forma geral, incluindo estudantes e professores, que se encantam ao contemplar o céu e passar a entender parte de seu funcionamento.

A astronomia, no contexto atual, é um tema muito discutido, inclusive nas redes sociais e instrumentos de comunicação global, fazendo com que muitos mal interpretem as notícias por falta de conhecimento no assunto. Com este trabalho, esperamos despertar interesse nos professores e, conseqüentemente, nos alunos, em investir, mais ativamente, no estudo de Ciências, e de forma interdisciplinar, fazendo ligações da Astronomia com diversas áreas do conhecimento, incluindo o conhecimento do dia a dia.

Percebeu-se, a partir da análise dos questionários aplicados neste trabalho, que ainda se tem pouco conhecimento a respeito da área, e isso atrapalha a compreensão de alguns pontos. Isso mostra a relevância do estudo da Astronomia.

Enfatizou-se que este estudo é uma parte de um processo extenso de ensino, em que se busca sanar algumas deficiências no aprendizado, dessa forma, tentando contribuir para o conhecimento da Física e da

Astronomia. Deve-se ressaltar que este estudo é incompleto, e, portanto, passível de colaboração e contribuições para o aperfeiçoamento do trabalho docente.

## Agradecimentos

Agradecemos ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), em especial ao Polo 51 pelo financiamento.

## Referências

AMARAL, P., & OLIVEIRA, C. E. Q. V. de. ASTRONOMIA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS: UMA ANÁLISE DO PNLD 2008. **Revista Latino-Americana De Educação Em Astronomia**, n.12, p. 31-55, 2011. <https://doi.org/10.37156/RELEA/2011.12.031>.

ALBRECHT, T. D. **Atividades Lúdicas No Ensino Fundamental: Uma Intervenção Pedagógica**. UCDB — Campo Grande — MS, 2009. <https://site.ucdb.br/public/md-dissertacoes/8072-atividades-ludicas-no-ensino-fundamental-uma-intervencao-pedagogica.pdf>.

ALMEIDA, G. **O professor que não Ensina**. São Paulo: Summus, 1986. ISBN 9788532302427.

ANDRADE, M. H. de P. *et al.* Ciência e Vida. Belo Horizonte: Dimensão, 2007. [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Avalmat/pnld2007\\_ciencias.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Avalmat/pnld2007_ciencias.pdf).

BATISTA, L. A.; D'ÁVILA, C. M. A ludicidade como princípio formativo. **Interfaces Científicas — Educação, Aracaju**, v. 1, n. 2, p. 41-52, fev. 2013. <https://doi.org/10.17564/2316-3828.2013v1n2p41-52>

CANIATO, R. Astronomia e Educação. **Liga Iberoamericana de Astronomía**, 1989. <https://silo.tips/download/astronomia-e-educao>.

DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990. ISBN: 8524902868

FRIEDMANN, A. **Brincar: Crescer e Brincar — O resgate do jogo infantil**. São Paulo: Moderna, 1996. ISBN 9788516015756.

LUCKESI, C. **Avaliação em Educação**: Cortez, 2015. ISBN 8524926856



**CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DE FÍSICA SOBRE ENSINAR TEMAS  
CONTROVERSOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA**  
*PHYSICS TEACHERS' CONCEPTIONS OF TEACHING CONTROVERSIAL  
TOPICS IN BASIC EDUCATION*

*Lucielma Andrade Santos<sup>1</sup>, Tiago Nery Ribeiro<sup>2</sup>, Laélia Campos<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Departamento de Física do Campus de Itabaiana (DFCI), Universidade Federal de Sergipe (UFS), [lucielmaandrade2016@academico.ufs.br](mailto:lucielmaandrade2016@academico.ufs.br).

<sup>2</sup> Departamento de Física (DFI), Universidade Federal de Sergipe (UFS), [tnribeiro@academico.ufs.br](mailto:tnribeiro@academico.ufs.br).

<sup>3</sup> Departamento de Física (DFI), Universidade Federal de Sergipe (UFS), [lpbcampos@academico.ufs.br](mailto:lpbcampos@academico.ufs.br).

## **Introdução**

Inegavelmente a discussão do ensino de ciências passa por uma responsabilidade social, a preocupação do professor de ciências com questões sociais deve estar no escopo de suas habilidades, uma vez que prepara o futuro cidadão a olhar problemas que preocupam a sociedade e propor ideias para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia.

Para Akbulut e Demir (2020), os temas abordados em sala de aula devem envolver questões científicas e sociais juntas, conter dilemas sociais, não ter respostas definitivas e serem abertas à discussão, para assim, poder ser avaliada em muitos aspectos, não podendo facilmente chegar a uma conclusão.

Porém, trabalhar com temas que possam ter o potencial de gerar tais situações significa um desafio para o professor ao ensinar em sala de aula, pois além da sua formação, é necessário proporcionar aos alunos outras perspectivas, ou seja, baseado na racionalidade, conhecimento científico, deve ter aderência a fatos sociais, ambientais, culturais, éticos, políticos, econômicos e religiosos; os professores devem apresentar uma visão equilibrada sobre o tema.

Por isso, para que os objetivos sejam alcançados, faz-se necessário que os professores saiam do ensino tradicional ou aplicá-lo com menor ênfase e passe a utilizar-se do ensino de Temas Controversos em suas aulas, como forma de preparar, encorajar e educar os alunos para viverem em sociedade, que são cidadãos de hoje e de amanhã. Porém modificar a maneira como os professores apresentam a ciência pode não ser uma tarefa fácil, começando com uma alteração na mentalidade, que se reflita numa mudança das práticas ou estratégias de ensino, e do papel do professor na sala de aula. Passar a ter um papel fundamental de desempenhar na forma de promover, através da discussão de assuntos controversos, o desenvolvimento da independência de pensamento, trazendo para o ensino de Física como algo que contribui para uma formação de alunos para o desenvolvimento do pensamento crítico, da independência de pensamento e do raciocínio moral.

Dessa forma, o processo de aprendizagem baseado em temas controversos, trata-se de uma abordagem que privilegia a reflexão. A utilização de situações-problematizadoras também abordando questões reais parece permitir uma construção mais sólida de conhecimentos e uma reflexão sobre os processos sociais da ciência e da tecnologia, possibilitando argumentar e posicionar-se de maneira mais informada e responsável.

Diante desta perspectiva nos questionamos: os professores conhecem o que seria um tema controverso? Será que eles já trabalharam em algum momento com temas controversos em suas aulas de física? Neste estudo, objetivou-se identificar as concepções de professores de física sobre a

prática com temas controversos ao ensinar física na educação básica na cidade de Itabaiana/SE.

## **1. Fundamentação teórica**

### **1.1. O que é um Tema Controverso?**

A discussão sobre o que é controverso depende do que é visto como a essência da controvérsia. A própria natureza de algo ser uma questão controversa parece implicar três aspectos. Primeiro, que existem várias opiniões sobre o assunto, algumas das quais possivelmente baseadas em julgamentos de valor e não necessariamente em evidências empíricas. Muitas dessas opiniões são expressas publicamente ou em particular. Segundo aspecto é que cada opinião pode ser defendida de maneira lógica e racional usando qualquer evidência empírica, teórica ou princípios éticos apropriados. Terceiro, essa interação pode ocorrer entre grupos e indivíduos que mantêm essas opiniões divergentes (ABD-EL-KHALICK, 2013).

Os temas controversos têm sido fundamentais para as disciplinas das ciências sociais por muitos anos. Em nossa pesquisa encontramos três repetidas referências a eminentes educadores e pesquisadores de currículo, L. Stenhouse nos anos 70, R. F. Deardon e B. Stradling no início dos anos 80. O currículo do Reino Unido, liderado por L. Stenhouse na década de 1970, foi o mais influente. Stenhouse (1970) escreveu em seu trabalho:

uma questão controversa envolve um problema sobre o qual diferentes indivíduos e grupos exigem cursos de ação conflitantes.... por questão controversa, queremos dizer uma questão que divide estudantes, pais e professores porque envolve um elemento de valor-julgamento que impede que a questão seja resolvida por evidências e experimentos (STENHOUSE, 1970, p. 8-9).

Deardon (1981) classificou as questões controversas em duas categorias epistemológicas diferentes:

1 — As questões que ocorrem entre os próprios cientistas, ou seja, debates dentro da comunidade científica. Esta categoria também inclui as questões de natureza metafísica, como as que tratam de ciência e religião. Essas questões são denominadas de controvérsias científicas.

2 — Aquelas questões que ocorrem entre cientistas e o público em geral. A controvérsia sobre questão de valores, isto é, a correção e a injustiça dos valores associados a várias posições morais e éticas que não são resolvidas pelo método científico.

Porém, para Pederson (1992), cujo interesse é focado nos estudantes, a definição de controvérsia se concentra nas interações sociais do indivíduo e em suas respostas sociais a novos materiais ou ideais:

pode haver controvérsias quando as ideais, informações, conclusões, teorias ou opiniões de um aluno são incompatíveis com as de outro aluno ou quando ocorrem atividades incompatíveis e os alunos envolvidos tentam chegar a um acordo. Novas informações podem ser uma fonte de conflito conceitual quando as novas informações não se encaixem no que ele ou ela já conhece. (PEDERSON, 1992, p. 374).

No contexto da Ciências Tecnologia e Sociedade — CTS, as controvérsias se concentram nos aspectos sociais, morais e éticos de como a ciência afeta a vida das pessoas e o ambiente em que vivem. Tais debates sobre o impacto da ciência na sociedade não são apenas de natureza biológica, por exemplo, engenharia genética, mas também os encontrados em física e química, por exemplo, a energia nuclear (SILVA *et al.*, 2011).

Observando questões controversas sob essa perspectiva social, moral e ética, parece que, no momento, não existe uma maneira comum de resolver as questões. A realização de mais trabalhos e a coleta de mais dados não resolverão o problema. Usar metodologia científica pode não ser útil. De acordo com a definição de Dearden (1981), pode-se dizer que essas questões de CTS podem ser consideradas controversas, a menos que seja efetivamente demonstrado que todas as opiniões opostas com base social, moral ou ética são contrárias à razão.



Portanto, utilizando os temas controversos os alunos poderiam aprender sobre o impacto do conhecimento científico no debate social, moral ou ético e vice-versa. Assim, consideramos que assuntos que envolvam aspectos sociais, éticos e morais, de modo que opiniões contrárias possam ser mantidas sem que essas opiniões sejam contrárias à razão.

## **1.2. Ensinar temas controversos em sala de aula**

Abordar a ciência como um processo objetivo, isento de valores, que conduz a verdades absolutas, inquestionáveis, através da observação rigorosa de regularidades nos fenômenos, teorias e com estabelecimento de generalizações não nos parece adequado. Loucks-Horsley *et al.* (2003, apud DONALD *et al.* 2006) rejeitam a visão da ciência como um corpo estático de conhecimento e acreditam que o desenvolvimento profissional deve refletir a natureza verdadeiramente dinâmica da ciência real. Thomson e Zeuli (1999, apud DONALD *et al.* 2006), consideram que o desenvolvimento profissional contínuo deve trazer aprendizagem transformadora que envolve mudanças em crenças e conhecimentos profundamente sólidos e hábitos de prática pedagógicas.

Para isso, se faz necessário, por exemplo, que as escolas comecem a contribuir, apresentando situações de ensino atualizadas e contextualizadas, de forma a buscar metodologias que estejam mais inseridas a contemporaneidade da sociedade, a novas experiências no processo de aprendizagem que serviram como modelos poderosos para seu próprio ensino (STIGLER e HIEBERT, 1999, apud DONALD *et al.* 2006).

Essas metodologias devem estar inseridas em um ambiente de ensino e aprendizagem inovador, mas principalmente dialogado, que, segundo David Bridges (1979, apud HAND e LEVINSON, 2012), devem envolver-se em três condições básicas:

- (1) ambiente ao qual se possa apresentar mais de um ponto de vista sobre um assunto;

- (2) as pessoas devem estar, pelo menos, dispostas a examinar e responder aos diferentes pontos de vista apresentados;
- (3) deve-se ter a intenção de desenvolver conhecimento, compreensão e/ou julgamento sobre o assunto em discussão.

Porém, a articulação das concepções dos indivíduos no ambiente de discussão não é o bastante, faz-se necessário um conjunto de disposições ou princípios disciplinares que devem ser compartilhados por todos aqueles que participam e, principalmente, disponibilidade para a liberdade e o respeito pelo contraditório.

Para Hand e Levinson (2012), ao se ensinar temas controversos em sala de aula é necessário em primeiro lugar, uma discussão que propicie a compreensão de diferentes posições e a empatia com aqueles que a defendem, em segundo lugar, cultivar a capacidade, a inclinação e o envolvimento dos alunos na discussão dos temas.

Logo, é necessário fornecer oportunidades para que os alunos possam discutir o que está acontecendo na ciência em vez de apresentá-la baseada unicamente em teorias propriamente acabada e estática a mudanças.

## **2. Métodos e materiais**

Este estudo foi de natureza qualitativa, na qual foi utilizada um estudo de caso, que para Yin (2005), é uma inquirição empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, no qual os comportamentos relevantes não podem ser manipulados, mas onde é possível se fazer observações diretas e entrevistas sistemáticas.

A pesquisa foi realizada a partir de questionários enviados por formulário google, pois as visitas as escolas e as entrevistas com os professores não foram possíveis devido a pandemia da Covid 19. Os questionários foram elaborados com o objetivo de obter as concepções dos professores acerca do tema, porém, algumas limitações serão notadas, pois, como cita Yin (2005), a entrevista no estudo de caso não permite

generalizações das conclusões obtidas na coleta dos dados em relação a totalidade da população, uma vez que focaliza a atenção somente para uma parte dela.

A amostra foi composta por sete professores de física de escolas públicas do ensino médio do município de Itabaiana/Sergipe. Todos os participantes responderam ao questionário composto por quatro questões abertas, que teve por objetivo coletar as concepções dos professores sobre o que é um tema controverso, se já o utilizou em sala de aula como metodologia de ensino, se na grade curricular em vigor da disciplina física existe espaço para se trabalhar com temas controversos em sala de aula, e por último, se o professor se sente capacitado em trabalhar com temas controversos no cotidiano da sala de aula.

Os professores participantes foram codificados como A, B, C, ..., G. A análise de conteúdo foi utilizada para analisar os dados, para que, a partir da análise dos discursos dos professores, identificar relações e conceitos que podem explicar os dados coletados (BARDIN, 2011). Todos os dados citados são transcrições literais dos questionários respondidos.

### **3. Resultados e Discussões**

O primeiro questionamento foi: o que é para você um Tema Controverso? Seis professores definiram e apenas um nada respondeu. Dos que responderam, um professor atribui ao tema controverso o caráter de confrontar o conhecimento científico ao senso comum, quatro professores definiram o tema controverso como um tema que gera polêmica, controvérsia na sala de aula, como podemos evidenciar na resposta dos professores D e E:

*Um tema que gera uma discussão na sala de aula com vários pontos de vista. (professor D).*

*Para mim é aquele que gera uma certa discussão e até mesmo divergência (professor E).*

Tivemos um professor que, ao citar o tema controverso como gerador de polêmica em sala de aula, também afirmou que tem a potencialidade de despertar a capacidade crítica do aluno.

Embora tenha sido reconhecido pela maioria dos participantes da pesquisa o caráter obvio da controvérsia no tema controverso ao ser tratado na sala de aula, observamos que características mais inclusivas não foram identificadas, podendo demonstrar algum desconhecimento acerca do tema, pois, como cita Reis (2007), a ciência escolar é frequentemente apresentada como não problemática, livre de valores e não controversa, proporcionando uma imagem completamente distorcida do empreendimento científico e das suas relações com a tecnologia, a sociedade e o ambiente; de forma que recorre pouco à controvérsia como forma de promover o desenvolvimento de capacidades e atitudes consideradas importantes para a cidadania. (REIS, 2007, p. 128).

No segundo quesito perguntou-se: você já trabalhou com temas controversos em sala de aula? Dos sete que fizeram parte da pesquisa, um deles respondeu que já trabalhou, porém sem saber que se tratava de temas controversos. Três professores responderam que já trabalharam informalmente, que surgiram de forma natural durante a aula. Outros dois professores responderam que já trabalharam com tema controverso e citaram exemplo e a metodologia que utilizaram na abordagem desses temas, como podemos evidenciar nas respostas dos professores G e C:

*A implantação de usinas hidrelétricas e seus impactos ambientais.* (Professor G).

*Através de debates e dinâmica de grupos.* (Professor C).

A partir das concepções dos professores, evidenciamos que eles já trabalharam com temas controversos, porém de forma natural, ou seja, sem focar na importância dos temas como base para promover a criticidade dos estudantes. Isso pode estar atrelado a vários fatores, dentre eles podemos destacar: a falta de conhecimento dos professores acerca dos temas, ou até mesmo porque não conheçam a capacidade que estes temas têm em promover a aprendizagem dos estudantes. Para

Harrison (1993, apud REIS, 1999), o confronto destes temas constitui um processo conducente à formulação e à avaliação/reformulação de opiniões e de crenças, constituindo um elemento essencial na educação moral e na educação para a cidadania.

Então, podemos mensurar que os participantes da pesquisa possivelmente não vislumbram a potencialidade que os temas controversos podem desempenhar no processo de ensino e aprendizagem em sala de aula.

No terceiro quesito tivemos: na sua opinião, na grade curricular da disciplina de Física no sistema escolar em vigor, existe espaço para se abordar temas controversos da atualidade e de interesse dos alunos, que sejam capazes de gerar reflexão, motivação e a promoção do pensamento crítico? Dos sete que responderam, três deles responderam que não, devido a alguns fatores, como podemos observar nas respostas dos professores A, B e D:

*Pois a carga horaria de física é pequena para cumprir todo conteúdo curricular.* (professor A).

*Visto que a limitação de carga horária suprime boa parte do tempo que poderia ser usado de forma reflexiva da ementa anual.* (professor B)

*Pois temos uma carga horária muito reduzida. Na rede particular, como temos uma carga horária maior, é muito comum debatermos os assuntos com amplitude maior, gerando de certo modo uma discussão melhor sobre os assuntos.* (professor D)

O professor D respondeu que na grade curricular da disciplina de Física no sistema escolar em vigor não existe espaço para se abordar temas controversos, mas ressaltou que:

*O planejamento é do professor, temos vários temas que podemos abordar e despertar o senso crítico do aluno. Podemos falar de energia nuclear, povos indígenas, e despertar no aluno várias formas de se ver a ciência, ou seja, uma ligação entre várias disciplinas.* (professor D)

Os outros três professores responderam positivamente para questão, citaram exemplo de temas que poderiam ser trabalhados a controvérsia,

sendo um deles foco na responsabilidade no professor, como podemos evidenciar na resposta do professor F:

*Através dos temas contemporâneos transversais de acordo com a BNCC, a exemplo dos estudos sobre meio ambiente e ciência e tecnologia.* (professor F)

No processo de ensino e aprendizagem os professores necessitam sempre inovar e diversificar seus métodos e estratégias em sala de aula. Utilizar temas controversos não é só mais uma estratégia, mais relacionar todo o conhecimento adquirido com as questões sociocientíficas. Importante observar que, não seja apenas uma questão de tempo ou carga horária, mas de necessidade curricular no ensino de ciências que tem por objetivo as habilidades de pensamento crítico do aluno. Porém, a concepção dos professores nos mostra que, trabalhar com temas controversos:

*Requer maior dedicação do professor em pesquisar e se aprofundar no tema pretendido, muitas das vezes a obrigatoriedade de cumprir todo o currículo do ano acaba ofuscando a discussão de temas controversos, ou até mesmo a falta de tempo dos docentes para trabalhar tais temas em detrimento de outros, a maioria deles acabam por optar por não trabalhar com esses temas.* (Professor G).

Ao analisar as respostas dos participantes, podemos ressaltar a dificuldade com relação ao currículo, fato já apresentada por Rudduck (apud REIS, 1999), a partir da imagem associada a currículos extensos e pouco flexíveis. Essa barreira poderia ser removida se a mudança radical fosse realizada no currículo de ciências, em particular na disciplina de Física.

Porém, como alguns participantes ressaltaram, a grade curricular já possui temas que eles podem trabalhar e que podem ser classificados como controversos e serem abordados, mas o professor pode ter dificuldades que inclui: a complexidade da questão; a falta de familiaridade e conhecimento do professor sobre o assunto; preocupação de que a complexidade do tópico o tornará muito demorado para ser

tratado de forma abrangente; a pressão para ensinar outros aspectos mais “responsáveis” do currículo; e o medo de que o professor seja acusado de parcialidade (OULTON *et al.*, 2004).

O quarto questionamento foi: quais as suas concepções sobre a capacidade em trabalhar com temas controversos em sala de aula? Dentre os sete professores que responderam o questionamento, apenas o professor E respondeu positivamente, que pode ser identificada na sua fala:

*Acho que sim em alguns temas, principalmente aqueles relacionados a conhecimento específicos de física. Acho que precisaria participar mais de discussões envolvendo esse tema.* (professor E).

Os demais professores responderam que não se sentem preparados. Os professores D e F afirmaram que leram sobre o tema, porém o conhecimento é superficial.

*Já li muito sobre esses temas, mas, ainda preciso de formação mais focada nas especificidades desses temas.* (professor F)

*Preparado nenhum professor nunca está, o professor é na verdade um mediador nas conversas, acaba sendo uma troca de experiências professor aluno, claro com o professor mostrando conhecimento sobre o tema.* (professor D)

Os professores A, B e G evidenciaram fatores que denotam concepções acerca da competência em trabalhar com os temas controversos:

*Pois para que isso aconteça eu deveria ter cursos de formação que trabalhasse os temas controversos.* (professor A).

*Pois apesar de conhecer o tema, precisa-se de conhecimento de como fazer a abordagem da melhor maneira sem para amenizar as dificuldades encontradas na sala de aula, que além da falta de capacitação passa também pela questão da carga horária.* (professor B).

*Pois o pouco que sei sobre temas controversos e interdisciplinares eu procurei aprender por conta própria. Uma sugestão seria: Oferecer cursos de capacitação sobre esses temas tanto na rede municipal quanto na estadual de ensino básico para os docentes, tais cursos poderiam*

*contemplar parte de sua carga horária de forma remota para facilitar o acesso a eles.* (professor G).

Evidenciamos que os professores sentem uma necessidade de conhecer mais sobre os temas controversos e saber como devem ser abordados em sala de aula, então, para isso é necessário a capacitação dos profissionais da educação, para que os professores se sintam preparados a abordarem e adotarem como uma metodologia de ensino.

Porém, vale salientar, como cita Stradling (1984), que deve-se ter uma preocupação com a formação do professor e com os currículos dos cursos, mas na verdade, a partir de dados coletados em pesquisa e em observações na sala de aula, indicam que os temas controversos podem ser ensinados em situações menos diretivas de ensino, ou seja, pode-se dividir em grupos ou em classes de tutores em discussões menores de forma que os procedimentos dependam cada vez mais dos alunos, confiando a eles uma boa dose de aprendizagem experimental, incluindo dramatizações e simulações, e também experiências diretas por meio do envolvimento da comunidade, ou seja, para Stradling (1984) a capacitação pode ocorrer durante o próprio processo de aprendizagem, sendo uma alternativa para a ausência de formação dos professores.

#### **4. Considerações Finais**

Tornar os temas controversos como parte do sistema educacional é necessário, por isso, identificar as concepções dos professores acerca do conceito é determinante, quanto as respostas, principalmente sobre o que define tema controverso, não nos apresentou a característica da questão sociocientífica da mesma, não relacionando o assunto científico ao controverso e o social. Essa situação pode ser explicada pelo fato dos professores participantes da pesquisa demonstrarem em suas respostas terem pouco conhecimento acerca do tema.

O nível das concepções dos professores acerca dos temas controversos no processo de ensino e aprendizagem de física que podem dividir



frequentemente tanto os alunos quanto os professores em debate em sala de aula são de particular interesse para os sujeitos pesquisados, o que denota um importante oportunidade de inserção do tema nos cursos de formação de professores com o objetivo de melhorar a compreensão e o trabalho em sala de aula a partir de estratégias de ensino mais adequadas ao trabalho com temas controversos.

Os resultados da pesquisa nos parecem mostrar que os professores questionados reconhecem os benefícios em se trabalhar em sala de aula a partir de temas que englobem as relações sociais da ciência e, de alguma forma, tentam buscar maneiras de introduzir em suas práticas situações que possam envolver temas que sejam controversos, porém, suspeitamos que, mesmo isso sendo verdade, isto é realizado em um contexto de ensino tradicional, ou seja, os alunos tendem a ter poucas oportunidades de desenvolver as habilidades necessárias para questionar, discutir, gerar hipóteses, avaliar situações, encontrar evidências, realizar pesquisas, enfim, desenvolver um ambiente no qual seja necessário tomar decisões.

Do ponto de vista da pesquisa, abordar os temas controversos em sala de aula tem o potencial de permitir que a escola estreite ainda mais a complexa inter-relação entre ciência e sociedade e pode permitir que o futuro cidadão reconheça o seu verdadeiro papel, no entanto, conforme indicado pelos dados, faz-se necessários intensificar as políticas de formação continuada acerca do tema e a sua curricularização nos cursos de formação de professores.

## **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Pesquisa (COPES) da Pró-Reitoria de Pós-graduação e Pesquisa (POSGRAP) da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

## Referências

ABD-EL-KHALICK, F. Teaching With and About Nature of Science, and Science Teacher Knowledge Domains, **Science & Education**, v. 22, n. 9, pp. 2087-2107, 2013.

AKBULUT, H. I. e DEMIR, O. Science Teachers' Views of Socio Scientific Issues. **International Journal of Progressive Education**, Volume 16, Number 1, 2020.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

DEARDEN, R. F. Controversial issues and the curriculum, **Journal of Curriculum Studies**, 13 (1) pp. 37-44. 1981.

DONALD, S., GRAY & TOM B. Socio?scientific issues in science education: implications for the professional development of teachers, **Cambridge Journal of Education**, 36:2,171-192. 2006.

HAND M. e LEVINSON R. Discussing Controversial Issues in the Classroom. **Educational Philosophy and Theory**, Vol. 44, Nº. 6, 2012.

OULTON, C., DILLON, J. bB. & GRAC, M. M. Reconceptualizing the teaching of controversial issues. **International Journal of Science Education**, vol. 26, NO. 4, 2004, p. 411- 423.

PEDERSON, J. E. The effects of a cooperative controversy, presented as an STS issue, on achievement and anxiety in secondary science, **School science and Mathematics**, 92 (7) pp. 374-380. 1992.

REIS, P. R. Os Temas Controversos na Educação Ambiental. **Pesquisa em Educação Ambiental**, vol. 2, n. 1, — pp. 125-140, 2007.

REIS, P. R. A Discussão de Assuntos Controversos no Ensino das Ciências. **Inovação**, 12, 1999. 107-112.

REIS, P. & GALVÃO, C. Controvérsias Sócio-Científicas e Prática Pedagógica de Jovens Professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, — V10(2), pp. 131-160, 2005.

SILVA, F. D., Pessanha, P. R., & Bouhid, R. Abordagem do tema controverso Radioatividade/Energia Nuclear em sala de aula no Ensino Médio-Um Estudo de Caso. **VIII encontro nacional em pesquisa em educação e ciência**, Campinas, 2011.

STENHOUSE, L. **Curriculum Research and Development in Action**, London: Heinemann Educational Books. 1970.

STRADLING, The Teaching of Controversial Issues: an evaluation. **Educational Review**, Vol. 36, No. 2, 1984.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre, Bookman, 2005.



**ENSINANDO TÓPICOS DE ASTRONOMIA E CINEMÁTICA COM O USO  
DE APRESENTAÇÕES INTERATIVAS E ATIVIDADES COLABORATIVAS**  
*TEACHING ASTRONOMY AND KINEMATICS TOPICS USING INTERACTIVE  
PRESENTATIONS AND COLLABORATIVE ACTIVITIES*

*Felipe Nolasco*<sup>1</sup>, *Armstrong Lopes Fernandes*<sup>2</sup>, *Giuseppi Camiletti*<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), graduando em Física  
felipenolascoabreu@gmail.com.

<sup>2</sup> Escola Primeiro Mundo armstrong\_lopes@hotmail.com.

<sup>3</sup> Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Departamento de Física  
giuseppi.camiletti@ufes.br.

## **Introdução**

Esse trabalho apresenta um relato de atividades desenvolvidas e aplicadas em sala de aula, por um aluno de iniciação científica, autor principal deste trabalho, em colaboração com o professor de uma escola privada do município de Vitória-ES, um dos coautores deste trabalho. Elas tomaram como base a teoria da Motivação para aprender proposta por Bzuneck (2010). A utilização dos pressupostos desta teoria se fundamentou na problemática da baixa motivação em aulas de física no Ensino Médio apontada por diversos trabalhos (MARCHIORE; ALENCAR, 2009; CLEMENT; CUSTÓDIO; ALVES FILHO, 2014; ROSSI, *et al.*, 2020). Esta situação desperta preocupação, uma vez que pode prejudicar uma condição central na aprendizagem dos estudantes. Segundo Ausubel (2003), o aluno

deve, por algum motivo, ter uma predisposição para aprender de forma significativa um determinado conteúdo. Por outro lado, não aponta, em sua teoria, sugestões específicas para potencializar essa atitude dos alunos, principalmente daqueles que se mostram com pouca ou nenhuma motivação para aprender.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi desenvolver Apresentações Interativas e Atividades Colaborativas com o potencial de aumentar a motivação dos estudantes para aprender Física, tendo como base as orientações de Bzuneck (2010) sobre como motivar o aluno para aprender. As atividades desenvolvidas foram aplicadas com estudantes do Ensino Fundamental e os resultados da avaliação estão apresentados neste artigo.

## **1. Fundamentação teórica**

As orientações de Bzuneck (2010) podem ser apresentadas de forma resumida em quatro proposições: 1) As atividades propostas devem deixar claro ao aluno a utilidade dos conteúdos que serão estudados. Além de usar exemplos do cotidiano, é necessário mostrar onde o conteúdo a ser estudado será útil. 2) Deve-se fazer uso de embelezamentos para provocar o interesse, quebrar a mesmice, suavizar o caráter de obrigatoriedade, combater o tédio, entre outros. Segundo o autor, os embelezamentos podem incluir o uso de experimentos, conflitos cognitivos, novidades, interação com amigos, conteúdos atraentes, entre outros. 3) O material de ensino deve propor atividades desafiadoras aos alunos. O ser humano gosta de ser desafiado, mas o esforço necessário para vencê-lo não deve ser muito fácil, a ponto de não se configurar em um desafio, e nem muito difícil a ponto de parecer uma tarefa intransponível. Esta premissa também é válida para as atividades de uma disciplina aos alunos, tanto dentro da sala de aula, quanto nas tarefas para casa. 4) Por fim, professor deve fornecer feedback adequado às reações e demandas dos alunos nas diversas atividades em sala de aula. As respostas do professor (feedback) às demandas dos alunos podem afetar tanto o processo de aprendizagem

quanto a própria motivação. Se o aluno responde erradamente a alguma questão ou se manifesta de forma equivocada a algum assunto em discussão, o professor deverá sinalizar o erro ao aluno, para que ele não incorpore aquela concepção como se estivesse correta. Ao mesmo tempo, deve orientar o aluno onde e por que errou e o que é preciso para superar as dificuldades. Por outro lado, sempre que o aluno atingir os objetivos de aprendizagem, ou quando demonstrar que está no caminho correto, o professor deve elogiar e reconhecer o esforço do aluno.

## **2. Métodos e materiais**

As intervenções realizadas em sala de aula partem de uma ideia proposta pelo graduando, articulando Apresentações Interativas e Atividades Colaborativas. As Apresentações Interativas (AI) podem ser caracterizadas como discussões iniciais do conteúdo realizadas de forma teatral, a partir de uma temática, por meio de histórias reais ou fictícias, uso de experimentos, diálogos e desafios. O objetivo das AIs é instigar os alunos a ouvirem e participarem, tornando-os parte da cena, para que liguem os conceitos apresentados com aspectos evidentes em seus cotidianos, por meio de dúvidas, comentários, encenações e olhares atentos. Espera-se que a realização periódica dessas exposições criativas dos conteúdos estimule a motivação, o interesse e a curiosidade dos alunos para os diversos tópicos que serão tratados ao longo das aulas subsequentes. A principal influência para a estruturação das AIs se deve à participação do autor principal no projeto de extensão universitária denominada Show de Física da Ufes, ao longo dos anos de 2019 e início de 2020. O Show consiste de um formato teatral de apresentação de experimentos de Física em pequenas “sketches”, visando proporcionar a interatividade do público com os experimentos de forma descontraída e prazerosa. Outros dois mediadores (sonoplasta e backstage) ficam responsáveis pelos efeitos sonoros e luminosos, proporcionando um clima repleto de situações inesperadas, surpreendentes e curiosas na apresentação dos experimentos

(CAMILETTI e COELHO, 2020). Além disso, a literatura aponta diversas articulações entre Ensino de Física e teatro (BRAGA & MEDINA, 2010; DA SILVA, *et al.*, 2013; GIMENEZ, 2013), associando as práticas com a motivação, o aprendizado e o desenvolvimento de habilidades diversas. Porém, o elemento central que difere as Apresentações Interativas das demais abordagens pesquisadas, é que o professor é a figura que irá produzir o roteiro e atuar para os alunos. Diferente de um projeto desenvolvido pelos alunos ao longo de múltiplas aulas, as Apresentações Interativas se propõem a serem encenações temáticas breves realizadas pelo professor, motivando os alunos a participarem das aulas e aprenderem de maneira significativa. É importante ressaltar que, por poderem ser caracterizadas como embelezamentos (BZUNECK, 2010), as apresentações podem ser desinteressantes para estudantes já motivados e podem ser geradoras de interesse efêmero. Portanto, deve-se manter o objetivo formativo em foco, para que, além de divertir, elas também proporcionem um aprendizado de boa qualidade.

As Atividades Colaborativas (AC) são as aulas que dão sequência as AIs, mantendo e expandindo o tema da encenação e aprofundando os conteúdos associados a partir de resolução de desafios, estudos em grupos, montagem de experimentos, entre outros. Busca-se com elas manter o interesse e participação dos alunos, romper a mesmice do cotidiano escolar, combater o tédio e buscar leveza e alegria em sala. Neste sentido, ACs podem ser estruturadas seguindo diferentes referenciais metodológicos, tais como a proposta do Ensino por Investigação (CARVALHO, 2013), da Aprendizagem Baseada em Equipes (OLIVEIRA, ARAUJO e VEIT, 2016), entre outras.

Dessa forma, foram elaboradas e aplicadas duas Apresentações Interativas e suas respectivas Atividades Colaborativas, intituladas “o Sol desapareceu!” e “oficina dos pequenos veículos”, com o objetivo de motivar os alunos para o estudo dos conceitos de Física envolvidos nestas atividades.



## 2.1. Contexto de aplicação das aulas

As intervenções foram realizadas ao longo de sete meses (28 semanas letivas), sendo 19 ocupadas pelas atividades produzidas e 9 para aplicação de provas, simulados, e outras tarefas planejadas pelo professor ou pela escola. Um total de 52 estudantes, sendo 22 do sexo masculino e 30 do sexo feminino, participaram de todas as atividades, que ocorreram no contexto da disciplina obrigatória de Oficina do Conhecimento Científico. As aulas são de 50 minutos, porém são programadas para 40 minutos de duração, sendo os outros 10 para o deslocamento até o Espaço Maker (onde as aulas desta disciplina são ministradas) e retorno à sala. Neste, ficam à disposição dos alunos materiais, ferramentas, equipamentos e recursos para a montagem de protótipos, experimentos, objetos, entre outros. Ao longo da disciplina, o professor deve atuar como mediador das tarefas, introduzindo as atividades e roteiros, tirando dúvidas e aprofundando os conhecimentos elaborados pelos alunos. Estes, por sua vez, devem ser ativos na resolução dos problemas e responsáveis pela execução das atividades. As aulas foram aplicadas pelo próprio estudante de Iniciação Científica, com a colaboração e supervisão do professor da escola, inicialmente para três turmas (posteriormente reduzidas para duas, devido à incompatibilidade de horários) de sexto ano do Ensino Fundamental, de uma escola privada do município Vitória-ES voltada para à classe média-alta.

## 2.2. O Sol desapareceu!

A primeira Atividade Interativa foi voltada para o conteúdo de Astronomia, noções de distância e proporção. Uma condensação das falas do professor está disposta a seguir:

*É isso! Acabou! Nos restam apenas 8 minutos. Se eu soubesse que isso ia acontecer eu teria aproveitado melhor as minhas férias... O que? Você acha que eu tô maluco? A, claro...“eu ainda posso ver o Sol lá fora, isso não faz sentido”. Vocês sabem que a luz não é instantânea, né?! Sua velocidade*

*é 299.792.458 m/s. Isso é rápido, MUITO rápido, tão rápido que é capaz de dar sete voltas na Terra em apenas 1 segundo! Mas a velocidade da luz não é a única coisa grande nesse universo. Vocês sabem a distância do Sol até a Terra? Ela varia ao longo do ano, mas seu valor MÍNIMO é cerca de 147.100.000.000 de metros! Então, podemos calcular o tempo que a luz demora para viajar do Sol até a Terra. Fazendo as contas, você chega no resultado de 490,672784 segundos, ou 8,17 minutos. Isso significa que mesmo que o Sol tenha sumido há alguns minutos, nós ainda não saberíamos. Quando o Sol some, o último resquício da sua existência, seu último raio de luz, só chega a nós aproximadamente 8 minutos depois de ter sido emitido. O que vocês estão vendo pela janela não é o Sol, são imagens do seu passado. Bom, agora nos resta esperar. Se tudo escurecer, acabou. Mas se o cronômetro apitar e nada acontecer, estaremos salvos!*

Essa encenação durou 8 minutos em sala, com o professor interagindo com os alunos, questionando-os sobre o que estava acontecendo, e propondo que justificassem o porquê o Sol não poderia ter sumido, ou porque seria impossível saber a tempo. O restante da aula foi dedicado a dois momentos. O primeiro para dirimir dúvidas sobre a temática, com questões levantadas pelos alunos sobre velocidade da luz, viagem no tempo, buracos negros, sistema solar, cenários de desaparecimento do Sol e da Lua e o que aconteceria se isso ocorresse. O segundo foi uma pesquisa em grupos sobre a distância de cada planeta do Sistema Solar em relação ao Sol, para que os dados fossem usados nas aulas seguintes.

Após essa apresentação, iniciaram-se as Atividades Colaborativas, onde os alunos foram instruídos a construir uma escala de distâncias do Sistema Solar, usando uma moeda de 10 centavos para representar o Sol, fazendo uma proporção de seus diâmetros. A moeda foi colocada no centro da sala e em seguida foi solicitado aos alunos que respondessem quantos planetas eles achavam que orbitariam o Sol-moeda dentro da sala de aula naquelas condições. Um roteiro da atividade foi entregue para cada estudante, e nele deveriam ser preenchidas as informações solicitadas: O chute inicial de quantos planetas orbitariam o Sol-moeda

dentro da sala, as medidas de largura e comprimento da sala de aula, a distância da moeda até a parede mais próxima, a escala que seria utilizada (dividindo o diâmetro do Sol pelo da moeda), a distância de cada planeta até o Sol-moeda dentro da escala criada, e o número de planetas que orbitariam baseado no resultado das contas. Para a realização dessa atividade os alunos fizeram uso de uma fita métrica, além de poderem mover-se livremente pelo ambiente da sala para fazerem estimativas e previsões. A realização dessa tarefa, juntamente com uma discussão posterior com o professor sobre os resultados obtidos, levou 2 aulas.

A atividade que deu sequência a essas aulas não fazia parte do planejamento inicial, e foi sugerida pelo professor da escola. Nela, os estudantes foram instruídos na primeira aula a pintarem, em bolas de isopor (todas de mesmo tamanho), os planetas do Sistema Solar e o Sol, sendo uma bola de isopor para cada aluno (existindo assim, 2 ou 3 versões de cada astro). Na aula seguinte, eles foram levados para o pátio da escola. Nessa tarefa, os “sóis” se posicionaram em uma das extremidades do pátio, e os alunos que representavam cada planeta deveriam, em ordem (começando por Mercúrio e finalizando em Netuno), se posicionar a uma distância do Sol igual à calculada na escala da atividade anterior. Os alunos que representavam o mesmo planeta podiam discutir a distância antes de escolherem suas posições finais. Após o posicionamento de cada planeta, o professor usava uma fita métrica para verificar o resultado e reposicionar os alunos, caso necessário. Os posicionamentos foram concluídos quando a turma notou que Urano e Netuno não estariam localizados dentro da escola. A atividade foi finalizada com um diálogo entre o professor e os alunos, discutindo os resultados e respondendo as dúvidas levantadas. A execução dessa tarefa levou 2 aulas.

A terceira atividade, com duração de uma aula, consistiu do cálculo da proporção do diâmetro de cada planeta em relação ao Sol, visando responder quantas vezes maior o Sol é, quando comparado a cada planeta do Sistema Solar. Similar à primeira atividade, um roteiro foi entregue para o preenchimento dos resultados.

O conjunto total de atividades, envolvendo A encenação, criação da escala, reprodução da escala no pátio e cálculo das proporções entre planetas e o Sol levou 6 aulas.

### **2.3. Oficina dos Pequenos Veículos**

A segunda sequência foi voltada para cinemática (para a discussão de conceitos de posição, velocidade e aceleração, força e energia), constituída de uma Apresentação Interativa e de um modelo de relatório experimental. Na encenação, o professor entra na sala vestido como um mecânico de veículos, que explicará como a física é importante para a construção e manutenção dos automóveis, e que ajudará os alunos na criação de seus primeiros veículos em miniatura. Uma condensação das falas do professor nesta Apresentação está disposta a seguir:

*Sabe, houvera outrora em minha vida um período em que fui um mecânico. É uma profissão que requer muito esforço, experiência, cuidado, e física... muita física. Estudos dos ciclos termodinâmicos de motores, diversos componentes elétricos, direção hidráulica, além de toda a mecânica envolvida na construção e movimentação do veículo de forma efetiva. A lista se expande e vai muito além disso. Hoje eu queria mostrar para vocês algumas coisas que podemos aprender construindo um carro. E que forma melhor de fazer isso do que construindo um? Mas é claro que vocês não vão construir um carro real. Para o primeiro projeto de vocês, a tarefa será criar um carrinho. O tamanho pode ser pequeno, mas os fundamentos estão aqui. As rodas, o eixo, e a carcaça do carro. Pode não parecer, mas conhecimentos importantes da física se encontram nessa versão simplificada. Eu poderia dizer quais são, porém vai ser muito mais divertido ver vocês mesmo tentando descobrir. Então tomem suas partes, suas ferramentas, e mãos à obra.*

Após este momento inicial, iniciaram-se as Atividades Colaborativas, onde os alunos foram instruídos a desenvolver um relatório experimental do processo de planejamento, produção, e análise do funcionamento do

carrinho, de acordo com as seguintes orientações: 1. Introdução, com a definição das grandezas (deslocamento, velocidade, aceleração, força e energia), aplicação da temática no cotidiano, e discussões sobre energia sustentável no contexto de veículos. 2. Procedimento experimental, com a listagem de materiais necessários e elaboração do passo a passo da construção do carrinho. 3. Resultados, com a coleta de dados sobre o carrinho e seu movimento, como sua massa, velocidade média e aceleração. 4. Análise dos dados experimentais, com discussões sobre como cada componente do carrinho influenciou no seu funcionamento e quais foram os erros cometidos na construção. 5. Conclusão, com a síntese do que foi realizado, sugestões de modificações futuras para o carrinho, discussões sobre a física presente no processo, e como se deu a sinergia da equipe na atividade. 6. Referências bibliográficas utilizadas.

Foi dada autonomia aos grupos para desenvolver um modelo de sua preferência, mas deveriam seguir a ordem estabelecida no roteiro. Foi determinado também que o carrinho deveria contar com mecanismo de movimento autônomo, vedado o uso de qualquer tipo de motor elétrico. Todos os recursos do Espaço Maker ficaram disponíveis para uso, além de um computador ou notebook para a realização de pesquisas necessárias à construção do carrinho. Outro ponto importante foi o cronograma de aulas impresso no verso da folha com orientações para a elaboração do relatório, estipulando o avanço que os grupos deveriam apresentar a cada aula. Após a finalização da montagem, o professor representante da escola construiu uma pista com os alunos, abordando com eles o conceito de posição, com marcações na pista sinalizando marcos de distância. Posteriormente os estudantes apostaram corrida com os carrinhos nessa pista, estudando os conceitos de velocidade, aceleração, energia potencial e energia cinética. Essa parte da sequência levou 3 aulas para ser executada. O conjunto total de atividades, envolvendo a elaboração dos carrinhos e entrega do relatório experimental, levou 13 aulas.

### **3. Resultados e Discussões**

A coleta dos dados se deu pela observação atenta, discussão com o professor da escola e uso de um diário do professor (ZABALZA, 2002), com o registro das principais dificuldades e contratemplos na preparação das atividades para as aulas, e das próprias impressões do professor/pesquisador sobre a aplicação das atividades em sala de aula. Este instrumento é útil para a formação inicial e continuada de professores, trazendo possibilidade de evidenciar tanto aspectos da dinâmica da sala de aula quanto da pessoa e prática do professor.

Para avaliar os resultados das atividades desenvolvidas pelos estudantes, foi utilizada uma metodologia qualitativa de análise de dados. De acordo com Moreira (2009), o interesse está em uma interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos a suas ações em uma realidade socialmente construída, através de observação participativa, isto é, o pesquisador fica imerso no fenômeno de interesse. Neste trabalho, o professor que realizou as atividades junto aos alunos desempenhou personalidade dupla, uma vez que também foi o pesquisador participante da coleta e análise, além de ser um dos autores do presente artigo.

#### **3.1. O Sol desapareceu!**

O desenvolvimento desta Apresentação Interativa gerou forte interação aluno-aluno e aluno-professor, marcadas por discussões e busca de informações acerca da fantasia do desaparecimento do Sol. Alguns estudantes, que já tinham conhecimentos sobre a velocidade da luz, e como ela viaja no espaço do Sol à Terra, ficaram animados em saber responder aos questionamentos e avançar com a narrativa. Outros se surpreenderam com os dados apresentados e tentaram raciocinar o que eles implicavam para o movimento da luz, sua velocidade, e a distância que percorre no universo até chegar à Terra. Durante a encenação inicial, praticamente todos os alunos das 3 turmas se mostraram muito atentos e envolvidos com a apresentação do professor.

Nas aulas subsequentes, os alunos reagiram à entrada do professor com ânimo, com elogios a sua presença e comentários do tipo “o que vai desaparecer hoje, tio? A Lua?” e “hoje o Sol está aí? Vai desaparecer de novo?”. Além disso, piadas relacionadas a apresentação eram ditas nos corredores a caminho do Espaço Maker, durante a aula e também nos momentos pós-aula. Estes resultados sugerem que a Apresentação Interativa sobre o “desaparecimento” do Sol contribuiu para modificar a mesmice (BZUNECK 2010), para gerar um clima mais favorável em sala de aula e para o desenvolvimento das atividades nas semanas seguintes.

Nas Atividades Colaborativas, os cálculos necessários para a determinação da escala de distâncias e dimensões envolvidas no Sistema Solar causaram cansaço e reclamações, tomando um tempo superior ao planejado inicialmente (2 aulas ao invés de 1). Contudo, a análise das atividades desenvolvidas mostrou que todos concluíram os cálculos com êxito, sendo os poucos erros relacionados apenas ao uso de ponto ao invés de vírgula na escrita dos números e às subunidades de medida utilizadas.

Na representação das distâncias entre o Sol e os planetas do Sistema Solar em escala, no recinto do Espaço Maker (4,2 metros do centro até a parede mais próxima), os alunos descobriram que apenas 4 planetas poderiam ser alocados adequadamente na órbita do Sol-moeda, com Marte estando a 3,3 metros de distância. O quinto planeta estaria muito além dos limites da sala, a 11 metros de distância do Sol-moeda. Netuno, o planeta mais distante, deveria ser representado a 64 metros do Sol-moeda. Tais resultados levantaram discussões adicionais sobre o cinturão de asteroides e o tamanho que a sala deveria ter para representar as órbitas completas de todos os planetas, concluindo que seria um cubo de 128 metros de lado. Os alunos discutiram também a divisão dos planetas em 2 grupos (os rochosos e os gasosos) e o quão próximos os quatro primeiros planetas estão do Sol, quando comparados com os demais astros observados.

Os alunos se mostraram muito envolvidos com a atividade de desenhar um astro em uma bola de isopor e usá-lo para a aula no pátio. Houve

discordância das posições de uns em relação aos outros. Apesar de obterem resultados numéricos iguais e corretos na atividade anterior, a passagem desses valores abstratos para um ambiente real se mostrou um desafio aos estudantes. Notou-se que alguns deles tiveram dificuldades para associar os valores calculados com os que deveriam usar no pátio. Com o desenrolar das discussões e disposição espacial dos alunos, ao perceberem que a escola seria pequena demais para todos os planetas orbitarem o Sol, sugeriram a realização de uma atividade de campo com espaço suficiente para a conclusão da tarefa. Durante todo tempo, eles se mostraram focados na atividade, manifestando grande alegria ao acertarem as posições e surpresa com resultados não esperados. Mesmo aqueles alunos mais dispersos e apáticos durante algumas explicações do professor, se mostraram muito unidos e engajados nas discussões e realização das tarefas, evidenciando ser esta uma atividade motivadora aos estudantes na perspectiva defendida por Bzuneck (2010).

Na terceira atividade, de determinação da proporção do diâmetro de cada planeta em relação ao Sol, evitou-se a repetição excessiva de contas, dado o grande número de reclamações que ocorreu na primeira atividade de cálculos necessários para a determinação da escala de distâncias e dimensões envolvidas no Sistema Solar. Para isso, cada aluno foi orientado a escolher apenas um planeta para comparar com o Sol. Em seguida, o professor anotou no quadro o resultado de todos os alunos, comparando a proporção dos astros do Sistema Solar com objetos do cotidiano dos alunos. Como exemplo, se o Sol fosse uma bola de futebol, a Terra não passaria da escala de de um grão de areia. A atividade foi bem sucedida em sua aplicação, porém não gerou o mesmo nível de envolvimento que a atividade anterior.

### **3.2. Oficina dos Pequenos Veículos**

Durante a Apresentação Interativa, o aspecto que mais chamou a atenção dos alunos, de imediato, foi a vestimenta do personagem “hans” assumido pelo professor: Um macacão laranja, vestido pela metade, com uma



camisa branca e uma caixa de ferramentas. O personagem em si gerou brincadeiras e comparações sobre se ele e o professor (apelidado de “tio Nolasco”) seriam a mesma pessoa (ou pessoas diferentes muito parecidas), além de perguntas do tipo “o Hans vai voltar nas aulas seguintes?”. A encenação funcionou como um gatilho para o início da construção dos carrinhos, gerando grande expectativa nos alunos para as atividades subsequentes. Durante o primeiro mês de atividades, a turma manifestou grande ânimo pelas atividades, questionando sobre o funcionamento do carrinho, se haveriam corridas, se eles poderiam modificá-lo. No entanto, por problemas internos da escola, houve um atraso de aproximadamente três semanas na compra dos materiais necessários para construção do carrinho, levando a professor responsável a reestruturar as atividades e propor o desenvolvimento de um relatório experimental, cujas diretrizes já foram apresentadas na seção de Métodos e Materiais. Com o relatório, buscou-se cumprir um propósito formativo importante, o de ensinar aos estudantes como funciona um processo experimental, com objetivo claro e um relatório a ser produzido. Este ajuste no planejamento pode ter causado uma diminuição na expectativa dos alunos, uma vez que eles esperavam construir e utilizar seus carrinhos em miniatura de imediato. O processo de escrita do relatório acabou se estendendo por mais tempo que o esperado, totalizando quase dois meses de atividade.

Chegado o momento de construção dos carrinhos, os alunos utilizaram sugestões e orientações de sites e vídeos do Youtube. No entanto, a implementação das ações se mostrou bem difícil e desafiadora aos estudantes. A montagem das rodas dos carrinhos utilizado tampas de garrafa pet coladas com cola quente em palito de churrasco se mostrou inadequada, pois elas se soltavam com facilidade. Para tentar melhorar a resistência das rodas, os alunos tentaram furar as tampinhas para depois fazer a colagem, processo que também foi desafiador, gerando rodas descentralizadas.

A montagem da carroceria do carrinho a partir de cortes e dobragem de garrafas pet se mostrou de difícil operacionalização e utilidade. Para

veículos com carroceria de papelão, atravessá-lo horizontalmente para a inserção do eixo de palito de churrasco exigia precisão, para que ele não ficasse torto; alguns grupos amassaram o papelão irreversivelmente, sendo necessário substituí-lo e refazer todas as etapas que o envolviam; certos materiais não condiziam em tamanho e/ou qualidade aos utilizados nos vídeos; determinados alunos esperavam pelos professores para terem a aprovação antes de cada etapa da construção; certos grupos escolheram projetos que demoravam mais tempo para confecção do que o esperado; entre outros pequenos problemas que surgiram ao longo das aulas.

Nas aulas em que os carrinhos foram utilizados para aplicação dos conceitos de cinemática, foi construída uma pista de corrida em linha reta, com duas faixas. Discutiu-se os conceitos de posição, utilizando algumas marcações na pista como pontos de referência. Durante a corrida, foi medido o tempo gasto para cada carrinho concluir o trajeto, tendo como objetivo o cálculo da velocidade média do mesmo. A aceleração foi discutida a partir das indagações do professor sobre a mudança de velocidade do carrinho nos diferentes momentos da corrida. O conceito de energia potencial foi utilizado para explicar os mecanismos de acionamento dos carrinhos, que envolveu o uso de elásticos, molas e balões de ar. À medida que os carrinhos se moviam, foi discutida a transformação da energia potencial em energia cinética.

### **3.3. O Professor como sujeito em transformação**

Conforme já citado, a responsabilidade pelas atividades foi do professor efetivo da escola. Porém, o aluno de graduação em licenciatura em Física, em desenvolvimento de um trabalho de Iniciação Científica, produziu as sequências e acompanhou todas as aulas, fruto do relato deste trabalho. Trata-se, portanto, de um sujeito também em formação e transformação neste processo, cuja avaliação pessoal é apresentada a seguir, em primeira pessoa, em forma de depoimento:

*Para mim, os 3 fatores que se mostraram mais impactantes, para além das atividades desenvolvidas durante as aulas, foram 1) A cultura da*

*escola particular que não permite discussões de assuntos políticos e sociais (como gênero e sexualidade, desigualdade social, religião, entre outros) importantes para formação dos estudantes e podem resultar em punição, caso sejam fomentadas pelo professor. Embora esteja disponível um ambiente com ótima estrutura, riquíssima de espaços e instrumentos, me senti limitado quanto ao meu papel social de formação cidadã e crítica dos estudantes. 2) Os alunos de sexto ano me surpreenderam quanto ao nível de interesse, organização, participação e capacidade para a realização das atividades propostas. 3) As Apresentações Interativas se mostraram muito favoráveis para suscitar diversas curiosidades de debates acerca dos conceitos envolvidos, mas também tornaram as aulas mais divertidas, com alunos sorridentes em um ambiente descontraído, o que, para mim, é muito valioso.*

#### **4. Considerações Finais**

O objetivo principal deste trabalho foi desenvolver Apresentações Interativas e Atividades Colaborativas ao longo de uma disciplina para alunos do Ensino Fundamental, com o potencial de aumentar a motivação dos estudantes para aprender Física, tendo como base as orientações de Bzuneck (2010) sobre como motivar o aluno para aprender. Ao longo das aulas, foi possível constatar o esforço e envolvimento dos alunos para a realização das tarefas, o orgulho com os resultados alcançados em relação aos desafios propostos e as emoções positivas no decorrer das aulas. Diversas atividades foram capazes de manter os alunos focados, interagindo, produzindo, se dedicando e ficando ansiosos para aulas futuras. Segundo Bzuneck (2010), estes são indicadores de motivação dos alunos.

Por outro lado, houve momentos também de tédio, inércia, falta de interesse, apatia e baixa estima, principalmente devido a expectativas cumpridas com atraso, como foi o caso da compra dos materiais necessários à montagem dos carrinhos. Atividades de execução de

operações matemáticas mais demoradas também sugeriram uma menor motivação dos estudantes.

Os resultados positivos deste trabalho sugerem que a combinação de condições adequadas para o desenvolvimento das aulas, conhecimento da turma, planejamento cuidadoso e realização de atividades em sala aula a partir de orientações teórico metodológicas bem estabelecidas, podem produzir resultados consistentes e favoráveis para o aumento da motivação, e da conseqüente predisposição para aprender salientada por Ausubel (2003). Estas conclusões são muito valiosas, pois encorajam a continuidade da elaboração de Apresentações Interativas e Atividades Colaborativas para as aulas de Física no contexto do Ensino Fundamental.

## Referências

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma perspectiva Cognitiva**. 1. ed. Lisboa: Paralelo Editora, 2003.

BRAGA, M. A. B.; MEDINA, M. N. **O teatro como ferramenta de aprendizagem da física e de problematização da natureza da ciência**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 27, n. 2, p. 313-333, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2010v27n2p313>  
Acesso em: Outubro de 2022.

BZUNECK, J. A. Como motivar os alunos: sugestões práticas. In: Evely Boruchovitch; José Aloyseo Bzuneck; Sueli Edi Rufini Guimarães. (Org.). **Motivação para aprender: aplicações no contexto educativo**. 1ªed. Petrópolis: Editora Vozes, 2010, p. 13-42.

CAMILETTI, G.; COELHO, G. **Show de Física: contribuições para formação pessoal, acadêmica e profissional dos mediadores**. Revista Brasileira de Extensão Universitária, v. 11, n. 2, p. 213-225, 21 jul. 2020.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa (org). **Ensino por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. Cengage Learning. São Paulo. 2013

CLEMENT, L., CUSTÓDIO, J. F., ALVES FILHO, J. P. **A Qualidade da Motivação em Estudantes de Física do Ensino Médio**. Revista Electrónica de Investigación en Educación de Ciencias, vol. 9, n. 1. Pg. 84-95. (2014). Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2733/273331433006.pdf> Acesso em: agosto de 2022.

DA SILVA, F. T., DA SILVA, A. L. S., LEYVA-CRUZ, J. A., MILTÃO, M. S. R., ANDRADE-NETO, A. V. (2013). **O teatro como instrumento pedagógico para o Ensino de Física**. Caderno de física da UEFS. p. 43-55. 2013 Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Juan-Leyva-Cruz/publication/273634704\\_O\\_Teatro\\_como\\_Instrumento\\_Pedagogico\\_para\\_o\\_Ensino\\_d\\_Teatro-como-Instrumento-Pedagogico-para-o-Ensino-de-Fisica.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Juan-Leyva-Cruz/publication/273634704_O_Teatro_como_Instrumento_Pedagogico_para_o_Ensino_d_Teatro-como-Instrumento-Pedagogico-para-o-Ensino-de-Fisica.pdf) Acesso em: Outubro de 2022.

OLIVEIRA, T. E., ARAUJO, I. S., VEIT, E. A. **Aprendizagem Baseada em Equipes (Team-Based Learning): um método ativo para o ensino de física**. Caderno Brasileiro de Ensino de física, 33(3), 962-986. 2016

GIMENEZ, Hercules. **Teatro científico: uma ferramenta didática para o ensino de Física**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais). Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Cuiabá, 2013. Disponível em: <http://ri.ufmt.br/handle/1/1872> Acesso em: Outubro de 2022.

MARCHIORE, L. W. O. A., ALENCAR, E. M. L. S. **MOTIVAÇÃO PARA APRENDER EM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**. Campinas: Educação Temática Digital, v.10, pg. 105-123. (2009) Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/937/952> Acesso em: agosto de 2022.

MOREIRA, M. A. **Pesquisa em Ensino: Métodos Qualitativos e Quantitativos**. 2009. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/moreira/Subsidios11.pdf>>. Acesso em novembro de 2022.

ROSSI, T., TREVISOL, A., DOS SANTOS-NUNES, D., DAPIEVE-PATIAS, N., VON HOHENDORFF, J. **Autoeficácia geral percebida e motivação para aprender em adolescentes do Ensino Médio**. Acta Colombiana de Psicología, 23(1), pg. 245-253. (2020) Disponível em: <http://doi.org/10.14718/ACP.2020.23.1.12> Acesso em: agosto de 2022.

ZABALZA, M.A. Os diários de classe dos professores. **Pátio**. v. 6, n.22, p.14-17. 2002.

**O PROCESSO DE DESCOBERTA POR MEIO DE UM EXPERIMENTO  
USANDO APENAS UMA RÉGUA**  
*THE PROCESS OF DISCOVERY THROUGH EXPERIMENTING USING A  
RULER ONLY*

*André Maurício Brinatti<sup>1</sup>, Silvio Luiz Rutz da Silva<sup>2</sup>, André Vitor Chaves  
de Andrade<sup>3</sup>, Jeremias Borges da Silva<sup>4</sup>*

<sup>1,2,3,4</sup> Departamento de Física, MNPEF (Polo35 — UEPG), Universidade Estadual de  
Ponta Grossa (UEPG) brinatti@uepg.br, rutz@uepg.br, avca@uepg.br, silvajb@uepg.br.

## **Introdução**

O relato que se apresenta neste trabalho é de uma prática experimental aplicada em uma aula na disciplina de Ensino de Física I (EFI) do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa. A EFI é obrigatória, anual com carga horária semanal de 2h perfazendo um total de 68 h no ano, e tem em sua ementa os vários enfoques das abordagens de ensino e aprendizagem (BRINATTI; SILVA; SILVA, 2014; UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA (UEPG), 2022). De maneira geral, no percurso da disciplina, antecedendo cada enfoque abordado, o docente propõe uma atividade que possibilite exemplificar elementos do respectivo referencial teórico que será desenvolvido na sequência da disciplina. Obviamente, e apesar de ser este o foco, durante todo o percurso da disciplina, frequentemente e sempre que possível, o docente faz referência a uma determinada atividade realizada anteriormente,

mostrando elementos de outros referenciais teóricos, de forma que as atividades propostas na disciplina não são estanques e atreladas a um único referencial adotado, mas que em um primeiro momento foi útil para exemplificar e ou apontar elementos de uma dada abordagem.

Isto posto, a atividade apresentada neste relato é uma proposição direcionada aos estudantes para encontrar uma forma de medição dos seus reflexos, na realidade os seus atos voluntários e não os atos reflexos, com o uso de um único instrumento dado a eles, uma régua. Ressalta-se também que a atividade experimental propriamente apresentada neste relato não é nenhuma novidade, uma vez que é possível encontrar vídeos explorando a atividade na internet, bem como explorada em aulas ou também em forma brincadeiras. No entanto, esta atividade é apresentada como uma prática experimental que tem como foco a exemplificação do processo da descoberta, do currículo em espiral e da estrutura e forma de conhecimento sobre o assunto segundo a teoria de ensino de Bruner (LEFRANÇOIS, 2015; GOI; SANTOS, 2018; LEÃO; GOI, 2021; MOREIRA, 2022).

E, ainda, este relato tem como base a experiência do docente e suas observações das ações dos estudantes durante todos estes anos em que a atividade foi aplicada, mais precisamente esta atividade é aplicada desde 2004 na EFI e trabalhada com o mesmo docente, além da discussão com os colegas docentes que fazem parte da equipe envolvida com o Curso de Licenciatura em Física.

## **1. Fundamentação teórica**

Como base no que foi mencionado anteriormente, o referencial teórico de ensino e aprendizagem adotado é a teoria de ensino de Bruner, porém, com destaques para o processo da descoberta, o currículo em espiral e a estrutura e forma de conhecimento sobre o assunto (LEFRANÇOIS, 2015; GOI; SANTOS, 2018; LEÃO; GOI, 2021; MOREIRA, 2022).

O ponto de partida da atividade é uma proposição em que os estudantes devem encontrar a solução da situação problema. Desta forma,



a situação deve ser percebida por eles como algo a descobrir cuja solução pode ocorrer por meio de exploração de alternativas sempre guiada pelo docente e a aprendizagem, então, se torne mais significativa e relevante (LEFRANÇOIS, 2015; GOI; SANTOS, 2018; LEÃO; GOI, 2021; MOREIRA, 2022).

O currículo em espiral, que diz respeito a viabilização do assunto por vezes em diferentes níveis de complexidade e em diferentes formas de representação (LEFRANÇOIS, 2015; GOI; SANTOS, 2018; LEÃO; GOI, 2021; MOREIRA, 2022), é também um elemento que fica evidente nesta atividade, uma vez que a solução da situação envolve conceitos, princípios e relações de Movimento Retilíneo Uniformemente Variável, mais precisamente, de Queda Livre. De fato, o docente tem como premissa que os estudantes trazem os conceitos envolvidos na solução, por isso, pode-se dizer que a atividade leva a retomada dos assuntos porque, após a discussão, há a formalização da solução por meio do modelo e as considerações necessárias para o seu uso na experimentação.

E por meio da solução e aplicação, pode-se perceber que o modelo de Queda Livre e as condições para a experimentação trazem as três características fundamentais da estrutura e forma do conhecimento do assunto: forma de representação utilizada, economia e potência efetiva (LEFRANÇOIS, 2015; GOI; SANTOS, 2018; LEÃO; GOI, 2021; MOREIRA, 2022). Neste sentido, a representação simbólica, a desejada em princípio, está relacionada a abordagem do modelo de Movimento Retilíneo Uniformemente Variável; a economia na representação está atrelada ao uso do modelo e a expressão de Queda Livre para a solução do problema; e a potência efetiva aparece pelo percurso necessário adotado do início da atividade ao fim, ou seja, da busca da solução do problema, da solução e da sua aplicação, ou seja, na totalidade da realização da atividade.

Levando em consideração a interpretação do tema de física abordado no experimento, como ponto de partida e para lançar mão do currículo em espiral, tem-se o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado de uma partícula em uma dimensão (TIPLER; MOSCA, 2009; HEWITT, 2011; HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016), na direção horizontal, escolhida

como direção do movimento, da esquerda para direita sendo o sentido adotado como positivo cujo valor da posição aumenta, e que é regido pela equação horária do movimento dada por

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2, \quad (1)$$

onde  $x$  é a posição final da partícula,  $x_0$  é a posição inicial da partícula,  $v_0$  é a velocidade inicial da partícula,  $a$  é a aceleração da partícula e constante, movimento uniformemente variado,  $t$  é o tempo, todas as variáveis consideradas em unidades no Sistema Internacional. E por se tratar de um movimento unidimensional, onde a direção e o sentido foram definidos inicialmente, a Eq. (1) apresenta as componentes escalares das grandezas vetoriais envolvidas.

E que deste movimento e da Eq. (1), pode-se transpor para o movimento de Queda Livre (TIPLER; MOSCA, 2009; HEWITT, 2011; HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016), modelo coerente com a solução, uma vez que, nas condições da proposta, pode-se desprezar o atrito com o ar. Então, a Eq. (1) torna-se

$$y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2, \quad (2)$$

onde, se admite o movimento unidimensional na direção vertical, no sentido de cima para baixo, este adotado como sentido positivo cujo valor da posição aumenta,  $y$  é a posição final da partícula,  $y_0$  é a posição inicial da partícula,  $v_0$  é a velocidade inicial da partícula,  $g$  é a aceleração da partícula e constante, movimento uniformemente variado,  $t$  é o tempo, todas as variáveis consideradas em unidades no Sistema Internacional. E, como antes, por se tratar de um movimento unidimensional, com a direção e o sentido definidos, a Eq. (2) apresenta as componentes escalares das grandezas vetoriais envolvidas.

E ainda, considerando que a partícula é abandonada da origem, então  $v_0 = 0$  e  $y_0 = 0$  e a Eq. (2), é escrita como

$$y = \frac{1}{2}gt^2. \quad (3)$$

E por meio da Eq. (3) é possível determinar o tempo de Queda Livre de uma partícula da seguinte forma

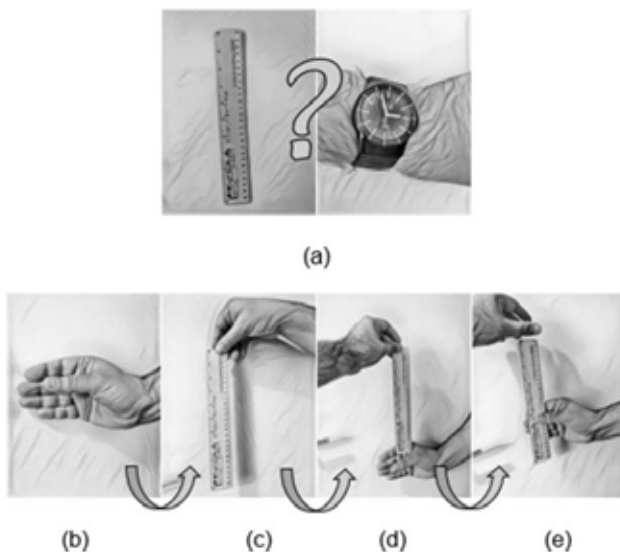
$$t = \sqrt{\frac{2y}{g}}. \quad (4)$$

Vale lembrar que uma alternativa a Eq. (4) é usar o fato de que é importante a variação da posição da partícula, ou seja,  $\Delta y = y - y_0$ , que é associada ao deslocamento da partícula, este que tem magnitude, valor da componente escalar, dada pelo valor de  $\Delta y$ , está na direção vertical e no sentido de cima para baixo, conforme previamente adotado. Então, a partícula não precisa necessariamente partir da origem, isto é, e  $y_0 \neq 0$  e a Eq. (4), pode ser expressa por

$$t = \sqrt{\frac{2\Delta y}{g}}. \quad (5)$$

E na perspectiva que a solução da proposição seja uma atividade experimental proposta pelos estudantes de acordo com esquema mostrado na Figura 1.

Figura 1 — Proposição e seqüência para o experimento: (a) proposição, (b) mão em forma de pinça do indivíduo que será testado, (c) régua suspensa por outro indivíduo e na posição correta, (d) situação inicial do processo de queda da régua indicando como as mãos dos indivíduos devem ser posicionadas, (e) fim do processo de queda a régua.



Fonte: Elaboração própria (2022).

Para que ocorra a transposição dos conceitos, princípios e relações envolvidos na solução da proposição e na respectiva atividade experimental, não se pode deixar de mencionar que é necessário reforçar que o atrito com o ar pode ser desprezado porque o movimento analisado tem uma duração muito pequena. Também, deve-se admitir que o ponto material que se desloca é um ponto da régua, que pode ser tomado como o início da régua, o zero de sua escala, por exemplo, de acordo com a Figura 1, ou qualquer outro ponto, mas se deve escolher um ponto, uma vez que a régua irá se movimentar em relação as mãos de quem irá pegá-la, ou seja, o indivíduo que será testado. Assim, admitindo que o ponto material está localizado no zero da régua, usa-se a Eq. (4) para determinação do tempo, de outra forma, deve-se usar a Eq. (5).

## 2. Métodos e materiais

Foi mencionado anteriormente que a atividade experimental necessita somente de uma régua de acrílico ou de madeira de 30 cm, podendo ser maior, e no mínimo dois indivíduos para testagem. Mas preferencialmente deve-se trabalhar com equipes para garantir a discussão durante todo o processo.

Com o objetivo de levar os estudantes a uma descoberta, a atividade tem como título a pergunta inicial que é: Como medir seus reflexos com uma régua?

Assim, o docente inicia a atividade fazendo a indagação mostrando uma régua. Ele alerta que a régua deve ser o único instrumento a ser usado na experimentação da aula, que o processo de validação do uso dela como medidor dos reflexos de um indivíduo deve ser por meio dos integrantes das equipes e da turma, que a solução encontrada deve ser justificada com os conceitos, princípios e relações de física, e esclarece que o termo — reflexos — de que se trata a pergunta, são as reações consideradas voluntárias, atos voluntários, e não as involuntárias, os atos reflexos, propriamente.

Para que eles possam descobrir a solução da proposição, ou seja, do problema, o docente os deixa à vontade para refletir, discutir e encontrar a solução, no entanto, ele vai as equipes para sondar as proposições que surgem. Esta sondagem é com os propósitos de alertar os estudantes de que o único instrumento a ser usado é uma régua e a testagem da solução encontrada será por meio dos integrantes das equipes, de orientá-los caso estejam no caminho certo, ou caso estejam divagando em relação a proposição, ou seja, as intervenções do docente são para que a descoberta ocorra, evitar escolhas demasiadamente aleatórias e decorram desistências.

Após um certo tempo, aproximadamente meia hora, e depois do docente verificar que a maioria das equipes chegou na solução, ou muito próxima da solução, há a exposição das soluções para a turma. Então, com base na exposição de cada equipe e de forma mediada o docente

faz uma síntese da discussão. Nesta síntese, ele lança mão do currículo em espiral e da representação simbólica, uma vez que eles tiveram que resgatar os conceitos relativos ao Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, à Queda Livre, reconhecer relações, supor que a resistência do ar, no caso do experimento, poder ser desprezada, ou seja, descobrir a solução.

Na sequência da atividade, o docente propõe para que os estudantes façam a testagem da solução encontrada e, neste momento, pode-se inferir que é necessário a economia na representação do conhecimento sobre o assunto, uma vez que, para a determinação do tempo de reação, os estudantes devem usar a Eq. (4) ou a Eq. (5). Além disso, para a testagem entre os indivíduos, eles devem decidir o modo de coletar os dados, quantas repetições para cada indivíduo, a forma de tabulação dos dados e seu respectivo tratamento, possíveis erros e desvios. O procedimento é discutido em equipe e, novamente, o docente se faz presente para mediar as ações e corrigir as rotas. Esta etapa tem uma duração de aproximadamente meia hora. Ao final, eles apresentam os resultados para a turma, momento que se faz uma discussão geral.

Para finalizar a atividade, o docente pode mostrar, ou construir junto com os estudantes, a Tabela 1 que traz os dados que relacionam as variações da posição da régua com o tempo de reação. Vale notar que a Tabela 1 foi construída com variações de 0,025 m, considerando que este valor é adequado porque é a largura do polegar em média quando pressionado ao pegar uma régua, adotou-se  $g = 9,8 \frac{m}{s^2}$ , e o uso da Eq. (5). Em seguida, com a régua, o docente repete a experiência com novas medições entre os estudantes e, a cada medida, faz a leitura do valor de tempo na Tabela 1. Obviamente que no processo de leitura, o docente estabelece que há um erro para mais ou para menos e o leitor deve considerar a largura do dedo e, ainda, tomar como referência o lado superior, o inferior ou o meio do polegar, considerando este o mais paralelo possível a largura da régua. Neste fechamento vem à tona a representação simbólica, a economia e a potência efetiva que são as

três características da estrutura e forma do conhecimento do assunto e, também, o currículo em espiral.

Tabela 1 — Relação entre a variação da posição da régua e o tempo de reação.

Varição da posição (m):	Tempo de reação (s):
0,025	0,071
0,050	0,101
0,075	0,124
0,100	0,142
0,125	0,160
0,150	0,175
0,175	0,189
0,200	0,202
0,225	0,214
0,250	0,226
0,275	0,237
0,300	0,247

Fonte: Elaboração própria (2022).

Vale lembrar que no decorrer da atividade o docente faz uso do processo da descoberta, do currículo em espiral e da estrutura e forma de conhecimento sobre o assunto, porém, não associa esses elementos à teoria de ensino de Bruner. De fato, a abordagem com foco na teoria de ensino ocorre na aula seguinte com a discussão mediada pelo docente buscando exemplificar os elementos citados e que são resgatados da atividade relatada no presente trabalho.

A avaliação da proposição tem como base a experiência do docente e suas observações das ações dos estudantes durante todos estes anos em que a atividade foi aplicada e a discussão com os colegas docentes.

### 3. Resultados e Discussões

Em linhas gerais, ao fazer a indagação, muitos estudantes não entendem de fato a proposição, ou entendem, mas não sabem como começar, alguns ficam esperando mais informação, outros se espantam, mas dificilmente alguém quer desistir.

Um fato interessante de registrar é a tendência bem frequente dos estudantes quererem usar algo além da régua.

Também há estudantes com a solução porque tiveram contato via algum vídeo disponível, ou algo similar, ou conhecem como uma brincadeira. Deste grupo, em sua grande maioria há desconhecimento de que se trata de Queda Livre, ou seja, raramente algum estudante associa de imediato a proposição com a física envolvida.

É interessante ressaltar que durante o processo e com a discussão em equipe e ou em turma a atividade se desenrola de forma que muitos se surpreendem com a solução encontrada, começam a dar indícios que estão revendo e reforçando o entendimento sobre Queda Livre de uma forma mais significativa e, ao final, percebe-se que há uma certa satisfação em chegar à solução da proposição.

Para alguns estudantes, a Eq. (4) ou a Eq. (5) não é mais uma fórmula, mas torna-se um modelo de solução para um problema e aplicação. Isto pode ser percebido quando há a associação da escala da régua com os tempos indicados na Tabela 1 porque eles não apresentam dificuldades em admitir que a régua se tornou um medidor de tempo de reação. Na aula seguinte, em que é abordada a teoria de ensino de Bruner, a exemplificação do processo da descoberta, do currículo em espiral e da estrutura e forma de conhecimento sobre o assunto fica facilitada ao resgatar o percurso da atividade do presente relato.

#### **4. Considerações Finais**

De fato, nem todos os estudantes inicialmente entendem a proposição, ou não sabem por onde começar, há aqueles que se espantam, os que esperam mais informação, ou querem usar algo além da régua e aqueles que conhecem a solução porque tiveram contato por algum meio como em uma brincadeira.

Em linhas gerais, no início os estudantes não associam a proposição à Queda Livre. Porém, durante o processo mediado pelo docente, evidencia-



se que os estudantes reconhecem o modelo proposto como solução, uma vez que há uma revisão do tema, assim, destacando-se o currículo em espiral. Também é aparente a motivação, seguida de satisfação da descoberta deste modelo para a solução da proposição e sua respectiva aplicação na perspectiva da representação simbólica, da economia e da potência efetiva, características da estrutura e forma do conhecimento sobre Queda Livre e indícios de aprendizagem.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001. Agradecimentos à Universidade Estadual de Ponta Grossa pelo apoio recebido.

## Referências

BRINATTI, A. M.; SILVA, J. B.; SILVA, S. L. R. A prática da disciplina articuladora na Licenciatura em Física. In: GOES, G. T.; CHAMMA, O. T. (Org.) **Arquitetura da Prática: interação do saber-fazer nas licenciaturas**. ed. atual. Ponta Grossa: UEPG, 2014. p. 137-150.

GOI, M. E. J.; SANTOS, F. M. T. Contribuições de Jerome Bruner: aspectos psicológicos relacionados à resolução de problemas na formação de professores de ciências da natureza. **Ciências & Cognição**, v. 23, n. 2, p. 315-332, 2018. Disponível em: [http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/1477/pdf\\_124](http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/1477/pdf_124) . Acesso em: 01 nov. 2022.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Movimento Retilíneo. In: HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Mecânica**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. p. 13-39.

HEWITT, P. G. Movimento Retilíneo. In: HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 11 ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. p. 35-50.

LEÃO, A. F. C.; GOI, M. E. J. Um olhar na teoria da aprendizagem de Bruner sobre o ensino de Ciências. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, e367101321214, 2021. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21214> .

LEFRANÇOIS, G. R. Três teorias cognitivas: Bruner, Piaget e Vygotsky. In: LEFRANÇOIS, G. R. **Teorias da aprendizagem: O que a velha senhora disse**. 5 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015. P. 219-273.

MOREIRA, M. A. A teoria de ensino de Bruner. In: MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 3. ed. ampl. Rio de Janeiro: LTC, 2022. p. 72-83.

TIPLER, A. P.; MOSCA G. Movimento em uma dimensão. In: TIPLER, A. P.; MOSCA G. **Física para cientistas e engenheiros: Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. p. 27-62.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA (UEPG). **Curso de Licenciatura em Física: Currículo 7**, 2009. Ponta Grossa: UEPG, 2020. Disponível em: [https://www2.uepg.br/prograd/wp-content/uploads/sites/19/2021/06/Matriz-Curricular\\_Lic-Fisica\\_SITE.pdf](https://www2.uepg.br/prograd/wp-content/uploads/sites/19/2021/06/Matriz-Curricular_Lic-Fisica_SITE.pdf). Acesso em: 01 nov. 2022.

**PROJETO UNIVERSIDADE ABERTA 2022: UM LABORATÓRIO  
DIDÁTICO PARA FORMAÇÃO DO PROFESSOR**  
*A DIDACTIC LABORATORY FOR TEACHER TRAINING*

*Richard Campos Vilhena Fonseca<sup>1</sup>, Marcus Vinicius Oliveira Dantas<sup>2</sup>,  
Amanda Karine da Conceição Lima<sup>3</sup>, Anouí Montoril Veiga Siqueira<sup>4</sup>,  
Rubens Silva<sup>5</sup>*

<sup>1</sup> FACFIS, UFPA, richardfonseca207@gmail.com.

<sup>2</sup> FACFIS, UFPA, amanda.conceicao.lima@icen.ufpa.br.

<sup>3</sup> FACFIS, UFPA, marcusvodantas@gmail.com.

<sup>4</sup> FACFIS, UFPA, anoui.siqueira@icen.ufpa.br.

<sup>5</sup> FACFIS, UFPA, rubsilva@ufpa.br.

## **Introdução**

O Projeto Universidade Aberta, mais conhecido como PUA, é um curso pré-vestibular gratuito voltado para alunos da rede pública com alta vulnerabilidade social e cujas dificuldades não lhes oferecem condições de renda para ingressar em um cursinho particular. O projeto teve origem em meados de 2002 por meio do grupo PET-Física da UFPA estendendo-se até o presente momento com significativas mudanças com o decorrer do tempo necessarias para adequação aos conteúdos do vestibular. Atualmente a inscrição é realizada pela internet e confirmada mediante a doação de um quilograma de alimento não perecível — doados para instituições de caridade posteriormente. Por fim, os inscritos participavam

de uma seletiva no formato de prova escrita e aqueles aprovados estavam habilitados a participar das aulas — ocorridas no campus básico da UFPA.

A princípio, o PUA oferecia apenas a disciplina de física, ministrada pelos próprios bolsistas do programa. No decorrer dos anos, o projeto ganhou visibilidade e começou a ter como parceiros outros PET's da UFPA e professores voluntários. Com isso, passaram a ser ministradas outras disciplinas além da física. Atualmente, o PUA oferece todas as disciplinas necessárias para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), com exceção de língua estrangeira.

Além disso, o PUA também funciona como um grande laboratório didático-educacional, pois busca promover aos discentes das licenciaturas um primeiro contato com a sala de aula, a fim de prepará-los para o mercado de trabalho. Assim, as várias experiências entre professor e aluno obtidas ao longo do curso favorecem a criação de novas estratégias pedagógicas e maneiras inovadoras que podem ser agregadas em outras instituições de ensino.

## 1. Objetivos

Apresentar o Projeto Universidade Aberta (PUA) como cursinho preparatório para o vestibular e como laboratório didático de preparação dos cursos de Licenciatura que desejam ser futuros professores. Para tal perpassam as análises, os resultados de aceitação, preparação, formação cidadã.

## 2. Fundamentação teórica

Comênio (1657) já definia a pedagogia como “a arte de ensinar tudo a todos”, por meio de metodologias cientificamente válidas. Sua obra evidenciava que a didática que um bom professor possui não é provida de dom de nascença, mas a partir do preparo profissional que um professor recebe em uma instituição superior de ensino. Afinal, o

ensino não é algo próprio apenas de professores, pois educar é um ato característico da humanidade, pois as pessoas desde que nascem aprendem constantemente coisas umas com as outras. Porém, o indivíduo que se gradua em um curso de Licenciatura escolheu por se profissionalizar na área da educação e transmitir a uma parte da cultura humana vinculada a sua área de conhecimento para estudantes que ingressam nas instituições de ensino com a função primária de aprender.

Apesar da didática magna de Comênio representar uma transformação que converge para a valorização dos cursos de Licenciatura como capacitação de uma pessoa a ensinar de forma metódica e eficaz, Azanha (2004) defende que o pensamento de uma metodologia cientificamente comprovada de ensino é algo ultrapassado, uma vez que ela acaba transcendendo da área específica da educação à tendências de natureza psicológica que, apesar de serem ferramentas úteis para a didática, são constantemente substituídas por novas e mais aceitas pesquisas da mesma área. Dessa forma, o autor conclui que é inadequado que ensino eficaz seja rotulado como uma mera aplicação de um saber com respaldo científico, ainda mais se for no âmbito da Psicologia.

É imprescindível que se compreenda que a relação entre professor e aluno na educação básica jamais fora uma relação de lecionar sobre um conteúdo programático. Em verdade, a escola normal representa o contato que o estudante tem com a cultura humana que fora definida como o conhecimento de base que todos os cidadãos devem ter acesso, o que representa a porta de entrada para a sociedade em que vivem. Portanto, o primeiro passo para um profissional da educação exercer sua função com qualidade é entender sua influência na vida dos estudantes e seu compromisso social avassalador.

Em se tratando do da esfera pública de ensino no Brasil, nota-se que nela se encontra uma considerável quantidade de pessoas em alta vulnerabilidade econômica, que não possuem condições de pagar por uma escola particular ou cursinho preparatório para vestibular, e acabam recorrendo às escolas públicas. Tal fato evidencia que a educação de

qualidade na rede pública representa uma democratização do ensino que pode acarretar em diversas transformações sociais. A existência de projetos sociais na área da educação básica ameniza a situação de crianças e adolescentes brasileiros que não possuem uma educação suficientemente satisfatória nas escolas para se inserir na sociedade.

O professor em formação, a fim de cumprir seu dever social deve, portanto, batalhar pela democratização da educação e se adaptar às transformações que ocorrem nas instituições de ensino ao longo de sua carreira. Por exemplo, a escola contemporânea é muito diferente da escola do passado, o que representa uma metamorfose social que ocorreu ao longo dos anos. Os espaços educacionais, tal como o espaço geográfico são dinâmicos. Porém, enquanto o geográfico muda fisicamente, o espaço escolar muda de uma forma abstrata, são mudanças nos ideais, nos costumes e na cultura humana como um todo. Como a função da escola é repassar conhecimentos criados pela cultura humana, é razoável que quando ela sofra mudanças a partir do momento que a sociedade passa a ser mais escolarizada e produza novas culturas humanas.

É de extrema importância que os indivíduos da área de Licenciatura não se atenham somente à teoria, sejam elas pedagógicas ou de conhecimento específico do curso, uma vez que um professor só será capaz de fornecer uma educação de qualidade caso ponha em prática os métodos de ensino e conceitos aprendidos em seu curso, a fim de desenvolver habilidades e competências para exercer sua função social e se inserir no mercado de trabalho. Paulo Freire já dizia “todo educador é um educando e todo educando é um educador”, o expõe a práxis como de suma importância para um profissional da educação. Afinal, ensinar é que ele poderá identificar as falhas e pontos fortes de sua didática e compreender melhor a relação de professor-aluno que deseja idealizar ao longo de sua formação.

Cruz (1991) pontua alguns problemas a serem superados nos cursos de licenciatura, e dois deles são evidenciados a seguir. O primeiro é a prática do ensino cuja principal característica reside nas técnicas

científicas, negligenciando a dualidade teoria-prática. Portanto, Cruz ressalta a importância a teoria e prática serem trabalhadas de forma integrada e unitária. O segundo problema é a ênfase do Bacharelado em detrimento à Licenciatura em alguns cursos específicos. Dessa forma, professores em formação acabam por adentrar em programas e projetos voltados ao ensino para adquirir experiência prática.

A respeito do conceito de ensino de qualidade, existe uma divergência de opiniões entre os teóricos da educação, porém é possível concluir que não há como definir uma didática como sendo perfeita e ideal, porém há como ela ser satisfatória. O professor deve planejar aulas que atendam às demandas específicas da instituição de ensino em que exercerá sua função social. Quanto mais próximo atingir os resultados que sua instituição demanda, mais satisfatórios são seus resultados.

Portanto, professores de um cursinho preparatório para vestibular, como é o caso do Projeto Universidade Aberta, apesar de possuírem metodologias individuais, possuem como função a inserção de jovens e adultos em alta vulnerabilidade social em um curso superior, de forma que a eficácia pode ser medida a partir dos resultados dos Exames dos estudantes. O PUA funciona como um laboratório didático e o estudante que leciona nele está sempre em um estado de aprimoramento de suas habilidades, que podem ser avaliadas pelos estudantes periodicamente e aprender a ensinar de forma contínua, a fim de democratizar o ensino, transformar a sociedade e se inserir no mercado de trabalho.

### **3. Materiais e métodos**

#### **3.1. Materiais**

Para melhor desempenho das aulas no laboratório didático e sua influência direta na preparação e formação do professor dentro do PUA, buscamos utilizar os recursos pedagógicos utilizados em larga escala por professores atuais. No PUA podemos disponibilizar de notebooks, projetores, listas de exercícios impressas, pincéis, apagadores etc. Todos estes materiais, sem

nenhuma excessão, são manuseados e desenvolvidos para que seu uso faça parte do cotidiano do futuro professor.

### **3.2. Métodos**

O responsável pela organização do Projeto Universidade Aberta é o Programa de Educação Tutorial em Física (PET — Física). O PET é desenvolvido por grupos de estudantes na graduação e são tutorados por um docente da instituição. Existem PET's em diversos cursos, tais como Farmácia, Biologia, entre outros. Eles são os responsáveis pela relação complementar do quadro de professores a lecionarem no PUA, sob a coordenação geral do PET-Física. Os bolsistas e voluntários dos grupos PET são cotados como professores do projeto e cada indivíduo é responsável pela montagem de suas próprias aulas, cujo foco deve ser voltado ao Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Os bolsistas e tutores são pagos mensalmente pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), por fins de compensação pelos esforços e dedicação ao programa e ao PUA. Porém, a fim de integrarem o PET como bolsistas, os estudantes graduandos devem ser selecionados conforme o edital de cada grupo.

Tomando-se como referência o PET-Física, a seletiva de bolsistas se dá por meio de um seminário de quinze minutos com qualquer tema relacionado a física que deve ser planejado e organizado pelo próprio estudante interessado. Ao fim da apresentação, a banca avaliadora pode levar até 5 minutos para realizar comentários e perguntas a respeito do tema exposto ao participante. Os avaliadores são todos professores com experiências pedagógicas e imparciais em sua avaliações durante a seletiva de bolsista.

Após o resultado, todos que participaram podem se inscrever no PET-Física como não-bolsistas e gozar das mesmas prerrogativas dos bolsistas. Após os resultados da seletiva começam os trabalhos do engajamento dos novos bolsistas selecionados nas diversas atividades do grupo PET Física, entre elas o PUA.



As atividades do PET-Física estendem-se do ensino, a pesquisa e a extensão que representam o tripé de base de sustentação de uma universidade. O PUA pertence a atividade de ensino propriamente dita. Nesta atividade, dá-se o início da preparação do futuro professor que se transformará o bolsista PET. Para que o bolsista consiga a performance de um professor dentro do laboratório didático, como chamamos, o mesmo atravessa etapas a serem descritas a seguir:

Na **Etapa 1**, os novos bolsistas participam de reuniões planejadas (ver figura 1) e argumentadas com os demais experientes, através dos quais se interam das dificuldades e das formas de se contornar os diversos obstáculos a serem trilhados durante sua formação.

Figura 1 — — Reunião para orientação dos novos bolsistas do PET-Física.



Fonte: Elaboração própria (2022).

Na **Etapa 2**, cada novo integrante do PET-Física passa a acompanhar os demais discentes, que já possuem experiências de sala de aula no PUA, para que o mesmo adquira segurança e confiança. Nessa etapa, o novo bolsista limita-se na maior parte do tempo a ouvir e observar o bolsista experiente, destacando questões, como: qual material usar, que tipo de abordagem usar para tratar dos assuntos, que tipo de exercícios usar, formato da aula, como manusear o tempo de aula. Tudo isso serve como grande complemento na sua formação como docente.

Na **Etapa 3**, o novo bolsista começa a realizar algumas atividades em presença do bolsista experiente, tais como: resolver exercícios, produzir

materiais, tirar dúvidas etc. Na maioria dos casos começa a trabalhar os espaçamentos de voz com os alunos.

Na **Etapa 4**, já se considera o novo bolsista preparado para entrar em sala de aula sozinho, uma vez que as fases de treinamento já foram consumadas. Caso tenha alguma dificuldade em lecionar, o bolsista volta às etapas iniciais para garantir a sua preparação plena. A figura 2 exhibe a ação de um professor já consagrado nesta etapa.

Figura 2 — Aula de Física no PUA ministrada por um bolsista do PET-Física.



Fonte: Elaboração própria (2022).

O PUA é um ambiente favorável para os discentes dos cursos de licenciatura que em sua formação desenvolvem as habilidades e competências necessárias para o exercício do magistério tais como a oratória, a organização, o planejamento de aulas e a transposição didática (ver figura 3). A experiência de ter que sempre pensar em como se fazer entendido pelos alunos, principalmente diante de alunos tão diversos entre si, de qual a melhor forma de abordar um conteúdo de modo que eles entendam, de quantas aulas serão necessárias para cada tópico, de como ministrar tudo que foi solicitado previamente no número de aulas que foi estabelecido e outras tarefas afins propicia um efetivo desenvolvimento dessas habilidades e competências de um professor.

Figura 3 — Alunos do PUA em aula.



Fonte: Elaboração própria (2022).

O projeto também conta com uma avaliação de desempenho dos professores que é feita pelos alunos. Tal avaliação é indispensável para os aspirantes ao magistério, pois, diante da reflexão crítica dos alunos, o professor em formação pode saber em quais pontos precisa melhorar e em quais os pontos já possui um bom domínio, assim podendo trabalhar de forma mais direcionada enquanto professor, possibilitando que no futuro exerça sua profissão conforme exigências do mercado de trabalho.

#### **4. Resultados e discussões**

O panorama do Projeto Universidade Aberta como laboratório didático para professores em formação tem tudo a ver com o conceito de práxis teorizado por Paulo Freire. Os bolsistas e colaboradores do PET, ao preencherem o quadro de professores fixos do PUA, percebem a possibilidade de descobrir as melhores formas de abordar os conceitos estudados no curso superior na área de ensino a nível médio para os estudantes do cursinho.

As metodologias de ensino podem ser aplicadas e descartadas até que o futuro docente construa sua própria maneira de ministrar as aulas de forma satisfatória, o que verifica o pensamento de Azanha de que não há metodologia universal de ensino que funcione para todas as pessoas; na verdade, a flexibilidade de quem leciona é o ponto chave para testar

quais metodologias, em que momento e com quais estudantes devem ser aplicadas.

Os membros do PET física conseguem perceber os resultados do cursinho de forma quase imediata, uma vez que sua disciplina requer uma certa delicadeza ao ser introduzida aos estudantes que não possuem muito contato, uma vez que ela exige uma linguagem matemática e científica não muito usual a pessoas que não possuem uma base de conhecimento muito sólida. Os professores costumam testar o progresso da turma por meio de exercícios, simulados e monitorias para verificar se sua prática de docência está sendo adequada.

Dessa forma, muitos dos problemas elencados por Cruz podem ser amenizados ou resolvidos por meio de projetos como o PUA, uma vez que é um espaço que valoriza a licenciatura, o que qualifica futuros professores a exercerem sua profissão com competência e segurança. Além disso, por se tratar de um ambiente de prática de ensino, não existe uma limitação à métodos psicológicos de ensino que “estão na moda”.

Todas as experiências adquiridas no desenvolvimento da atividade do PUA, são de extrema relevância para a formação do novo professor, e as vivências adquiridas serão a base do dia a dia do novo profissional. É possível assegurar os resultados positivos do projeto pelo feedback dos professores que passaram por ele, os quais ressaltam a importância da experiência adquirida que deu suporte visível a sua formação e que forneceu capacitação para encarar a demanda do mercado de trabalho que a cada dia fica mais exigente.

## **5. Considerações finais**

O Projeto Universidade Aberta promove o primeiro contato dos universitários com a sala de aula e com os desafios cotidianos da vivência de um professor. Tal contato reverbera em experiências proveitosas para a carreira acadêmica e profissional daqueles de compõem o projeto, além do impacto promovido por essa ação social com a aprovação de diversos

estudantes em alta vulnerabilidade social nas universidades públicas e privadas de ensino.

Em suma, a jornada do professor no PET e no projeto é, inquestionavelmente, transformadora para a vida profissional e pessoal de todos os envolvidos, tanto para os bolsistas como futuro educadores, como para os alunos do projeto que buscaram pelo conhecimento daqueles que voluntariamente se dispuseram a ajudá-los a ingressar na carreira acadêmica que almejam.

## **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal do Pará (UFPA), do Ministério da Educação (MEC), do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), da Faculdade de Física (FACFÍS) e do Instituto de Ciências Exatas e Naturais (ICEN). Todos colaboram assiduamente para disseminação da ciência e do conhecimento no Brasil como fator fundamental para a transformação da sociedade. Por fim, em agradecimento especial ao atual tutor do PET-Física da UFPA, professor Dr. Rubens Silva, que mantém o projeto e as atividades do PET-Física ativas, orientando os bolsistas e colaboradores do Programa de Educação Tutorial em Física.

## **Referências**

AZANHA, J. M. P. **Uma reflexão sobre a formação do professor na escola básica**. *Revista Educação e Pesquisa*. São Paulo, v.30, n.2, p. 369-378, 2004. <https://doi.org/10.1590/S1517-97022004000200016>.

COMENIUS, J.A. **Didática Magna**. São Paulo:Calouste Gulbenkian, 1952.

De ANDRÉ, M. E. D. A. **Formação de Professores no Brasil (1990-1998)**, Brasília MEC/Inep/Comped, 2002. 364 p. :

il. (Série Estado do Conhecimento, ISSN 1676-0565, n. 6).  
[https://www.faecpr.edu.br/site/documentos/serie\\_estado\\_conhecimento2.pdf](https://www.faecpr.edu.br/site/documentos/serie_estado_conhecimento2.pdf).

De CARVALHO, J. S. F. **“democratização do ensino” revisitado**. Revista Educação e Pesquisa, São Paulo, v.30, n.2, p. 327-334, maio/ago. 2004.  
<https://doi.org/10.1590/S1517-97022004000200011>.

FERREIRA, Maurício Gonçalves. **PROJETO UNIVERSIDADE ABERTA (PUA): AÇÕES INCLUSIVAS DE EDUCAÇÃO E CIDADANIA**. 2021. 35 f. TCC (Graduação) — Curso de Física, Universidade Federal do Pará, Belém, 2021.

**ABORDAGEM DO FENÔMENO DA SUPERCONDUTIVIDADE NA  
EDUCAÇÃO BÁSICA**  
*APPROACH TO THE PHENOMENON OF SUPERCONDUCTIVITY IN BASIC  
EDUCATION*

*Daniel Gomes da Silva<sup>1</sup>, Igor Tavares Padilha<sup>2</sup>, Márcio Gomes da Silva<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> MNPEF, daniel.danf2018@gmail.com.

<sup>2</sup> UFAM, igor.padilha@ufam.edu.br.

<sup>3</sup> IFAM, marcio.gomes@ifam.edu.br.

## **Introdução**

É notório o consenso entre os professores de Física a respeito da necessidade de introduzir cada vez mais os conteúdos da Física Moderna e Contemporânea — FMC aos alunos da educação básica. Como afirma Bandeira (2017, p.13): “não se pode discutir os avanços tecnológicos vivenciados pela humanidade e entender o modo de vida contemporâneo sem nos remeter a uma verdadeira revolução acontecida nas ciências”. De fato, destoamos deste excerto a importância do entendimento científico como elemento propulsor do entendimento da tecnologia.

Um dos tópicos da FMC que nos chama a atenção diz respeito ao fenômeno da Supercondutividade. Porquanto a relevância desse assunto apresenta-se em tecnologias vigentes em equipamentos de ressonância magnética, úteis na área da medicina, fios supercondutores à temperatura

crítica cada vez mais próximas à temperatura ambiente (COSTA; PAVÃO, 2012).

Com essa investigação, verificamos a necessidade de uma transposição didática como forma de adaptar o referido assunto à linguagem do aluno do ensino médio. Um dos principais aspectos da transposição didática diz respeito ao trabalho fundamental na transformação do saber acadêmico para o conhecimento que será aplicado ao discente (VIEIRA, 2014).

Por isso, nos sentimos motivados em desenvolver um material didático voltado para aplicação em sala de aula em forma de produto educacional que possa tornar potencialmente significativa a aprendizagem do fenômeno da Supercondutividade e abarcar o entendimento de equipamentos desenvolvidos com materiais supercondutores. Ademais, um artifício identificado como potencialmente significativo pode ser qualquer material instrucional, como um livro, um roteiro experimental.

Como professores atentos ao comportamento dos alunos do século XXI, ficamos inclinados a admitir a inserção de conteúdos de Física para esse público alvo a partir das histórias em quadrinhos — HQ em formato de *e-book*<sup>1</sup>. Transpor conceitos físicos para uma linguagem simples no formato de HQ proporcionar aos discentes uma alternativa para aprender sobre esta temática.

Nesse sentido, percebemos a necessidade de transpor a temática objeto deste trabalho e posteriormente dispô-las em forma de história em quadrinhos como forma de apresentá-las em uma linguagem familiar aos discentes. Com essa postura, a atualidade dessa abordagem vai ao encontro da realidade familiar dos alunos, pois muitos deles passam tempo assistindo desenhos animados, lendo histórias em quadrinhos seja em forma de livretos ou mesmo *on line*.

---

<sup>1</sup> Silva. No prelo.



## 1. Fundamentação teórica

Nosso produto educacional (e-book) foi balizado pelas ideias principais oriunda da Transposição Didática de Ives Chevallard, da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e Joseph Novak e do conceito de Modelos Mentais de Jonhson-Laird, respectivamente. Nesse sentido, descreveremos os principais fundamentos que serviram de subsídios para nossa pesquisa.

Com o intuito de viabilizar uma maneira de tornar o conteúdo e introdução dos principais conceitos atinentes ao fenômeno da Supercondutividade para os alunos do ensino médio, lançamos mão da teoria da transposição didática — TD de Yves Chevallard.

Para Vieira, a TD é:

A Transposição Didática (TD) é um instrumento que permite entender como um conhecimento — objeto do saber — desenvolvido no cerne da comunidade científica — o saber sábio — é escolhido para fazer parte dos currículos, manuais de ensino, livros didáticos, entre outros, agora chamado de saber a ensinar e por fim torna-se aquele ensinado em sala de aula, o saber ensinado (VIEIRA, 2014, p. 20).

A TD apresenta-se como uma ferramenta com essas características. Além do mais, ela pode está presente no currículo, nas salas de aulas, no livro didático, sempre levando em consideração uma maneira de tornar o entendimento dos alunos mais agradável.

Também lançamos mão das principais ideias depreendidas da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Ela é importante dentro do escopo do nosso produto educacional, pois possibilita a introdução dos conceitos gerais da supercondutividade fomentando os conhecimentos prévios dos alunos, consistente com o enredo da nossa história em quadrinhos.

Cabe salientar que a teoria da aprendizagem de David Ausubel, além de ser fundamentada do construtivismo e mais especificamente detentora do viés cognitivista, ela é uma teoria voltada para a sala de aula. Nessa perspectiva, ela pode auxiliar o professor, no sentido de ocupar-se na

obtenção de conceito explícitos e formalizados, por isso ela tem como característica de ser uma abordagem pragmática (RODRIGUES; GHEDIN, 2005).

Para Ausubel, aprendizagem pressupõe a ampliação do que ele denomina de “estrutura cognitiva” a partir do ganho de ideias novas. O fato de que aprender vai além de memorizar fórmulas (aprendizado mecânico para Ausubel). Há uma preocupação com o conhecimento que o aluno já traz para a sala de aula.

Com o intuito de introduzir as principais ideias acerca do fenômeno da supercondutividade para os alunos do ensino médio, a partir de uma linguagem de fácil compreensão, utilizamos uma abordagem a partir dos modelos mentais de Jonhson-Laird.

Dentro do conjunto dos modelos mentais há os mapas conceituais que podem ser um poderoso recurso facilitador para a aprendizagem significativa. Eles também se apresentam como uma alternativa às aulas de Física em situações concretas na sala de aula, seja presencial, seja em ambiente on-line. Por isso, os mapas conceituais servem, entre outros, para organizar as ideias, os conceitos e conseqüentemente torna-se um facilitador para a construção do conhecimento.

Salientamos que a aprendizagem significativa dialoga com o uso das representações mentais, mapas mentais e/ou mapas conceituais. Nas palavras de Paiva, temos:

Na maioria das vezes, ensinamos nas escolas modelos conceituais, sendo que a aprendizagem significativa tem que passar pela construção de modelos mentais que dará significado ao modelo conceitual, que lhe foi ensinado (PAIVA, 2015, p. 26).

Diante do exposto, uma maneira eficiente de promover a aprendizagem significativa e possibilitar uma construção de conhecimento que vai além da aprendizagem mecânica, seria a implementação de mapas conceituais. Outra vantagem que podemos salientiar reside na opção de expor o conteúdo estudado a partir de ideias gerais.

## 2. Métodos e materiais

O propósito desta pesquisa visa descrever a aprendizagem significativa dos alunos do ensino médio a partir de um produto educacional alternativo cujo tema diz respeito ao fenômeno da supercondutividade. Nesse caminhar, fomos guiados pelos pressupostos metodológicos do desenho qualitativo, em uma perspectiva exploratória e descritiva (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013).

Os participantes da presente pesquisa formaram um quantitativo de 56 (cinquenta e seis) alunos, distribuídos em duas turmas de 3º (terceiro) ano do curso técnico de nível médio em informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas — IFAM. Cada turma era composta por 28 (vinte e oito) discentes e estavam, no momento da intervenção, cursando a disciplina de Física III, estudando os conteúdos do 4º bimestre do ano de 2021.

Devido a pandemia do novo coronavírus — COVID-19, as aulas no formato presencial foram substituídas por atividades síncronas e assíncronas.

Os instrumentos aplicados nesta pesquisa consistiram de um diário de campo, questionário inicial (questionário 1), questionário final (questionário 2).

### 2.1. Descrevendo o Pixton

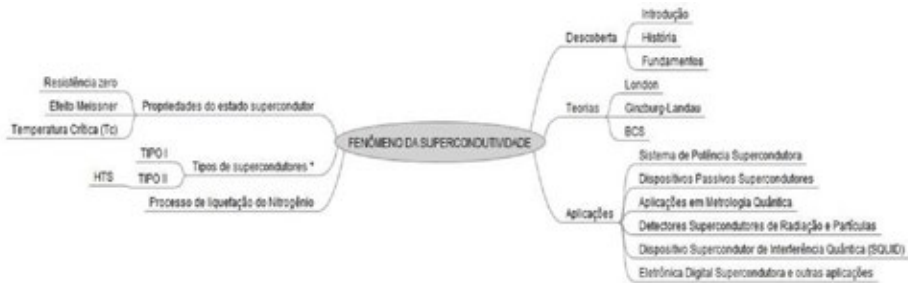
Para criação da nossa história em quadrinho, utilizamos a poderosa e intuitiva ferramenta para essa finalidade denominada Pixton. Ela possui a versão livre e a versão paga, esta detentora de mais recursos, personagens e cenários para a construção da HQ.

É relevante salientar que o Pixton possui um quantitativo de opções limitadas na versão gratuita, sendo a versão paga (mensal, período, anual) é a que disponibiliza mais opções, seja para a construção de cenários, seja para construção da HQ propriamente dita.

## 2.2. A História em Quadrinhos

Iniciamos este subitem discorrendo sobre a visão geral acerca da sequência do conteúdo abordado e que serviu de subsídio para a composição do bojo da nossa história em quadrinhos. Tal balizamento nos ajudou a estruturar cada capítulo de maneira a facilitar o entendimento do leitor e ao mesmo tempo contribuir para que nossa HQ seja classificada como um material potencialmente significativo. Dessa maneira, ela serve como um produto educacional para a aprendizagem significativa do fenômeno da supercondutividade para os alunos da educação básica.

Figura 1 — Mapa mental com os principais tópicos abordados na HQ.



Fonte: Elaboração própria (2021).

Na figura 1, trazemos um mapa mental com o intuito de descrever os principais tópicos abordados no nosso produto educacional sobre o fenômeno estudado. Iniciamos comentando um pouco de história, presente no tópico descoberta; passamos para algumas propriedades do estado supercondutor como: resistência zero, efeito Meissner-Ochsenfeld e temperatura crítica; seguimos para a explicação resumida das teorias que descrevem a supercondutividade, para depois adentrarmos no tópico dos tipos de supercondutores. Aproveitamos o ensejo para comentar, em linhas gerais, o processo de liquefação do Nitrogênio e finalizamos com algumas aplicações tecnológicas com supercondutores.

Levando em consideração nosso objetivo de introduzir os conceitos do fenômeno da supercondutividade para o público alvo, escolhemos

o método expositivo devido à complexidade do conteúdo e o preço para obtenção, porventura, de materiais para a experimentação. Esse viés justifica a utilização de uma HQ, pois de outra forma seria inviável, economicamente falando, se fossemos utilizar uma abordagem experimental, por exemplo.

### **2.3. Etapas da Intervenção**

Com a finalização do produto educacional, seja o conteúdo, seja a formatação da história em quadrinhos, realizamos o convite ao professor de Física que, no momento da pesquisa, estava ministrando o conteúdo de Física Moderna e Contemporânea — FMC.

### **2.4. Coleta e Análise dos dados**

A teoria de Ausubel , por ser uma teoria de cunho descritivo, sua implementação por si só seria inconsistente com a análise, avaliação e obtenção de indícios de aprendizagem por parte dos alunos. Em razão disso, percebemos que ela pouco esclarece sobre o como ensinar em um contexto real de sala de aula. Por isso, nos apropriamos do Programa de Filosofia para Crianças e Adolescentes — PFCA de Matthew Lempman, sendo essa abordagem de cunho normativo e coerente com o desenvolvimento e avaliação do aprendizado dos alunos em um contexto real, no caso a sala de aula (FERREIRA *et al.*, 2021).

Nesse contexto, as aulas estruturadas para essa pesquisa, levaram em consideração os pressupostos relativos à organização prévia, a diferenciação progressiva, a reconciliação integrativa e a verificação da aprendizagem. Cada um desses princípios foi trabalhado para nortear a confecção, posterior, do questionário inicial e do questionário final.

### **3. Resultados e Discussões**

Partindo da premissa atinentes a facilidade em obter informação, em sintonia com as tecnologias digitais, encontrada pelos jovens do século XXI, compete aos professores proporcionar meios de aproveitar os recursos tecnológicos disponíveis e aproximá-los dos discentes. Essa adequação pode ser proporcionada por intermédio da utilização de histórias em quadrinhos em formato de e-book, como proposto na presente pesquisa.

De fato, diante do cenário atual, não tínhamos noção das dificuldades e dos desafios que teríamos que enfrentar para oportunizar a coleta de dados, pois as incertezas eram muitas, principalmente acerca da continuidade das aulas presenciais ou remotas. Apesar das inúmeras dificuldades, destacamos o esforço dos participantes em estudar em meio a realidade vivenciada. As aulas ocorreram em momentos presenciais e ensino remoto, por conta disso foi de fundamental importância o apoio do professor em aceitar que fizéssemos nossa pesquisa com as turmas e reiteramos os esforços dos participantes em contribuir com ela.

### **4. Considerações Finais**

Do decurso das atividades com as turmas percebemos, no caso concreto, a importância de o docente estar familiarizado com os recursos digitais disponíveis como sala de aula virtual, grupo de whatsapp e aulas por vídeo chamada, principalmente. O estudo só foi possível devido a capacidade de adaptação à nova realidade, seja dos alunos, seja do professor da disciplina em continuar motivados a estudar em meio a pandemia pelo novo coronavírus.

Da mesma forma como tivemos que nos adaptar à realidade imposta pelo distanciamento social, se faz necessário pensarmos em alternativas para ensinar conteúdo da Física. A utilização de histórias em quadrinhos pode ser uma alternativa viável e de baixo custo, possibilitando uma forma agradável de aprendizado para os alunos do século XXI.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001.

## Referências

BANDEIRA, SERGILANIO LIMA. **Aprendizagem de tópicos de física moderna e contemporânea no ensino médio profissionalizante utilizando arduino.** 2017.144f. Dissertação (Mestrado em ensino de Física). Universidade Federal do Semi-Árido. Mossoró.

COSTA, Marconi B.S.; PAVÃO, Antonio C. Supercondutividade: Um século de desafios e superação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 2. Recife, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172012000200017>.

FERREIRA, Marcello *et al.* Ensino de astronomia?: uma abordagem didática a partir da Teoria da Relatividade Geral. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 43, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0157>.

PAIVA, RENDISLEY ARISTÓTELES DOS SANTOS. **A importância do uso de cartuns como ferramentas auxiliares no ensino de conceitos de mecânica quântica no ensino médio.** 88f. Dissertação (Mestrado em ensino de Física). Brasília, 2015.

RODRIGUES, Angela Maria; GHEDIN, Evandro. **A teoria da aprendizagem significativa de david ausubel e o ensino de ciências.** Roraima: UERR Editora, 2005.

SAMPIERI, Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, María Del Pilar Baptista. **Metodologia de Pesquisa.** 5aed. Porto Alegre: McGrawHill, 2013.

VIEIRA, David Menegassi. **Supercondutividade: uma proposta de inserção no ensino médio.** 152f.Dissertação (Mestrado em ensino de Física). Vitória, 2014.



**ARQUEOASTRONOMIA E O ENSINO DAS LEIS DE KEPLER: UMA  
PROPOSTA DE OFICINA PARA O ENSINO MÉDIO**  
*ARCHAEOASTRONOMY AND THE TEACHING OF KEPLER'S LAW: A  
WORKSHOP PROPOSAL FOR HIGH SCHOOL*

*Milena Pinheiro Baarbosa<sup>1</sup>, Carlos Alberto Brito da Silva Jr<sup>2</sup>, Rubens  
Silva<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Federal do  
Pará (UFPA), milenapinho017@gmail.com.

<sup>2</sup> Faculdade de Física (FACFÍS/CANAN), Universidade Federal do Pará (UFPA),  
cabsjr@ufpa.br.

<sup>3</sup> Faculdade de Física (FACFÍS/ICEN), Universidade Federal do Pará (UFPA),  
rubsilva@ufpa.br.

## **Introdução**

A construção dos conceitos astronômicos e o desenvolvimento da civilização nasceram com indagações e pela busca de conhecimento de povos antigos para descrever o mistério do céu e os fenômenos observados nele. Segundo Oliveira e Saraiva (2014), para se entender os fenômenos do céu, é preciso traçar um panorama dos registros mais antigos baseado nos tempos pré-históricos que datam de 7000 a 3000 a.C. realizados por chineses, assírios, babilônios e egípcios. Esses povos já sabiam que o ano durava 365 dias (pois os astros eram usados para medir o tempo), previam as épocas da colheita, etc. Para fins astrológicos, a importância

da astronomia para aquele povo podia ser notada em seu dia a dia e para a construção de suas civilizações.

Neste sentido, a astronomia é tida por muitos como a mais antiga das ciências. Ao longo da história, ela passou a não mais tentar entender movimentos e posições dos astros, mas sim buscar compreender a forma dos astros, a origem e composição do Universo. Sendo assim, ela é, desde o passado, de grande importância para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia. A astronomia, astrofísica e outras ciências tornaram possíveis grandes jornadas de exploração espacial e possibilitaram o conhecimento e a explicação de vários fenômenos e mistérios do Universo (ARAÚJO, 2010).

Desta forma, a importância do ensino da astronomia na Educação básica (EB) é de grande relevância por dialogar com outras ciências, em especial a física, e proporcionar ao aluno um ensino interdisciplinar e atrativo, pois, observa-se o maior interesse por parte dos alunos quando é abordado qualquer tópico da astronomia, seja em manchetes de jornais, entrevistas, livros ou recentes descobertas. O estudo do Universo fascina o público de forma geral, ao trazer para à sala de aula novas formas de ensinar tópicos que abordam os conceitos do Universo demonstra ser uma excelente alternativa para divulgar o ensino referente ao céu.

Contudo, é possível observar que práticas que dialoguem a temática sobre o Universo para a sala de aula são pontuais no ensino médio (EM), pois, são observados mais trabalhos e atividades extraclasse para o público do ensino fundamental (EF). Portanto, a proposta de apresentar metodologias ativas para ensinar conceitos astronômicos para o público do EM é o ponto chave desta oficina ao buscar dialogar conceitos previstos nos currículos escolares das turmas que serão investigadas como as Leis de Kepler com um olhar voltado para a história da ciência (em especial da física), cuja discussão será direcionada para construção de conceitos astronômicos atrelados a arqueoastronomia, trazendo um olhar interdisciplinar e com maiores significados. Isso ocorre devido à arqueoastronomia buscar entender: (1) como os povos antigos se

conectavam com os conceitos astronômicos? e (2) como relacionar estes conceitos com tópicos vistos na sala de aula? Isso faz com que as metodologias ativas usadas sejam mais significativas no que tange o ensino de física, como a metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) que dialoga com a Teoria Sociointeracionista de Vygotsky, pois esta teoria mostra-se adequada para atividades colaborativas e troca de ideias, promovendo a aprendizagem neste contexto de interação social que nada mais é do que a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que seria a distância existente entre aquilo que o sujeito já sabe, seu conhecimento real, e aquilo que o sujeito possui potencialidade para aprender, seu conhecimento potencial (MOREIRA, 1995).

Portanto, a proposta deste trabalho está embasada em aplicar metodologias ativas de ensino da física para abordar conteúdos referentes às Leis de Kepler numa perspectiva interdisciplinar e contextualizada, utilizando tópicos da arqueoastronomia para exemplificar conceitos astronômicos presentes no nosso dia a dia por meio de uma seqüência didática. Logo, dialogar como os povos antigos interagem com o Universo é de grande importância para a construção da história da ciência, buscando aguçar a curiosidade dos alunos para temas que possam ser observados e registrados no céu, estimulando também a astrofotografia e o interesse do aluno para entender como monumentos, pinturas rupestres e artefatos astronômicos servem como meios para entender a astronomia com um novo olhar dos conceitos aplicados em sala de aula.

## **1. Fundamentação teórica**

A interdisciplinaridade ao abordar temas sobre o Universo é frequente para a Astronomia por ser construída de várias culturas de povos antigos. Por está razão os fatores históricos, culturais e étnicos devem ser levados em consideração quando trata-se da história dos conceitos astronômicos até os dias de hoje. Desta maneira, conhecer a construção desses conhecimentos desde o seu início é enriquecedor para o aluno do EM, por

dialogar com outras maneiras de observar o céu e descrever a importância da astronomia para os povos da época.

Sabendo que, todas as civilizações demonstram certa reverência pelo céu e os objetos que nele vemos, tanto durante o dia quanto à noite. O movimento cíclico do sol, da lua e dos planetas, e as estrelas representam um tipo de perfeição e harmonia aparente. Os eventos regulares e previsíveis do nascer e ocaso do sol e da lua davam segurança aos antigos, como um pilar estável para apoiar seus conhecimentos. Desta forma, a arqueoastronomia vem descrever o desenvolvimento desses povos antigos referente ao início dos conceitos astronômicos. Ela é o ramo recente da ciência que utiliza os conceitos e conhecimentos da astronomia e da arqueologia, tendo como objetivo compreender o papel da astronomia na vida cotidiana dos povos antigos, como ela influenciava a sociedade, como as culturas observavam o céu e de que forma materializavam estas observações (JALLES; SILVEIRA; NADER, 2013).

Ademais, os estudos da Arqueoastronomia no Brasil são um fato recente e têm nos registros rupestres o seu principal objeto de investigação, pois nosso país tem diversos sítios arqueológicos com vestígios identificados como astronômicos, que merecem estudos mais detalhados por ser uma área de pesquisa interdisciplinar. Desta maneira, estudos sobre estruturas megalíticas, alinhamentos de pedras, construções arquitetônicas e seus aparentes alinhamentos, que visam identificar associações relacionadas aos fenômenos astronômicos estão em estágio inicial e pretende-se realizar esta fusão da ciência observacional com a pesquisa cultural, assim demonstrando a importância de seu estudo para a ciência que culturalmente é chamada de “cultura das estrelas” (JALLES, SILVEIRA e NADER, 2013).

Neste sentido, a arqueoastronomia tem muito a oferecer para o ensino da física, por apresentar conceitos da construção dos conhecimentos astronômicos, que dialoga com fundamentos da física como as Leis de Kepler, mostrando as etapas evolutivas e os cientistas responsáveis por estas descobertas. Desse modo, esta ciência apresenta o conhecimento

dos povos antigos e como este arcabouço histórico se faz necessário para que o ensino de tópicos da ciência se torne mais contextualizado e multidisciplinar conhecendo a construção deste conhecimento faz despertar no aluno a curiosidade de buscar como as civilizações antigas entendiam estes conceitos físicos do universo que se observava.

Por fim, a proposta desta oficina busca dialogar os conceitos da arqueoastronomia dos povos antigos, monumentos pré-históricos, pinturas rupestres e artefatos de observações astronômicas com os conceitos ensinados no EM baseado nas três leis de Kepler para direcionar os alunos para conceitos do universo. A relação interdisciplinar e contextualizada com a história dos conceitos da ciência se faz importante para a proposta desta atividade por buscar ensinar estes conteúdos com base em outros ramos da ciência.

Na figura 1 (a-f), é mostrado registros da importância da arqueoastronomia para a história da ciência e para o ensino de física interdisciplinar.

Figura 1 — (a) e (b) Pinturas rupestres na Lapa do Mutambal, Varzelândia-MG;(c) Petroglifo, Lajedo do Cadena II, Conceição do Araguaia-PA;(d) e (e) Monumentos Megalíticos de Stonehenge na Inglaterra e o Monumento de Calçoene no Amapá; (f) Constelação da Ema, do povo indígena Tupi Guarani.



## 2. Métodos e materiais

O presente trabalho visa ser uma pesquisa de caráter qualitativa, pela profundidade que o estudo será realizado com base na teoria sociointeracionista dentro da realização do desenvolvimento da sequência didática com temas da física do céu, envolvendo as Leis de Kepler e pontos históricos relevantes para a construção de conceitos de astronomia. Desta forma, busca-se apresentar essa temática para turmas do 1º ano do EM e observar a evolução dos alunos ao dialogar sobre temas do Universo dentro de sala de aula, usando como referência metodológica a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) que proporciona ao Professor um espaço mais dinâmico para o ensino e permite aos alunos criar suas próprias ferramentas do saber pelo método que será administrado os conceitos em sala de aula.

A ABP foi definida como metodologia por dialogar com a proposta da oficina e proporcionar um espaço interdisciplinar, desafiador e interativo com a participação dos alunos, já que a proposta da ABP é “aprender fazendo” seja atividades em equipe ou individuais para a solução de questões problematizadoras que irão conversar com a temática da oficina. A ABP exige do professor a tarefa de conduzir as investigações acerca do tema, haja vista que, na ABP o indivíduo está aprendendo a construir um conhecimento novo tendo como base seu conhecimento atual, logo a importância de seguir uma sequência didática (Tabela 1) para que o ensino seja mais significativo no que tange os conceitos de astronomia e arqueoastronomia.

Segundo Rocha (2020), é importante que o ensino se aproxime do cotidiano do aluno. Assim, projetos de trabalho têm como objetivo aproximar a teoria da prática, visando à participação ativa do aluno na construção do seu conhecimento. Dinâmica essa que faz a conexão entre a informação obtida até a aprendizagem concretizada, priorizando o diálogo entre os alunos, o que gera a troca de conhecimento e cujo objetivo final é que o aluno alcance a compreensão daquilo que pesquisou, isso vai de acordo com o que está previsto na Lei de Diretrizes e Bases

da Educação Nacional (LDBEN), que define os objetos de conhecimento que podem ser entendidos como os principais conteúdos, conceitos e processos que serão trabalhados dentro de cada unidade temática, ou seja, são os conhecimentos, as competências e habilidades que todos os alunos devem desenvolver neste ciclo tendo como fundamento pedagógico o desenvolvimento integral dos estudantes, visando este panorama da educação se torna imprescindível desenvolver atividades que apresentem metodologias ativas para o ensino de Física ser mais interdisciplinar na EB.

## **2.1. Sequência Didática da Oficina**

A oficina está voltada a criação de uma sequência didática estruturada na ABP, para apresentar tópicos de astronomia dentro das leis de Kepler, dialogando com ferramentas históricas, étnicas e conceituais que a ciência da arqueoastronomia estuda. Assim, se desenvolverá esta sequência didática de ensino abordando a construção de conceitos astronômicos e a interação da história da ciência tendo como referência a teoria de aprendizagem de Vygotsky. Desse modo, a proposta de ensino terá quatro encontros com atividades diferentes para o diálogo dos conteúdos do EM e os conceitos da arqueoastronomia, sendo analisadas pelo ponto de vista da interação social entre os alunos e a professora/pesquisadora, as ferramentas de ensino utilizadas serão: questionário, aula expositiva com recurso áudio visual, vídeos, softwares, aplicativos, textos, maquetes de monumentos históricos, experimentação e astrofotografia.

A sequência didática de ensino baseada na ABP tende a promover o ensino através de questões/problemas desafiadores que neste caso será associado à arqueoastronomia, a história da ciência, os conceitos físicos e fundamentos da astronomia que se inicia desde os tempos pré-históricos até a era espacial. Assim, com base nesses temas serão feitos os seguintes questionamentos: Como iniciou o estudo do céu? Qual a importância dos povos antigos neste processo de formulação de conceitos astronômicos? Quais os conceitos por detrás dos monumentos megalíticos? Quais as contribuições deste conhecimento para o ensino das leis de Kepler?

Atrelado às questões as atividades da oficina serão executadas conforme a Tabela a seguir:

Tabela 1 — Sequência Didática da Oficina.

<b>Encontros</b>	<b>Atividades</b>
1º Encontro	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aplicação de Questionário Prévio sobre o tema Universo.</li> <li>▪ Aula expositiva sobre temas do Universo.</li> <li>▪ Discursão em sala, situações problemas e ilustrativas sobre assuntos do céu.</li> </ul>
2º Encontro	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Textos Motivadores da Pré-História e Astronomia.</li> <li>▪ Oficina de Maquetes do Monumento <i>Stonehenge</i>.</li> <li>▪ Discursão em sala sobre estações do ano e calendários.</li> </ul>
3º Encontro	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aula expositiva sobre o Sistema Solar com o PHET e Física na Escola.</li> <li>▪ As relações sobre deduções dos povos antigos e as Leis de Kepler.</li> <li>▪ Observações do céu com o software Stellarium e Astrofotografia.</li> </ul>
4º Encontro	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Discursão sobre Exoplanetas.</li> <li>▪ Observações de Exoplanetas através de Softwares.</li> <li>▪ Experimentação do Exoplanetas com o aplicativo Phyphox.</li> </ul>

Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

### 3. Resultados e Discussões

Para o desenvolvimento da oficina será necessário o avanço dos conteúdos de Física dentro do plano pedagógico da unidade escolar. Por este



motivo os resultados esperados para apresentar sobre a pesquisa que será realizada com base na Teoria Sociointeracionista, na ABP e no desenvolvimento da seqüência didática da oficina, são:

1. Analisar o desenvolvimento da turma com a inserção de conteúdos interdisciplinares;
2. Observar o papel fundamental de se criar a ZDP para promover as trocas entre os alunos, assim analisar o ensino real e o potencial;
3. Observar e analisar o uso da ABP através da seqüência didática da oficina como uma ferramenta motivadora e facilitadora do processo de ensino e aprendizagem;
4. Dialogar com os conceitos empregados da Arqueoastronomia e a contextualização com os conceitos vistos no 1º Ano do EM;
5. Analisar a importância de aplicar metodologias ativas nas aulas de Física;
6. Apresentar os materiais confeccionados da oficina na Feira de Ciências e Tecnologia da Escola.

#### **4. Considerações Finais**

Por meio do desenvolvimento da seqüência didática da oficina espera-se que os alunos possam ir além e busquem trabalhar suas aptidões para o estudo das ciências, desenvolvendo novas práticas de ensino no contexto da interdisciplinaridade, com o uso das ferramentas utilizadas nesta proposta de ensino, transformando a sala de aula em um laboratório de novos métodos para aprendizagem ativa dos estudantes. Desta forma, o método empregado ABP envolve uma mudança importante na responsabilidade de ensinar, na qual o professor para de servir como um fornecedor de informações e, em vez disso, serve como mediador e

facilitador da aprendizagem, proporcionando ao aluno condições de se desenvolver cognitivamente através da resolução de problemas.

Portanto, trazer novas metodologias para ser inserida na sala de aula se torna cada vez mais indispensável para promover esta mudança no contexto da EB, pois como previsto na base nacional comum curricular — BNCC (BRASIL, 2017) o ensino multidisciplinar envolvendo outras ciências se torna mais atrativo e despertam mais o interesse por parte dos alunos, trazendo para as aulas de Física maior interação e diálogo entre o aluno(s) e o professor. Desta forma, busca-se com esta proposta de oficina desenvolver este diálogo com as turmas do 1º ano do EM trazendo a temática da Arqueoastronomia para apresentar a história dos conceitos astronômicos e a construção dos mesmos que foram o pilar para o desenvolvimento da ciência física que conhecemos.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Mestrado Nacional Profissional em Física (MNPEF/UFGA) e a Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marcia Bezerra de Almeida do Departamento de Museologia/ICA/UFGA, Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências e Física (GPECF/FACFIS/CANAN/UFGA) e do PPGA/IFCH/UFGA que tem como áreas de pesquisa: história antiga e medieval; ensino de arqueologia e arqueologia amazônica.

## Referências

ARAÚJO, D.C.C. (2010). Astronomia no Brasil: Das Grandes Descobertas à Popularização. Trabalho de Conclusão de Curso, **Universidade Católica de Brasília**, Brasília. <https://doceru.com/doc/c15c10>.

BRASIL. **MEC/CONSED/UNDIME**. (2017). Base Nacional Comum Curricular (BNCC): Educação é a Base. Brasília. [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=79601-](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79601-)

anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category\_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192

JALLES, C.; SILVEIRA, M.I.; E NADER, R.V. (2013) Olhai pro céu, olhai pro chão. *Astronomia e Arqueoastronomia. Arqueoastronomia: o que é isso?* RJ: **Museu de Astronomia e Ciências Afins**. 53p. [https://www.gov.br/mast/pt-br/imagens/publicacoes/2013/olhai\\_pro\\_ceu\\_olhai\\_pro\\_chao.pdf](https://www.gov.br/mast/pt-br/imagens/publicacoes/2013/olhai_pro_ceu_olhai_pro_chao.pdf)

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagens**, EPU, São Paulo, 1995. <http://leticiawfrancomartins.pbworks.com/w/file/attach/97972008/Cap%209%20Moreira.pdf>

OLIVEIRA FILHO, K.S.; E SARAIVA M.F.O. (2014). **Astronomia e Astrofísica**. 3. Ed. Porto Alegre (RS). <http://astro.if.ufrgs.br/livro.pdf>

ROCHA, E.F. Metodologias Ativas: um desafio além das quatro paredes da sala de aula. P. 18, 2020. [http://www.abed.org.br/arquivos/Metodologias\\_Ativas\\_alem\\_da\\_sala\\_de\\_aula\\_Enilton\\_Rocha.pdf](http://www.abed.org.br/arquivos/Metodologias_Ativas_alem_da_sala_de_aula_Enilton_Rocha.pdf)

SILVA, A.; E LEITE, C. (2019). Uma análise das atividades de observação do céu no Projeto “ação conjunta de observação do equinócio de março”. **Revista de Enseñanza de la Física**, 31, 669-975. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/26638/28342>.



**CARAVANA “IUAR DO SERTÃO”: UNINDO POLOS DO MNPEF PARA O  
ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA NO NORDESTE**  
*“OUTBACK MOONLIGHT” CARAVAN: UNITING MNPEF’s HUBS TO PHYSICS  
AND ASTRONOMY TEACHING IN THE NORTHWEST*

*Sergio Scarano Jr<sup>1</sup>, Claudiene Santos<sup>2</sup>, Ana Figueiredo Maia<sup>1</sup>, Eduardo  
Brescansin de Amôres<sup>3</sup>, Elton Malta Nascimento<sup>4</sup>, Fabio Henrique Silva  
Sales<sup>5</sup>, Francisco Artur Pinheiro Alves Júnior<sup>6</sup>, Henio Henrique Aragão  
Rego<sup>5</sup>, Mayane Leite da Nóbrega<sup>6</sup>, Militao Vieira Figueredo<sup>6</sup>, Ronilson  
Pinheiro da Silva<sup>5</sup>, Tiago Nery Ribeiro<sup>1</sup> e Colaboradores “caravana Luar  
do Sertão”<sup>7</sup>*

<sup>1</sup>Departamento de Física (DFI), Universidade Federal de Sergipe (UFS),  
scaranojr@academico.ufs.br.

<sup>2</sup> Instituto de Ciências Humanas do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia (UFU),  
claudiene.santos@ufu.br.

<sup>3</sup> Departamento de Física (DFIS), Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS),  
ebamores@uefs.br.

<sup>4</sup> Instituto de Física (IF), Universidade Federal de Alagoas (UFAL), eltonmalta@bol.com.br.

<sup>5</sup> Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Maranhão- (IFMA),  
ronilson@ifma.edu.br.

<sup>6</sup> Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF),  
militao.figueredo@univasf.edu.br.

<sup>7</sup> Caravana Luar do Sertão (CLS), [http://scaranojr.com.br/Extensao/CNPq2022/Colab\\_CLS.pdf](http://scaranojr.com.br/Extensao/CNPq2022/Colab_CLS.pdf).

## Introdução

Desde 2011, o curso de Astronomia é oferecido no Departamento de Física Universidade Federal de Sergipe (DFI-UFS), sendo a primeira graduação nas regiões Norte/Nordeste. Em 2013, nos integramos ao programa de pós-graduação do Polo II do MNPEF, onde recorrentemente oferecemos a disciplina de Física Contemporânea sobre temas de Astronomia, Astrofísica e Astronáutica de maneira semelhante e independente como a feita em diversos outros polos da rede, com destaque ao Nordeste nos polos 06, 08, 11, 36 e 47. Somado a isso, promovemos ações de extensão de sucesso todos os anos, desde então, com mais de 6000 pessoas atendidas diretamente e mais de meio milhão de pessoas indiretamente, pelos vídeos produzidos. Compartilhamos muitos destes resultados em parcerias com a Casa de Ciência e Tecnologia da Cidade de Aracaju (CCTECA), a Sociedade de Estudos de Astronomia de Sergipe (SEASE), o Grupo de Eventos Astronômicos de São Cristóvão (GEASC) e o Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP).

A partir da Chamada CNPq/MCTI/FNDCT Nº 36/2022 — “do Parque da Ciência à Exploração Espacial, Astronomia e Astronáutica — Exposições Itinerantes, Popularização e Interiorização da Ciência” enxergamos a oportunidade de combinarmos nossas ações de extensão e ensino em espaços não formais e estender nossa rede de colaboração para atingir mais regiões no Nordeste construindo uma rede colaborativa e inclusiva.

O trabalho que propusemos, articulando 5 polos do MNPEF, foi intitulado ‘Caravana “luar do Sertão”: 50 Anos do Primeiro Passo na Lua e Além...’ foi aprovado em primeiro lugar em uma linha de financiamento regional de 2 anos. Nele, aproveitamos que este ano marca dois eventos importantes: os 50 anos da última vez que a humanidade caminhou pela Lua, e o início do Projeto Artemis, que deverá estabelecer um marco simbólico, conciliando desenvolvimento científico e representatividade ao levar a primeira mulher e a primeira pessoa negra a pisar na Lua.

A Astronomia e a Exploração Espacial são historicamente associadas às evoluções científicas, tecnológicas e sociais até hoje. Por outro lado, uma vez que sempre fizeram parte da imaginação popular, também se tornam alvo de especulações que se afastam de uma concepção científica rigorosa, como na diferença entre Astronomia e Astrologia, as “fake news” sobre catástrofes iminentes ou as teorias de conspiração do terraplanismo, do neogeocentrismo ou a de que homem nunca pisou na Lua.

Entendemos, assim, que uma temática centrada na Lua e nas missões citadas é um poderoso instrumento de interiorização e popularização da Física, Astronomia e Exploração Espacial. Isto porque estes temas permitem: aproveitar o apelo científico, tecnológico, de inclusão e diversidade na missão para criar uma conexão de identidade com a população; reforçar o diálogo com as comunidades sobre um conhecimento científico crítico; investigar e atuar sobre as concepções alternativas da população, refutando ideias pseudocientíficas e promover a formação contínua dos professores, em parceria com as SEDUCS e de multiplicadores habilitados pelos polos do MNPEF, sobre os temas que envolvam Astronomia e Exploração Espacial, em conformidade com a BNCC e o Novo Ensino Médio.

Trata-se de uma extensa conexão entre regiões bastante distintas do Nordeste, com um único propósito: incentivar a divulgação científica da Física, da Astronomia e Exploração Espacial. Ela se dará de uma forma inédita por meio dos já consolidados polos do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física e permitirá generalizar a abordagem de temas comuns em grupos diferentes, mas com a flexibilidade necessária para que as realidades locais sejam consideradas, o que reflete uma aplicação básica dos preceitos da BNCC em prol de ações formativas que transcendem os conceitos de disciplina, sala de aula e livro didático.

O objetivo geral é promover exposições observacionais astronômicas itinerantes na região Nordeste, em rede colaborativa, mas para isso estamos trabalhando com os seguintes objetivos específicos: 1) compor a logística em rede (Polos+SEDUCs); 2) otimizar interiorização, público

e regiões beneficiadas; 3) estabelecer módulos instrucionais multimídia além das observações telescópicas; 4) instrumentalizar equipes nos polos multiplicadores (MNPEF); 5) estabelecer estratégias de letramento científico segundo a BNCC entre envolvidos e o público; 6) consolidar recursos materiais e humanos; 7) Gerar recursos em impressoras 3D e maquetes; 8) produzir vídeos para divulgação, formação e exposição; 9) gerar sequências didáticas para simulação de módulos de exploração espacial com drones e medidas de grandezas observacionais telescópicas; 10) dimensionar escolha do espaço, público, materiais e formação nas ações mencionadas; 11) investigar concepções espontâneas; 12) usar técnicas dialógicas e de entrevistas; 13) analisar produções do público; 14) publicar resultados e métodos e 15) Transpor a experiência regional para uma experiência nacional.

Como este artigo refere-se a um trabalho em estágio inicial, em que pretendemos divulgar nossas propostas e ações para nossos pares, as demais seções serão redigidas em conformidade com este propósito.

## **1. Fundamentação teórica**

Teorias de conspiração e “fake news” são termos que se popularizaram muito nos últimos anos (ALLCOTT; GENTZKOW, 2017; GOERTZEL, 1994; KORTA, 2018; VERMEULE; SUNSTEIN, 2009). Estas guardam, em essência, uma mesma origem: a crença de que alguma autoridade, ou mediador de confiança, domina informações privilegiadas que conduzem a alguma espécie de controle ou influência coletiva de interesse próprio, e que se mantém em função do grau de reação que exigem, das consequências que implicam (RETIEF *et al.*, 2013), dos afetos envolvidos (FERREIRA; ACIOLY-RÉGNIER, 2010) e especialmente das dificuldades inerentes na verificação das informações com o grau de cuidado necessário (DÖRNER, 1980).

Em muitos casos, a divulgação de teorias de conspiração pode parecer relativamente inócua, como ao tratar de temas como celebridades, filosofia e ciência pura, inacessíveis ao grande público. Há casos, no



entanto, que a ressonância coletiva da desinformação individual pode produzir consequências potencialmente danosas em termos sociais, como no famoso caso da “revolta da Vacina” (SEVCENKO, 2018) e a recente resistência à adesão a programas de vacinação (BARATA *et al.*, 2012; OLIVE *et al.*, 2018; ZORZETTO, 2018).

Seja com maiores ou menores consequências, a natureza comum do problema relativo às teorias de conspiração e as “fake news” está relacionada à forma de como lidar com informações e convertê-las em decisões. É neste sentido em que o universo acadêmico, baseado princípio de indissociabilidade de Extensão, Pesquisa e Ensino pode promover ações que estimulem o pensamento crítico, por meio do método científico, estabelecendo posturas e ações na distinção dos conceitos correlações, causas e efeitos. Neste sentido, os profissionais da Física e da Astronomia podem dar importantes contribuições sociais por meio de ações de letramento científico (CUNHA, 2017; MAMEDE; ZIMMERMANN, 2005; MOTTA-ROTH, 2011; SILVA, 2016).

Em particular temas relacionados à Astronomia sempre fizeram parte da imaginação popular, despertando curiosidade e simpatia do grande público (MCCURDY, 2011), mas também se tornando alvo de inúmeras especulações que se afastam de uma concepção científica rigorosa. Exemplos disso são a confusão entre Astronomia e Astrologia, as “fake news”, associadas à iminência de colisões entre meteoros e planetas ou as teorias de conspiração, como as de que a Terra é plana, o Sol e os planeta giram em torno da Terra e o homem nunca pisou na Lua (BRIGGS, 2019; EVERSBERG, 2019).

De uma perspectiva histórica, a desinformação e a distorção de conhecimentos serviram em muitas oportunidades, aos interesses de grupos que promoveram enormes atrocidades em função de preconceitos e da segregação de pessoas e grupos (PLOUS, 2003). Os efeitos disso se refletem nas marcas que podem ser vistas no Brasil, por exemplo, pelos baixos índices educacionais do Ensino Fundamental e Básico, com impactos mais severos entre grupos vulnerabilizados.

Dados do IBGE (PNAD, 2021) revelam que nas regiões nordestinas a fração da população autodeclarada negra supera em 20% a média brasileira, e a mesma região é flagelada por Índices de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB, 2015) abaixo da média nacional. Somado a isso, no mundo digital a desinformação não tem limite material para se propagar, sendo que a ciência ocupa espaços que acabaram ficando confinados aos limites físicos das universidades e museus, que, por demanda, se concentram em grandes centros e, raramente, tem o mesmo alcance no espaço digital (MCINTYRE, 2015). Um cenário como este se torna muito fértil para teorias pseudocientíficas, preconceitos e “ignorância útil”.

A missão Artemis (SMITH *et al.*, 2020), surge em um momento em que não apenas a volta da humanidade à Lua poderá contextualizar a contraposição de teorias conspiração do presente e do passado, mas também quando a sociedade passa por um importante momento de ressignificação e reparação social por desigualdades do passado (ZEBEL *et al.*, 2008). O apelo científico, tecnológico, de inclusão e diversidade na missão criam uma conexão de identidade com a população, o que pode fortalecer o diálogo com as comunidades e aprendizagem sobre um conhecimento científico crítico (ALTUGAN, 2015); sobre as concepções alternativas, a refutação de ideias pseudocientíficas e a promoção de uma formação contínua dos professores objetiva (HUNGER; ROSSI, 2012), capaz de superar estas questões.

Ações de exposição itinerante, de interiorização e popularização assumem desafio de suprir a necessidade humana de formação de qualidade (DOMINICI, 2014; KUHN, 2016; ROCHA, 2018) e, além de ocupar os espaços digitais, promovem ações que levam o cientista e a ciência ao encontro da população, suprimindo uma lacuna típica promovida pela ilusão de conectividade digital: a consciência que a qualidade do que é humano se aprende com a conexão humana (MACMAHON, 2020). Fundados nestes preceitos teóricos e práticos propomos projeto “caravana Luar do Sertão” para articularmos materiais e métodos de modo a promover o letramento científico e tecnológico necessário para inserção dos cidadãos

na sociedade atual (FOUREZ; ENGLEBERT-LECOMPTE, 1994; MAGALHÃES; DA SILVA; GONÇALVES, 2017; SASSERON; DE CARVALHO, 2011), de maneira crítica e consciente.

## **2. Métodos e materiais**

Verificadas as necessidades dos colaboradores, elaboramos o orçamento para suprir quatro linhas de nossa abordagem: Logística; Desenvolvimento; Observações; e Ensino, que beneficiarão três públicos (professores, alunos e comunidade) em dois momentos diferentes dos eventos. Para atingirmos os 30 municípios, acionaremos os polos do MNPEF associados, fornecendo telescópios, laptops, projetores, mesas digitalizadoras, recursos instrucionais e instrumentos desenvolvidos em impressora 3D. Em contrapartida eles incluirão na disciplina de Física Contemporânea um módulo de “astronomia e Exploração Espacial” já no contexto da BNCC e do Novo Ensino Médio. Tal módulo poderá ser assistido mesmo por professores que não sejam discentes da pós graduação, e auxiliará em sua formação continuada, no contexto de nossas ações. Fazemos aqui uma distinção didática entre os termos discentes, que são os alunos do MNPEF e professores, que são os profissionais de educação básica, embora os primeiros também se identifiquem com os segundos. Estes polos receberão e aperfeiçoarão a formação dos professores interessados, e os participantes destes polos farão a interface com as cidades de sua origem para promover nosso evento. Por este motivo, nossos polos serão multiplicadores, pois eles não apenas formarão os discentes nas habilidades e competências propostas, mas, devido à sua capilaridade, atuarão na formação dos discentes e demais professores. O certificado no módulo será emitido pela coordenação do projeto.

Os colaboradores nos polos também auxiliarão nas observações locais, A partir das DREs, congregaremos os professores, na tarde do evento, e em noites de Lua cheia ou crescente para concentrar as observações na primeira parte da noite. Eles serão instruídos sobre as observações

que serão feitas à noite. Utilizaremos maquetes e simulações para explicar os períodos do Sol e da Lua, a razão das fases da Lua, dos eclipses, da esfericidade da Terra, a medida das distâncias entre a Terra e a Lua (incluindo a paralaxe), a importância de missões espaciais tripuladas ou não (que serão simuladas por drones com sensores acoplados) e os desafios fisiológicos de missões espaciais para o organismo humano. Utilizando a capilaridade e logística das SEDUCs, os alunos da rede participarão com seus professores (já previamente instruídos) da observação noturna, aberta ao público geral. O evento será composto por quatro módulos: 1) o de observações telescópicas da Lua e de outros objetos de oportunidade da noite. Acoplaremos junto às oculares dos telescópios suportes para celulares e disponibilizamos tripés para que os participantes possam aprender a tirar astrofotografias e as possam disponibilizar como material para exibição simultânea no evento e/ou em quadro de exposição itinerante. 2) exposição sobre verdades e mitos relativos à Lua, às missões espaciais e às questões fisiológicas do organismo no espaço; 3) módulo dedicado à exibição de trechos comentados de filmes, abordando missões espaciais e a Lua, juntamente com o espaço infantil, onde serão oferecidos jogos didáticos e materiais para desenhos, que também comporão nosso material de avaliação e de exposição itinerante; 4) área do planetário inflável com animações fulldome e/ou seção externa dedicada ao “selfie com os astros” feita com projeções de softwares e aplicativos de celular, além da instalação “vestido como Astronauta”, composta por banners. O material instrucional será desenvolvido entre os parceiros do projeto e será elaborado de modo a favorecer a inclusão e a acessibilidade, assim como os espaços escolhidos para as observações. A avaliação de concepções do público será realizada por meio de questionários, entrevistas e o diálogo com os participantes das ações.

Considerando os públicos-alvo da proposta, o planejamento de comunicação ocorrerá em parceria com a ASCOM/UFS; pela exploração das mídias e grupos sociais, podcasts rádio e tvs universitárias; contato via

e-mail pelas Secretarias de Educação (SEDUCs) e polos do MNPEF; 7) além da impressão de banners e uso de carros de som junto às comunidade atendidas.

## **2.1. Potencial de acessibilidade e Inclusão Social**

Por inclusão entendemos a inclusão social, digital, à acessibilidade, à representação e representatividade e letramento científico, que ocorrerão em todos os momentos da execução do projeto. As tecnologias da informação e comunicação (TICs) multiplicarão o alcance da formação continuada realizada pelos polos do MNPEF, por meio de aulas síncronas e assíncronas (gravadas e disponibilizadas às turmas). Visitas técnicas para formação sobre a utilização dos telescópios e materiais didáticos produzidos pela equipe, além da promoção dos eventos, estão incluídas nas nossas ações. Isto permitirá a inclusão de público cujo acesso é limitado geograficamente aos grandes centros. Também a população com baixa escolaridade será beneficiada com o acesso a informações, que em geral estão restritas a ambientes acadêmicos.

Por fim, a inclusão de pessoas com deficiência será realizada por intermédio de diversas metodologias e materiais, que atenderão as demandas da população, conforme estatísticas obtidas das instituições associadas. Haverá sobreposição de estímulos para um mesmo tipo de intervenção. Assim, em termos de Astronomia tátil, modelos da superfície lunar em impressão 3D e moldes para outros materiais de fácil reposição serão feitos, assim como placas explicativas em braile. Modelos de planetas com superfícies realistas e relevos destacados também serão construídos, que além de atender necessidades especiais, também permitem intervenções sinestésicas de outros públicos. Materiais didáticos produzidos pela equipe terão versão em áudio, com tags explicativas de figuras. Vídeos e trechos de filmes serão legendados e, quando necessário apropriadamente, traduzidos. O acesso de pessoas com mobilidade reduzida será otimizado pela avaliação do espaço das ações com uso de imageamentos por satélite, como o Google Maps, e localmente, por

meio dos drones. Telescópios dedicados à projeção das observações e degraus para facilitar o acesso às oculares dos telescópios também foram planejados em nossas abordagens. Por meio da parceria com as SEDUCs e as universidades envolvidas, o acesso à monitoria em LIBRAS será empregado, além de aplicativos e playlists via QRCode.

## **2.2. Função de cada Instituição Participante**

Esta rede é composta por 5 instituições, todas associadas ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), a saber: a Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS/Polo 06), a Universidade Federal de Sergipe (UFS/Polo 11), a Universidade Federal de Alagoas (UFAL/MNEF Polo 36), a Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF/Polo 08/ PI e PE) e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA/Polo 63), estas duas últimas com dois campi.

As demais instituições cadastradas são apoiadoras deste projeto e não parte da rede Nordeste. A SEDUC/Sergipe cumprirá o papel logístico para deslocar alunos e professores aos locais de evento, assim como será consultora na conexão com as demais SEDUCs. A UFU/Pontal, em Ituiutaba, alojará sua estrutura para trabalharmos com vídeos e uma observação simultânea da Lua com os demais polos da rede, e assim promover a medida de sua paralaxe. Com este mesmo propósito IAG-USP/Valinhos contribuirá com um evento paralelo para medida da paralaxe da Lua e a medida do raio terrestre. Por sua vez, a Sociedade de Estudos Astronômicos de Sergipe (SEASE), com muitos dos membros associados à UFS, irá participar ativamente das observações e exposições em Sergipe. A UFS assumiu a Coordenação Geral deste projeto por ser a única instituição da região Norte e Nordeste a possuir um curso de graduação em Astrofísica. Pelo tamanho de Sergipe e fronteiras estaduais facilmente acessíveis, caberá à UFS a maior parte das observações (até 75%). Também, como instituição proponente, possui o know how nas ações e irá produzir os materiais necessários por meio dos bolsistas e recursos alocados para

este propósito. Cabe à UFS, com cada membro da rede, estabelecer a estratégia de execução local do projeto, mesmo quando o transporte entre polos seja necessário, assim como adaptações nos módulos. Todas as demais instituições possuem recursos mínimos e formação pessoal para promover eventos que podem atingir até 200 pessoas em 3 horas de execução com 3 ou 4 colaboradores. Para multiplicar este número por 3 o projeto prevê recursos para ampliação das ações, nos moldes aqui propostos.

### **2.3. Capacitação da Equipe**

As competências da equipe destacam-se pela ampla mobilização e motivação para compor esta rede, cujas habilidades, são descritas sucintamente:

O grupo da UFS + SEASE + MNPEF tem a experiência necessária para promover formações e estratégias de exposição, adaptáveis a cada realidade, além das habilidades técnicas e manuais para o desenvolvimento de recursos didáticos e kits. Há no MNEPF docentes com habilidade de orientar atividades educativas em consonância com a BNCC.

Temos uma consultora em acessibilidade, inclusão e diversidade, que subsidiará a elaboração das atividades didáticas e de gestão de eventos e pessoas. Destacamos que esta colega é membro do NICE — Núcleo Interdisciplinar de Cinema e Educação/UFS, que cumprirá um papel importante nas etapas de preparação de materiais didáticos, sob preceitos de acessibilidade e diversidade.

Alguns membros têm competência em Física Médica, com habilidade para orientar ações referentes à fisiologia do corpo humano no espaço.

Vários membros têm habilidades na produção de audiovisuais, incluindo roteirização, edição, publicação, gestão de canais, podcasts e mídias digitais. Uma habilidade particularmente importante refere-se ao uso de computadores e recursos digitais e o modo como as interações serão feitas por meio dos materiais e módulos propostos. Isto pode

comportar desde o acesso mínimo ao preenchimento de uma pesquisa em celular, até processamentos pesados de algoritmos de deepfake ou superimageamento. Cada um destes perfis é coberto por membros da equipe.

Parte equipe tem habilidade em técnicas de apresentação planetaristas (3 dos 6 polos). Há perfis de formação técnica para o planejamento, manuseio e finalização dos produtos confeccionados em impressoras 3D. Os gestores dos polos do MNPEF têm habilidade de circulação tanto entre pesquisadores do mundo acadêmico quanto com professores, administradores e burocratas, auxiliando no fluxo de realização das ações propostas.

### **3. Resultados e Discussões**

Por se tratar de um trabalho em seu início, ainda há muitos resultados para serem atingidos. No entanto, nesta etapa já podemos relatar o sucesso na formação da rede de polos colaboradores dentro do MNPEF (polos 06, 08,11, 36 e 47) e a aprovação deste projeto em primeiro lugar com pelo menos 70% dos recursos solicitados. A questão dos recursos ainda está em disputa no CNPq, pois com nota final de 9,73, foi o projeto que teve o corte mais pronunciado, inviabilizando a compra de um planetário inflável planejado para nossas ações.

Entre os resultados e impactos esperados destacamos os seguintes:

- Promoção da primeira experiência observacional com telescópio de pelo menos 10 mil pessoas distribuídas em 30 municípios do interior de 6 estados nordestinos;
- Formação de equipe técnica composta por 5 bolsistas, e capacitação de pelo menos 12 pessoas associadas aos polos multiplicadores, onde ao menos 20 discentes serão formados/por polo.



- Verificação por meio de pré e pós testes e dos desenhos das crianças o efeito de nossas intervenções em pelo menos 30% da população atingida;
- Verificação se o número de respostas corretas relativas às fases da Lua sobe dos atuais 25% de acerto para mais de 50% quando referente à população geral, mais de 75% para alunos e mais de 90% entre professores, após a participação no evento;
- Ampliar a interconexão regional, por meio de 6 polos do MNPEF (06, 08, 11, 36 e 47) com o objetivo de integração no processo de formação de discentes conforme a BNCC e novo Ensino Médio;
- Publicação 10 vídeos com cortes comentados referentes à Lua e à Exploração Espacial, com legendas e dublagem apropriadas, além de 5 animações para exibição em planetário compondo mais de 2h de material e vídeos animados inéditos;
- Serão realizados 4 podcasts e conteúdos que serão disponibilizados nas mídias digitais;
- Distribuição de 20 kg de instrumentos e recursos impressos em 3D e 20 kg de maquetes em gesso dos moldes gerados em 3D, incluindo materiais para Astronomia Tátil;
- Fornecimento de 120 kits e de planetas em escala e com superfícies realistas;
- Produção de uma sequência didática em forma de ebook para o curso de Astronomia e Exploração Espacial, incluindo ao menos 4 atividades observacionais, mais a atividade de drones simulando sondas espaciais;
- Publicação de pelo menos 7 artigos em revistas de impacto, 1 geral sobre a execução do projeto, 2 específicos da área educacional e de

acessibilidade e 4 dos participantes nas ações e criação de atividades observacionais;

- Divulgação de nossas ações em pelo menos 2 eventos nacionais.

Destacamos que a missão Artemis, um dos motes de nossa abordagem, possui uma equipe com diversidade de gênero e étnico/racial, e irá promover a ida da primeira mulher e da primeira pessoa negra à Lua. Estes são marcos importantes de representação e representatividade, que podem causar identificação e reconhecimento da população brasileira, cuja maioria é de mulheres (51,8%) e negros/pardos (56,1%), com números mais destacados no Nordeste. Assim, as atividades, observacionais, didáticas e lúdicas visam responder a questão: “quem pode ser astronauta?”, eliminando mitos sobre as possibilidades reais no que se refere à diversidade, abordando as peculiaridades das pessoas envolvidas e o papel da formação científica. Os benefícios não se restringirão apenas aos docentes, discentes e estudantes nas escolas, mas à população em geral, ao possibilitar oportunidades de observação, às quais não tem acesso, ampliando a abrangência da popularização dos temas abordados, podendo inspirar novos vínculos com os saberes científicos. Assim, a ação multiplicadora inicia-se em uma conexão acadêmica, nos mestrados profissionais, passa por professores estrategicamente distribuídos em DREs pelas SEDUCs, e ultrapassa este âmbito, ao atingir toda a comunidade por meio de exposições itinerantes em espaços públicos. Cabe enfatizar que entre os 10 piores IDEBs estaduais de 2019 no Brasil, 7 se encontram no Nordeste, sendo que neste projeto atenderemos 6 destes, faltando apenas a Paraíba, mas com plenas condições de extrapolar nossas ações para consolidar novas parcerias.

#### **4. Considerações Finais**

Por se tratar de um artigo de divulgação de nossas ações, queremos promover a conexão com novos polos para expandir nossas ações, e, em

caso de sucesso, procurar parceiros para um projeto mais ousado em escala nacional.

## **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico — CNPq”, Processo de Financiamento 408662/2022-0.

## **Referências**

ALLCOTT, Hunt; GENTZKOW, Matthew. Social media and fake news in the 2016 election. **Journal of economic perspectives**, v. 31, n. 2, p. 211-36, 2017.

ALTUGAN, Arzu Sosyal. The relationship between cultural identity and learning. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 186, p. 1159-1162, 2015.

BARATA, Rita Barradas; DE ALMEIDA RIBEIRO, Manoel Carlos Sampaio; DE MORAES, José Cássio; FLANNERY, Brendan; GROUP, Vaccine Coverage Survey 2007. Socioeconomic inequalities and vaccination coverage: results of an immunisation coverage survey in 27 Brazilian capitals, 2007-2008. **J Epidemiol Community Health**, v. 66, n. 10, p. 934-941, 2012.

BRIGGS, C. V. **The Encyclopedia of Moon Mysteries: Secrets, Conspiracy Theories, Anomalies, Extraterrestrials and More**. Adventures Unlimited Press, 2019.

CUNHA, Rodrigo Bastos. Alfabetização científica ou letramento científico?: interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, p. 169-186, 2017.

DOMINICI, Tania Pereira. As exposições itinerantes do MAST em Itajubá: um estudo sobre o público visitante e suas percepções da experiência. **Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Museologia e Patrimônio-PPGPMUS UNIRIO**, p. 159-179, 2014.

DÖRNER, Dietrich. On the difficulties people have in dealing with complexity. **Simulation & Games**, v. 11, n. 1, p. 87-106, 1980.

EVERSBERG, T. **The Moon Hoax?: Conspiracy Theories on Trial**. Springer International Publishing, 2019.

FERREIRA, Aurino Lima; ACIOLY-RÉGNIER, Nadja Maria. Contribuições de Henri Wallon à relação cognição e afetividade na educação. **Educar em Revista**, p. 21-38, 2010.

FOUREZ, Gérard; ENGLEBERT-LECOMPTE, Véronique. **Alphabétisation scientifique et technique: essai sur les finalités de l'enseignement des sciences**. Bruxelles: De Boeck université, 1994.

GOERTZEL, Ted. Belief in conspiracy theories. **Political psychology**, p. 731-742, 1994.

HUNGER, Dagmar Aparecida Cynthia França; ROSSI, Fernanda. A formação continuada de professores: entre o real e o ideal. **Pensar a prática**, p. 915-932, 2012.

KORTA, Samantha M. **Fake news, conspiracy theories, and lies: an information laundering model for homeland security**. Naval Postgraduate School, 2018.

KUHN, Caiubi Emanuel Souza. Ensino de geociência: exposições itinerantes como ferramenta educacional. **Revista Educação, Cultura e Sociedade**, v. 6, n. 1, 2016.

MACMAHON, Stephanie J. Human connection and learning: Understanding and reflecting on the power of the social dimension for learning. **ACCESS: Contemporary Issues in Education**, v. 40, n. 1, p. 15-23, 2020.

MAGALHÃES, Cíntia; DA SILVA, Evanilda; GONÇALVES, Carolina. A interface entre alfabetização científica e divulgação científica. **Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 5, n. 9, p. 14-28, 2017.

MAMEDE, Máira; ZIMMERMANN, Erika. Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, n. Extra, p. 1-4, 2005.

MCCURDY, Howard E. **Space and the American imagination**. JHU Press, 2011.

MCINTYRE, Lee. **Respecting truth: Willful ignorance in the Internet age**. Routledge, 2015.

MOTTA-ROTH, Désirée. Letramento científico: sentidos e valores. **Notas de Pesquisa**, p. 12-25, 2011.

OLIVE, Jacqueline K.; HOTEZ, Peter J.; DAMANIA, Ashish; NOLAN, Melissa S. The state of the antivaccine movement in the United States: A focused examination of nonmedical exemptions in states and counties. **PLoS medicine**, v. 15, n. 6, p. e1002578, 2018.

PLOUS, Scott. The psychology of prejudice, stereotyping, and discrimination: An overview. *Em: Understanding prejudice and discrimination*. New York, NY, US: McGraw-Hill, p. 3-48.2003.

RETIEF, Francois; MORRISON-SAUNDERS, Angus; GENELETTI, Davide; POPE, Jenny. Exploring the psychology of trade-off decision-making in environmental impact assessment. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 31, n. 1, p. 13-23, 2013.

ROCHA, Jéssica Norberto. Museus e centros de ciências itinerantes: análise das exposições na perspectiva da Alfabetização Científica. **São Paulo: Universidade de São Paulo, 2018.**

SASSERON, Lúcia Helena; DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SEVCENKO, Nicolau. **A revolta da vacina: mentes insanas em corpos rebeldes**. SciELO-Editora UNESP, 2018.

SILVA, Wagner Rodrigues. Letramento científico na formação inicial do professor. **Revista práticas de linguagem**, v. 6, n. especial, p. 8-23, 2016.

SMITH, Marshall; CRAIG, Douglas; HERRMANN, Nicole; MAHONEY, Erin; KREZEL, Jonathan; MCINTYRE, Nate; GOODLIFF, Kandyce. The Artemis program: an overview of NASA's activities to return humans to the moon. Em: 2020 IEEE AEROSPACE CONFERENCE 2020, **Anais IEEE**, p. 1-10. 2020.

VERMEULE, Cornelius Adrian; SUNSTEIN, Cass Robert. Conspiracy theories: causes and cures. **Journal of Political Philosophy**, 2009.

ZEBEL, Sven; ZIMMERMANN, Anja; TENDAYI VIKI, G.; DOOSJE, Bertjan. Dehumanization and guilt as distinct but related predictors of support for reparation policies. **Political Psychology**, v. 29, n. 2, p. 193-219, 2008.

ZORZETTO, Ricardo. As razões da queda na vacinação. **Pesquisa Fapesp**, v. 270, n. 1, p. 19-24, 2018.

# MACROBITS, A TEACHING TOOL FOR QUANTUM CRYPTOGRAPHY

*J. A. M. Pereira, F. Damaceno.*

Departamento de Física. UNIRIO, Rio de Janeiro, Brasil

## **Introduction**

Quantum cryptography is a branch quantum information. It is a growing research field that had overcome technical difficulties, both theoretical and experimental, over the past few decades. The idea of building a quantum computer, for instance, is attributed to R. Feynmann during a seminar in 1981 [1]. The main issue was to discuss the impossibility of using classical computers to simulate quantum mechanical problems due to the intrinsic probabilistic character of the quantum theory. The smallest information unit in quantum information is nowadays called the q-bit, a term that appeared in 1995 in a paper by B. Schumacher [2]. Cryptographic methods based on Quantum properties began to pop-up in the 80's when Bennet and Brassard first presented the BB84 protocol, which is based on quantum superposition in different basis and in quantum measurements [3]. Another important work is due to A. Ekert who developed the EK91 protocol which uses another characteristic of quantum mechanics: entanglement [4].

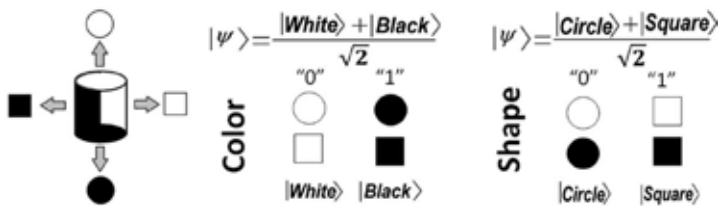
The development of quantum mechanics required major paradigm shifts and still causes perplexity, even for experienced physicists. Nevertheless, the necessary effort has been done in order to bring

quantum physics concepts to the secondary education audience [5,6]. In the present work, the development of a toy game that can be manipulated by the students is reported. They are invited to produce a cryptographic key, in order to exchange a secret message using tokens called MACROBITS. In the process, they get in touch with quantum concepts and can see how sure results can be obtained even using the probabilistic methods of quantum theory [7].

## Methods

Cryptography requires a few steps such as encoding a message in a binary sequence, producing an encrypting key and transmitting the encrypted message. Quantum mechanics is useful in two aspects: the construction of a random sequence of bits, which represents the encrypting key, and the security of the key transmission process. By MACROBIT (M-bit) we stand for an object in the scale of centimeters, shaped in such a way that it can be classified by two distinct properties. At the same time, it introduces a useful ambiguity in regard to a binary representation. The M-bits were crafted using common materials such as PVC tubes, plaster and coloured tape. It consists of a right round cylinder painted in two different colors (figure 1).

Fig. 1. Four possible side views of one M-bit. The M-bit “state vector” can be written in two different basis.



As seen in figure 1, the M-bit can be characterized by its side views according to its shape (circle or square) or colour (black or white). This



permits to represent the binary values “0” or “1” in two different basis introducing a useful ambiguity that makes possible the link of the game with cryptographic protocols. The sifting procedure in BB84 protocol can be easily replicated with a set of M-bits for instance. The emitter prepares a set of M-bits, taking note of the basis in which he organizes the set. He hides them inside a blackboard box eraser and sends to a receiver. In his turn, the receiver opens the box and measure the M-bits according to his own set of basis. The final step to produce the cryptographic key is the comparison between the set of basis used by each participant. The results to be kept in the sifting process are the ones in which the M-bit was measured by the receiver in the same basis as it was prepared by the emitter (see next section). Since there is a 50% chance that the receiver chooses the same basis the emitter chose to prepare the M-bit, nearly half of the sequence will be discarded. This brings the possibility to detect a spy since if the message is intercepted and resend by a third party the frequency of errors would increase to 75%.

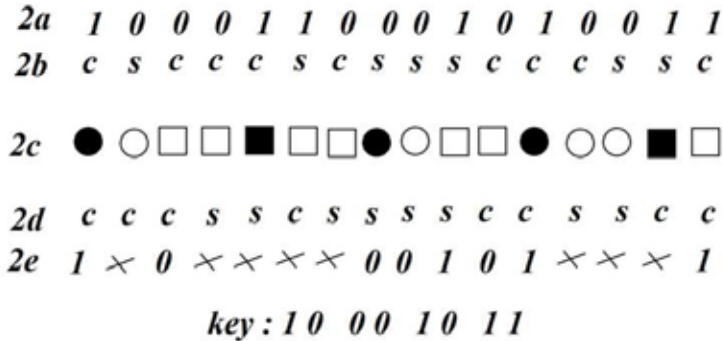
## Application

As an example one could use a four-character alphabet, like a genomic sequence composed by the letters G C T A, to illustrate the usage of a M-bit sequence. A sentence like C C G T for instance could be encoded by one M-byte like 10 10 11 01 (where G = 11, C = 10, T=01 and A = 00). The next step is to create a random sequence of 0's and 1's to serve as a seed to create the encrypting key. The roll of a dice or a simple coin toss could be used for this purpose. Let us say the seed sequence is 1000 1100 0101 0011 (there are 16 characters since the expected error rate is 50% as seen in the previous section). The player that will send the message must now represent the seed sequence using the M-bits. In order to do that, he needs to choose what criteria must be used to define each M-bit representing the seed. The first character of the seed random sequence is a 1 so if the criterion to define the first M-bit is color it

will be represented by a black figure regardless of its shape (see figure 1). The second bit of the seed sequence is a 0 and the player can choose a different criterion to define the second M-bit. If this criterion is shape the second M-bit is represented by a circle irrespective to its color. Figure 2a shows the seed sequence followed by possible choices for the criteria on 2b (c for color and s for shape). The array of M-bits corresponding to the key is shown in 2c. In the language of quantum mechanics one say that a sequence of 16 q-bit states was prepared by the emitter. The M-bits are then arranged in a way to replicate figure 2c and this is sent to the message receiver. In its turn, the receiver will choose how he will read the M-bits in an independent way. He could use the sequence shown in 2d for instance. After reading all 16 M-bits the players start the sifting process which consists of checking the cases where the two players choose the same criterion to prepare and read a given M-bit. In other words, the measurement made by the receiver is accepted as correct by both players whenever line 2b coincides with line 2d. In quantum mechanics one say that the measurement was made in the same basis in which the state was prepared hence the match between the emitter and the receiver will happen.

Fig. 2 — (a) A random sequence of bits. (b) Criteria used to set the M-bit array (c is for color, s is for shape) (c) The M-bit array prepared by the emitter (d) Criteria used by the receiver to read the M-bit array (e) Resulting sequence after the sifting procedure. The

encrypting key is 10001011.



The seed sequence is reduced to the 8 bits necessary to the encrypting procedure. The emitter has just to binary add bit by bit the message to the key (following the binary addition rules  $0+0 = 1+1 = 0$ ,  $0+1 = 1+0 = 1$ ) and the decrypting procedure is just repeating the binary addition by the receiver.

## Conclusion

The M-bits showed its usefulness to introduce quantum concepts behind cryptographic protocols such as superposition of states, change of basis and quantum measurement. Although, some goals can be achieved with them it is necessary to stress that M-bits are classical objects and there are crucial differences that have to be addressed. The most important is that the M-bit is not destroyed because of the measurement as it happens to a q-bit, so there is no state vector collapse in the M-bit case.

## References

1. Richard P Feynman. *Simulating physics with computers*, 1981. International Journal of Theoretical Physics, 21(6/7).
2. B. Shumacher, Phys. Rev. A 51 (a) (1995) 2738
3. C. H. Bennett and G. Brassard. Proceedings of IEEE International Conference on Computers, Systems and Signal Processing, volume 175, page 8. New York, 1984.
4. Ekert, Artur K. (5 August 1991). Phys. Rev. Lett. 67 (6): 661-663.
5. B. Jarosievitz; C. Su?ko?sd, *Teaching-learning Contemporary Physics: From Research to Practice, Challenges in physics education*, ISSN 2662-8430

6. M. LeBellac, *An Introduction to the quantum world*, World Scientific, ISBN 978-9814522427.
7. F. Damaceno, *Inserindo Elementos da Criptografia Quântica no Ensino Médio*, Master dissertation, UNIRIO, Rio de Janeiro, Brasil (2019) — supervisor J. A. M. Pereira

**COMPETÊNCIA TECNOLÓGICA PARA A REALIZAÇÃO DE ATIVIDADES  
EXPERIMENTAIS NAS AULAS DE FÍSICA**  
*TECHNOLOGICAL COMPETENCE FOR EXPERIMENTAL ACTIVITIES IN  
PHYSICS CLASSES*

*Silvio Luiz Rutz da Silva*<sup>1</sup>, *André Maurício Brinatti*<sup>2</sup>, *André Vitor Chaves  
de Andrade*<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Departamento de Física, MNPEF (Polo35 — UEPG), Universidade Estadual de Ponta  
Grossa (UEPG), rutz@uepg.br, brinatti@uepg.br, avca@uepg.br.

## **Introdução**

Estudos relacionados à temática Atividades Experimentais consideram fundamental que o professor compreenda o papel dos experimentos na Ciência e no processo de construção do Conhecimento Científico. Em pesquisas, sobre essa temática observa-se categorias gerais de objetivos citados pelos professores para o uso de experimentos: motivacional; funcional; instrucional; epistemológico (DOMÍNGUEZ, 1975, Força; Laburú e Silva, 2011, Carvalho *et al.*, 2012). Pelas Diretrizes Curriculares de Física para a Educação Básica do Estado do Paraná (SEED, 2008), é fundamental que o professor compreenda o papel dos experimentos na ciência, no processo de construção do conhecimento científico.

Hodson (1994, p. 300) agrupou cinco categorias gerais de objetivos para o uso de experimentos:

1 — para motivar mediante a estimulação do interesse e da diversão;

- 2 — para ensinar as técnicas de laboratório;
- 3 — para intensificar a aprendizagem dos conhecimentos científicos;
- 4 — para proporcionar uma ideia sobre o método científico e desenvolver habilidades em sua utilização;
- 5 — para desenvolver determinadas atitudes científicas, tais como a consideração com as ideias e sugestões de outras pessoas, a objetividade e a boa disposição para não emitir juízos apressados.

Hodson (1994) propõe que os professores devam se questionar sobre a experimentação no Ensino de Ciências, principalmente com relação às categorias por ele levantadas, refletindo até que ponto o experimento é realmente importante naquele momento de ensino, perguntando se o laboratório realmente motiva os estudantes, se existem outras formas alternativas que os motivem melhor, se os alunos realmente adquirem técnicas laboratoriais a partir dos trabalhos, se o trabalho experimental realmente ajuda na compreensão dos conceitos científicos, qual a imagem que o aluno adquire sobre os métodos da ciência e, até que ponto o trabalho prático favorece o desenvolvimento de uma “atitude científica” por parte do aluno e se estas são necessárias para a prática do bom exercício das ciências (ibid., p. 300).

O trabalho de Laburú (2005) identifica através da fala de professores, as justificativas dadas para a escolha de determinados experimentos e equipamentos em aulas de Física no Ensino Médio, propondo uma reorganização dos objetivos referentes ao uso das atividades experimentais em quatro categorias: Motivacional; Funcional; Instrucional; e Epistemológica.

Categoria Motivacional: contemplam atividades que despertam o interesse dos alunos, tais como, atividades envolventes, em especial relacionadas à tecnologia e que estabeleçam relações com o cotidiano. Categoria Funcional: priorizam aspectos relativos às “características e propriedades inerentes do material, como também a implementação em sala de aula” (LABURÚ, 2005, p. 166), com a intenção de facilitar

a tarefa tanto do professor quanto do aluno, priorizando a escolha de experimentos com fácil manuseio e montagem dos equipamentos. Categoria Instrucional: trata das atividades experimentais facilitadoras da explicação, da apresentação dos conceitos e modelos, procurando tornar a teoria simplificada e “clara” para o aluno. Categoria Epistemológica: tende a dar um apelo forte para a construção do conhecimento, ou, mais especificadamente, para a capacidade da formulação teórica em tratar a realidade (LABURÚ, 2005, p. 167). As atividades experimentais devem estabelecer uma relação entre o empírico e a construção teórica além de permitir demonstrar as implicações das teorias e leis, a fim de legitimar o conhecimento científico.

Segundo Hodson (1994, p. 305) para o trabalho prático não há a obrigatoriedade de incluir atividades que se desenvolvam em banco de laboratório. O autor defende alternativas que podem alcançar os mesmos objetivos, citando o uso do computador, a demonstração de vídeos/filmes, completados por atividades de registro de tempo, estudos de caso, representações de papéis, testes escritos, pôsteres, álbuns e trabalhos de vários tipos em bibliotecas. Rosito (2003, p. 206) acredita que seja possível realizar experimentos na sala de aula, ou mesmo fora dela, utilizando materiais de baixo custo, podendo contribuir para o desenvolvimento da criatividade dos alunos. Salvadego (2007, p. 15) diz ainda que as atividades experimentais não requerem local específico nem carga horária e, portanto, podem ser realizadas a qualquer momento, tanto na explicação de conceitos, quanto na resolução de problemas, ou mesmo em uma aula exclusiva para a experimentação.

A abordagem dada ao laboratório didático, segundo Ferreira (1978) e Alves Filho (2000), apresenta as seguintes características e objetivos: Experiências de cátedra ou laboratório de demonstrações; Laboratório tradicional ou convencional; Laboratório divergente; Laboratório aberto e o Laboratório de projetos; Laboratório biblioteca; e Laboratório e o problema da redescoberta.

Experiências de cátedra ou laboratório de demonstrações: são as atividades de laboratório realizadas pelo professor sendo de sua inteira responsabilidade. Os objetivos principais desse tipo de atividade são: a) Ilustrar e ajudar a compreensão das matérias desenvolvidas nos cursos teóricos; b) Tornar o conteúdo interessante e agradável; e c) Desenvolver a capacidade de observação e reflexão dos alunos (FERREIRA, 1978, p. 11).

Laboratório tradicional ou convencional: Geralmente são atividades acompanhadas por um texto-guia que serve de roteiro para o aluno, tipo “receita de bolo”. Apesar de uma participação ativa do aluno, seu poder de decisão é limitado tendo um roteiro a seguir impossibilitando a modificação da montagem experimental (ALVES FILHO, 2000, p. 177).

Laboratório divergente: “os alunos desenvolvem as atividades contidas em um cronograma preestabelecido pelo professor e de acordo com suas habilidades, podem escolher um assunto de seu interesse para aprofundamento” (ALVES FILHO, 2000, p. 177).

Desta forma, o laboratório tem que ser bem equipado a fim de atender as preferências de cada aluno que se torna responsável pelo desenvolvimento de sua investigação. Neste tipo de abordagem, o papel do professor se faz presente nos momentos de discussões e análises dos problemas junto com seus alunos.

Laboratório aberto e o Laboratório de projetos: segundo Ferreira (1978, p. 22), permite ao estudante a participação quase autônoma dentro do trabalho experimental. O aluno organiza um cronograma de trabalho de acordo com sua disponibilidade de tempo, de material e supervisão de um professor ou monitor. Apresenta ampla liberdade de ação por parte do estudante e, devido à infraestrutura sofisticada, requer certo grau de recursos financeiros.

Laboratório biblioteca: fica à disposição do aluno que toma a iniciativa de realizar atividades experimentais por sua conta.

Laboratório e o problema da redescoberta: Nesta abordagem o aluno tem à sua disposição vários tipos de equipamentos e situações que o levam a uma redescoberta (FERREIRA, 1978, p. 27). É preciso fornecer aos



alunos condições mínimas necessárias para que isto ocorra e o processo não seja frustrante tanto para o aluno quanto para o professor.

A experimentação pode ser feita em função de seus objetivos sem o que a experiência tornar-se-ia uma atividade sem significado mais profundo. Nesse estabelecimento de objetivos está a base de qualquer análise e, inclusive, a base da utilidade do trabalho experimental, bem como o estabelecimento de uma flexibilidade na elaboração do programa experimental que permitirá a aplicação do mesmo, ainda que as condições materiais não sejam ideais para sua realização. Justamente, o objetivo deste trabalho é o de possibilitar o ensino experimental em quaisquer condições cumprindo a missão que nos propomos analisar a seguir (DOMÍNGUEZ, 1975).

Em primeiro lugar, devemos estar conscientes de que constitui uma utopia a aplicação de programas experimentais pré-fabricados, pela falta de condições materiais e de disponibilidade de tempo. Por outro lado, a seleção de experiências feita em diversos manuais de laboratório nem sempre apresenta uma convergência de objetivos que nos leve a um objetivo terminal satisfatório e plenamente realizado. Cada professor deve analisar suas condições de trabalho, suas possibilidades e, de acordo com elas, elaborar seu próprio programa experimental coerente com os objetivos de seu curso. Esta atitude correta é a que pode resolver o problema da aprendizagem que, em nosso meio, se reveste de certas peculiaridades das quais são as principais: Falta de sala, laboratório; existência de sala, laboratório, mas falta de aparelhos e produtos; falta de estrutura administrativa do laboratório, no caso de estar bem aparelhado; falta de tempo do professor; problemas de disciplina criados pelas aulas experimentais; outros problemas peculiares de cada estabelecimento. Uma análise das atividades experimentais irá mostrar que há possibilidade de introduzir o ensino com bases experimentais, mesmo em condições que aparentemente sejam pouco favoráveis. Essa análise deve incluir a gênese da experiência, que é um resumo das exigências da mesma do ponto de vista didático e material (DOMÍNGUEZ, 1975).

## 1. Os objetivos da experimentação

Como qualquer outra atividade didática, a experimental exige a determinação clara de seus objetivos. Começaremos pelo objetivo terminal ou geral que é desenvolver o espírito científico aplicado ao campo específico disciplinar Física. Esta frase pode resultar de interpretação vaga, de modo que passamos a interpretá-la com clareza maior. Este procedimento envolve: aquisição da atitude de que a Física é eminentemente indutiva, e não dedutiva; compreensão de que qualquer modelo teórico — matemático, por exemplo — constitui um estudo auxiliar que deverá ser testado com o comportamento real dos sistemas, sem o que nenhum modelo teórico terá o mínimo valor; completando ainda o item anterior, adquirir a ideia clara de que a teoria deve ser consagrada com a experiência e não ao contrário; ver a possibilidade de estabelecimento de uma teoria firmemente alicerçada em fatos experimentais que permita — até certo ponto — prever fenômenos e usar princípios e leis já estabelecidos, para formar uma estrutura mental coerente com o comportamento real de sistemas materiais.

Para atingir o objetivo terminal que acabamos de considerar, é necessário atender uma série de objetivos particulares, que incluem hábitos e habilidades, sem os quais o objetivo terminal ficará duvidosamente concebido e atingido de forma incompleta. Vamos estabelecê-los de maneira formal capacidade: para realizar experiências em laboratório; de observar; de analisar; de sintetizar; para elaborar hipóteses; para testar hipóteses; para generalizar; de elaborar informações; de procurar e interpretar informações com criatividade. Naturalmente, cada um dos objetivos que visam estas capacidades pode ser subdividido em objetivos de menor alcance, constituindo requisitos para atingir a respectiva capacidade. Podemos estabelecer assim o seguinte esquema:

Capacidade para realizar experiências em laboratório. Note-se aqui que “laboratório” está usado como termo simbólico, pois não é necessário dispor formalmente de laboratório para realizar experiências.:  
a. Habilidade de usar material; b. Habilidade de seguir instruções (escritas

ou faladas); c. Habilidade de manter uma sequência correta de operações; d. Hábito de manter limpeza e ordem durante as operações experimentais; e. Hábito de prever a ocorrência de acidentes e sua correção ou medidas a tomar, em caso de apresentar-se.

Capacidade de observar: a. Habilidade de usar as vias sensoriais, de forma eficiente, para perceber, em todos seus detalhes, o que acontece durante a experiência; b. Habilidade de interpretar as observações de forma a interligá-las até permitir passar para as atividades posteriores; c. Habilidade (e hábito) de registrar as observações ordenadamente para poder usar seus resultados em qualquer momento e evocar o fenômeno em todos seus detalhes.

Capacidade de analisar: a. Inclui a habilidade de interpretar as observações; b. Habilidade de relacionar as diversas observações; c. Habilidade de conciliar as diversas interpretações realizadas; e d. Habilidade de conciliar as observações com conhecimentos anteriores ou com informações tiradas de fontes especialmente para a experiência estudada.

Capacidade de sintetizar. O título é bastante expressivo como para dispensar subdivisões. Deve-se procurar a síntese de todas as observações realizadas, o que constitui um passo intermediário na elaboração das hipóteses.

Elaboração de hipóteses. Realizar o trabalho de fazer generalizações sobre o comportamento do sistema usado durante a experiência, com as devidas reservas, para conseguir estabelecer possíveis padrões que possam ser usados no comportamento de outros sistemas que apresentem semelhanças com o estudado.

Capacidade para testar hipóteses. Uma vez elaborada a hipótese (ou as possíveis hipóteses), habilidade para imaginar outras experiências que possam servir para comprovar o comportamento do sistema que supomos existir e ao que chamamos hipótese.

Capacidade de generalizar. Está diluída entre os itens 5 e 6 principalmente. Trata-se aqui de desenvolver a habilidade de ampliar, com

certas garantias de precisão, os resultados obtidos num caso particular (ou em vários casos particulares) para toda uma série de situações que apresentem semelhanças entre si. Desta forma, se comprovamos para  $n - 1$  sistemas, poderemos prever o que acontece com o sistema de ordem  $n$  e  $n + 1$ . Estamos usando assim o método indutivo.

Capacidade para elaborar informações. Uma falha que existiu no “ensino” durante muito tempo foi a de ser informativo. A reação natural ante esse excesso de ser puramente informativo, foi a de tornar-se formativo sem maiores preocupações de levar o aluno a guardar dados e conhecimentos realmente essenciais. Poderíamos pura e simplesmente dizer que ambos os extremos são abusivos. A solução que opinamos ser melhor será a de o aluno elaborar sua própria informação com base em todas as atividades enumeradas anteriormente. Também a de usar informações de outros mas com o devido critério de seleção e relacionamento, sem que o aluno se torne uma simples enciclopédia de fatos.

Capacidade de procurar e interpretar informações com criatividade. Já abordada parcialmente no item anterior. Teríamos a acrescentar que o aluno pode relacionar informações alheias com o resultado de suas próprias observações para criar conhecimento. O que não se pode pretender é transformar tudo em simples informação ou pretender que o aluno consiga “partir da estaca zero” para elaborar toda a estrutura da Física. Ambos os extremos levam a resultados pobres; inadequados e quem sofre é o preparo do aluno em termos de formação e de informação.

## **2. Competências e habilidades docentes**

Mishra e Koehler (2006) chamam a atenção sobre o que professores precisam saber para incorporar adequadamente a tecnologia no ensino e de como a tecnologia educacional é usada e a falta de fundamentação teórica para desenvolver ou entender esse processo de integração.

Para Mishra e Koehler (2006) é preciso entender o desenvolvimento dos professores em relação aos usos da tecnologia educacional e, simultaneamente, ajudá-los a desenvolver seu ensino com tecnologia. Para tanto introduzem a estrutura do Conhecimento Pedagógico Tecnológico do Conteúdo (CTPC) para refletir sobre o conhecimento do professor e sobre o que os professores precisam saber e como podem desenvolvê-lo.

Nessa abordagem pedagógica, o desenvolvimento profissional dos professores — aprendendo sobre o uso da tecnologia educacional — leva ao desenvolvimento do CTPC. Em complemento deve-se considerar que o ensino é uma habilidade cognitiva complexa que ocorre em um ambiente dinâmico onde existem muitos sistemas de conhecimento que são fundamentais, incluindo-se o conhecimento do pensamento e da aprendizagem e o conhecimento do conteúdo sendo ensinado.

Por meio da Resolução CNE/CEB n.º 3/2018 de 21 de novembro de 2018, no art. 6º, incisos VI e VII o Conselho Nacional de Educação, estabeleceu as conceituações abaixo:

VI — Competências: mobilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores, para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho. Para os efeitos desta Resolução, com fundamento no caput do art. 35-A e no § 1º do art. 36 da LDB, a expressão “competências e habilidades” deve ser considerada como equivalente à expressão “direitos e objetivos de aprendizagem” presente na Lei do Plano Nacional de Educação (PNE).

VII — Habilidades: conhecimentos em ação, com significado para a vida, expressas em práticas cognitivas, profissionais e socioemocionais, atitudes e valores continuamente mobilizados, articulados e integrados. (BRASIL, 2018, p. 21)

Portanto, competência é a capacidade de lançar mão dos mais variados recursos, de forma criativa e inovadora, no momento e do modo necessário, e que a implica uma mobilização dos conhecimentos e esquemas que se possui para desenvolver respostas inéditas, criativas, eficazes para problemas novos.

## 2.1. Competência tecnológica docente

Aquino, Aquino e Caetano (2022) no trabalho “referenciais internacionais de competências digitais para formação docente: desafios ao contexto brasileiro”, apresentam documentos referência de organizações internacionais e de países como Espanha, Portugal e Chile. Segundo os autores: “os resultados evidenciam que os documentos analisados abordam vários aspectos relacionados à utilização de tecnologias digitais: técnicos, pedagógicos, éticos, gestão da formação e criação de conteúdo digital” (2022, p. 546).

A Espanha é um dos países europeus onde os professores possuem um maior índice de competências tecnológicas. Por sua vez, Portugal elaborou um Plano Tecnológico em Educação e o Chile é apontado pela UNESCO como referência em boas práticas com tecnologias na sala de aula. Ainda para Aquino, Aquino e Caetano (2022) é cada vez mais importante uma formação que contemple competências digitais, que pelo seu avanço significativo, traz novos desafios à prática dos professores.

Os professores são usuários ativos de tecnologias em especial nas atividades realizadas por meio de dispositivos conectados à internet, entretanto a proporção de uso de recursos tecnológicos em atividades de ensino e aprendizagem ainda é pequena (AQUINO; AQUINO; CAETANO, 2022, p.553). O que se observa é que atualmente predomina o trabalho docente desvinculado do uso de forma regular de algum tipo de tecnologia educacional em especial pelas fragilidades na formação inicial ou continuada em relação à utilização pedagógica de tecnologias digitais.

Com relação à formação de professores a Resolução CNE/CP nº 1 de 27 de outubro de 2020, institui a BNC-Formação (Basse Nacional Comum para formação continuada de professores da Educação Básica), que ressalta a importância das tecnologias nas práticas docente. Na competência geral docente de nº 5 destaca-se:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas docentes, como recurso pedagógico e como ferramenta de

formação, para comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e potencializar as aprendizagens. (BRASIL, 2020, p. 103)

Tem-se, portanto, uma preocupação quanto ao desenvolvimento de competências para o uso de tecnologias por professores e estudantes, pelo uso pedagógico das tecnologias educacionais no âmbito das instituições de ensino.

## **2.2. Experimentação em Física com tecnologia**

Pesquisas relacionadas à experimentação buscam compreender o que determina a necessidade, ou não, das atividades experimentais nas aulas de física. Ainda os pesquisadores ressaltam que as atividades experimentais não requerem local específico e, portanto, podem ser realizadas a qualquer momento, tanto na explicação de conceitos, quanto na resolução de problemas. (ALVES FILHO, 2000; CARVALHO *et al.*, 2012; FORÇA *et al.*, 2011; HODSON, 1994; LABURÚ, 2005; ROSITO, 2003.)

Neste trabalho tomamos por base uma gradação de atividades experimentais segundo uma sequência que permite atividades experimentais em diversas condições materiais e de tempo. Essa sequência se dá na ordem decrescente de condições ideais e de participação direta do aluno no trabalho, sendo ela: Experiência Plena do Aluno (EPA); Experiência Simplificada do Aluno (ESA); Demonstração (D); Experiência Visualizada (EV); e Experiência Simulada (ES). No quadro 1 indica-se as competências e habilidades para os grupos de gradação dos experimentos (DOMINGUEZ, 1975).

Quadro 1 — Competências e habilidades para os grupos de graduação de atividades experimentais.

COMPETÊNCIA - HABILIDADE	EPA	ESA	D	EV	ES
Interpretação de instruções e de perguntas	✓	✓	✓	✓	✓
Normas de trabalho em laboratório	✓	✓	P	X	X
Manuseio de material de experiências	✓	✓	P	X	X
Realização de operações experimentais	✓	✓	P	X	X
Observação de fenômenos	✓	✓	✓	✓	✓
Relacionamento das observações	✓	✓	✓	✓	✓
Análise das observações e dos fenômenos	✓	✓	✓	✓	✓
Discussão	✓	✓	✓	✓	✓
Teste de hipóteses	✓	✓	✓		
Generalização	✓	✓	✓	✓	✓
Previsão de fenômenos	✓	✓	✓	✓	✓
Elaboração de estruturas de conceitos e princípios	✓	✓	✓	✓	✓

Fonte: Dominguez (1975).

Nota: ✓ - Competência / habilidade plenamente contemplada;

P - Competência / habilidade parcialmente contemplada;

X - Competência / habilidade não contemplada.

Pelo exposto a questão problema neste trabalho é: Como organizar atividades experimentais incorporando recursos tecnológicos? De modo a responder a esta questão neste trabalho apresentamos uma proposta de intervenção didática que contempla EV e ES realizada na disciplina — Atividades Experimentais para o Ensino Médio e Fundamental do MNPEF — do Polo 35 — UEPG. O objetivo planejar e executar atividades experimentais com a integração de tecnologias educacionais para desenvolver competências tecnológicas por professores de física, trazendo para isso alguns exemplos.

### 3. Métodos e Materiais

Apresenta-se a análise de oito atividades experimentais realizadas na disciplina Atividades Experimentais para o Ensino Médio e Fundamental (AEEMF) no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, na Universidade Estadual de Ponta Grossa. As atividades na disciplina foram baseadas em reflexões sobre as práticas de ensino dos professores da disciplina e dos professores-discentes, de modo que esses, possam



integrar atividades experimentais com o uso de tecnologia às suas práticas didáticas.

O método de ensino adotado, baseia-se no pressuposto de que a formação docente deve ser o resultado da vivência teórica e prática, de forma que o professor da educação básica possa propor alternativas para o desenvolvimento de aulas experimentais no ensino física e ou de ciências (SILVA, BRINATTI e ANDRADE, 2018).

Faz-se uma análise de conteúdo e de contexto de uma disciplina de pós-graduação que contemplou a realização de oito atividades experimentais em um modelo de ensino remoto. O objetivo da aprendizagem é a incorporação de recursos tecnológicos no trabalho experimental e, deste modo, estimular que o professor-discente realize o ensino experimental em quaisquer condições.

#### **4. Resultados e Discussões**

No quadro 2, apresenta-se o conjunto de temas, gradação, objetivos e recursos envolvidos em cada uma das aulas realizadas. Após as aulas serem realizadas, procede-se uma avaliação relativa às estruturas conceituais e metodológicas; às interações entre a teoria e prática; às abordagens das atividades experimentais; às abordagens em espaços extraclasse; sobre a incorporação de tecnologias.

Quadro 2 — Conjunto de temas, gradação, objetivos e recursos envolvidos em cada uma das oito aulas realizadas na disciplina Atividades Experimentais para o Ensino Médio e Fundamental.

<b>AULA</b>	<b>GRADAÇÃO</b>	<b>TEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>RECURSO</b>
1	EV - ES	Lei de Snell	Determinar o índice de refração de materiais.	Minetest; PhET; Google Docs, Vídeo
2	EV	Hidroestática	Formular a força de empuxo por meio de modelagem matemática.	Instrucional Slides; Google Docs
3	ES	Circuitos elétricos	Caracterizar circuitos de resistores elétricos.	Thinkercad
4	EV - ES	Radiações e efeito estufa	Estabelecer relações entre efeito estufa e a radiação Infravermelha.	PhET; Google Docs; Kahoot
5	ES	Potência elétrica - Chuveiro elétrico	Caracterizar potência elétrica.	Google Docs; Google Planilhas
6	ES	Resistência elétrica	Calcular a resistência elétrica de um resistor a partir de um gráfico $U \times I$	PhET; Planilhas Google
7	EV - ES	Ondas eletromagnéticas - GPS	Utilizar a internet e o GPS como fonte de estudo e coleta de dados.	Video (YouTube); PhET; Google Maps
8	EV	Reflexão interna total e fibra óptica	Identificar a reflexão total como princípio de funcionamento da fibra óptica	Video Demonstração

Fonte: Os autores.

Como resultado temos que não há por que renunciar à realização de atividades experimentais, primeiro pela disponibilidade de grande número de tecnologias digitais educativas; como segundo ponto destacamos que tais modalidades de atividades experimentais possibilitam introduzir o ensino com bases experimentais, mesmo em condições que aparentemente sejam pouco favoráveis.

Para situações em que não se dispõe de laboratórios ou estruturas equivalentes é possível inserir atividades experimentais em acordo com a categorização usada como referência neste trabalho, pois os recursos e ou ferramentas tecnológicas disponíveis permitem a experimentação visual ou a experimentação com simuladores.

Um fator relevante neste processo diz respeito à experiência com o uso de tecnologias que se expressa na competência tecnológica docente

que possibilita maior ou menor grau de eficiência para a execução de experimentos com a incorporação de tecnologia educacional em especial as mediadas por recursos computacionais.

## 5. Considerações Finais

Pelo processo construído ao longo da disciplina, pode-se concluir que as atividades desenvolvidas permitiram observar a aplicação de diversas propostas de ensino experimental fundamentadas num processo que se constituiu em espaço para a reflexão coletiva acerca da prática experimental a partir da sistematização, do registro e da análise, de situações vivenciadas, no espaço escolar.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001. Agradecemos o apoio da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

## Referências

ALVES FILHO, J. de P. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 17, n. 2, p.174-188, ago. 2000.

AQUINO, C. C. F; AQUINO, J. C. F; CAETANO, L. M. D. Referências internacionais de competências digitais para formação docente: desafios ao contexto brasileiro. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**. Mossoró, v. 8, n. 26, 2022. <http://dx.doi.org/10.21920/recei72022826546559>

BRASIL. Ministério da Educação: Conselho Nacional de Educação: Câmara de Educação Básica. Resolução CNE/CEB nº 3, de 21 de novembro de 2018: Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. **Diário Oficial da União**, Brasília, p. 21, 22 de novembro de 2018, Seção 1.

BRASIL. Ministério da Educação: Conselho Nacional de Educação: Conselho Pleno. Resolução CNE/CP nº 1, de 27 de outubro de 2020: Dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais [...]. **Diário Oficial da União, Brasília**, p. 103, 29 de outubro de 2020, Seção 1.

CARVALHO, P. S.; SOUSA, A. S. e; PAIVA, J.; FERREIRA, A. J. **Ensino experimental das ciências: uma guia para professores do ensino secundário física e química**. Série Para Saber, 26. Porto, U. Porto editorial, 2012.

DOMÍNGUEZ, S. F. **As experiências em química**. São Paulo, EDART, 1975.

FORÇA, A. C.; LABURÚ, C. E.; DA SILVA, C. H. M. Atividades experimentais no ensino de física: teoria e práticas. **Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa**. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 5-9 de dezembro de 2011.

FERREIRA, N. C. **Proposta de laboratório para a escola brasileira**.1978. Dissertação de Mestrado. FEUSP-IFUSP, São Paulo, 1978.

GIRAFFA, M. M. L.; MORAES, C. M.; MACHADO, J. M. Cenário atuais das tecnologias digitais na educação básica. In: DANTAS, G. L.; MACHADO, J. M. (Orgs.). **Tecnologias e educação: Perspectivas para gestão, conhecimento e prática docente**. 2ª Edição. São Paulo: FDD Editora. Parte I, p.19-30, 2015.

GOMES, L. L.; MOITA, F. M. G. S. C. (2016) O uso do laboratório de informática educacional: partilhando vivências do cotidiano escolar. In:

SOUSA, R.P., *et al.*, orgs. (Org.). **Teorias e Práticas em Tecnologias Educacionais**. 1.ed.Campina Grande PB: EDUEPB, v. 6, p. 151-174, 2016.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de Las Ciências**, v. 12, n.3, p. 299-313, 1994.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. **Teachers College Record**. Volume 108, Number 6, p. 1017-1054, June 2006.

LABURÚ, C. E. Seleção de experimentos de física no ensino médio: uma investigação a partir da fala dos professores. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, a2, 2005.

ROSITO, B. A. O ensino de Ciências e a experimentação. In: MORAES, R. **Construtivismo e Ensino de Ciências: Reflexões Epistemológicas e Metodológicas**. 2 ed. Porto Alegre: Editora EDIPUCRS, p.195-208, 2003.

SALVADEGO, W. N. C. **A atividade experimental no ensino de Química: uma relação com o saber profissional do professor da escola média**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) — UEL, Londrina., 2008.

SEED. Diretrizes Curriculares de Física para a Educação Básica. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. Curitiba — PR, 2008.

SILVA, S. L. R. da; BRINATTI, A. M.; ANDRADE, A. V. C. de. Atividades experimentais para a educação básica: o exemplo da prática. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, Extraordin, 2018.



**SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA PIRÂMIDE DE APRENDIZADO  
DE WILLIAM GLASSER PARA O ENSINO DE FÍSICA MODERNA EM  
UMA PERSPECTIVA CTSA**

*DIDACTIC SEQUENCE BASED ON WILLIAM GLASSER'S LEARNING  
PYRAMID FOR TEACHING MODERN PHYSICS FROM AN CTSA  
PERSPECTIVE*

*Marcus Nascimento<sup>1</sup>, Daniel Palheta<sup>2</sup>, Rubens Silva<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Federal do Pará (UFPA), marcus.nascimento@itec.ufpa.br.

<sup>2</sup> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Federal do Pará (UFPA), daniel.palheta@ifpa.edu.br.

<sup>3</sup> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Federal do Pará (UFPA), rubsilva@ufpa.br.

## **Introdução**

Um dos motivos que nos levaram a pensar nesse produto didático-pedagógico nasceu do meu interesse pela Física Moderna e da sua utilização para o tratamento de doenças, a geração de energia e todas as tecnologias que vieram a partir do estudo desta área da Física. Está presente também como motivação o fato da sociedade atualmente não ter clareza dos benefícios da tecnologia, e acredito que esse fato só poderá ser mudado através da educação, sensibilizando os alunos acerca do estudo da Física ou até mesmo da Ciência como um todo. Segundo (D' AGOSTIN

2008) e (SANCHEZ, 2006), conforme citado por (BAUMER; CLEMENT, 2019), é comum encontrar alunos que não veem sentido no estudo da Física. Muitos não conseguem reconhecer a Física no seu cotidiano e quando falamos de Física Moderna esse problema se amplia, já que é um assunto pouco debatido com os alunos.

(MAZUR, 2015, P.21), aponta que isso acaba chegando até os cursos superiores “[...] esse sentimento de frustração em relação à disciplina encontra-se generalizado entre estudantes que, mesmo sendo de outros cursos, são obrigados a cursar as disciplinas de física para poderem se graduar”.

Os avanços nos estudos de Física Moderna e a sua aplicação em outras áreas como a Médica e as Engenharias em geral se torna muito mais visível hoje em dia, no entanto, quando passamos para o ensino desses avanços da Física Moderna no Ensino Médio verificamos a falta de debate com os alunos, fazendo com que os mesmos não tenham tanto contato com a nova e atual ciência em sala de aula. (OLIVEIRA; VIANNA; GERBASSI, 2007).

Por outro lado, a discussão de temáticas reais como os acidentes nucleares de Fukushima (2011), Chernobyl (1986) e o acidente com o césio-137, em Goiânia em 1987, por meio da abordagem de ensino Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) pode aproximar o estudo da Física Moderna na educação básica de forma mais contextual.

Alinhado a isto será colocado em experimento a Pirâmide de Aprendizagem de William Glasser que segundo (DA SILVA; MUZARDO, 2018) “os cones e as pirâmides da aprendizagem (ou da experiência) têm sido utilizadas como argumento de autoridade”.

Visto isso, esse artigo tem foco no ensino de Física, e buscará mostrar o desenvolvimento das ações em sala de aula no sentido de abordar assuntos e apresentar um produto educacional associado à Física Moderna para os alunos de Ensino Médio, procurando facilitar a aprendizagem desse componente curricular de forma significativa e contextual.



## 1. Fundamentação teórica

Fomentar o interesse em Física Moderna entre os alunos é uma das razões mais fortes para a criação de um produto didático-pedagógico e introduzir a abordagem CTSA junto com a pirâmide de aprendizagem de William Glasser se torna um desafio à parte, mas com esta aproximação pretendo trazer a Física Moderna de maneira sutil, fazendo com que o aluno tenha noção da importância desta área da Física para a nossa sociedade, seja no tratamento de doenças ou na geração de energia, entre outras utilidades.

A princípio, o produto é uma sequência didática que segundo (ZABALA, 1998) é uma série de atividades com ordem cronológica, tendo certa estrutura e articulação para assim cumprir os objetivos pedagógicos já conhecidos antecipadamente tanto pelo professor quanto pelos alunos.

No entanto, o grande desafio deste produto é fazer com que os alunos aprendam Física Moderna de maneira que reconheçam sua importância no seu cotidiano, como ela afeta positiva ou negativamente a sociedade em que vivemos. Pretendo também, não somente ensinar Física Moderna de maneira mais eficiente e rápida, mas incluir ela na vida do aluno ou fazer ele perceber que ela está à nossa volta. No contexto da abordagem de ensino CTSA seria introduzir conteúdos de maneira a tornar o aluno um cidadão capaz de transformar a sociedade em que vive. (SANTOS, 2010).

No âmbito da construção do cidadão crítico, utilizando a abordagem CTS ou CTSA, perspectiva esta que nasceu na década de sessenta com o objetivo de questionar a utilização da ciência e dos aparatos tecnológicos introduzidos na humanidade ao longo de décadas, no intuito de desmistificar a supremacia da ciência, de uma perspectiva salvacionista e favorecer um olhar crítico, no exercício da cidadania, sem deixar de lado o meio ambiente, criando alternativas sustentáveis para a resolução de problemas do nosso cotidiano. Os referências utilizados nesta pesquisa incluem livros, artigos e dissertações, entre os quais destaco a obra de Wildson Luiz Pereira Dos Santos e Roseli Pacheco Schnetzler “educação em Química — Compromisso com a Cidadania”.

Considerando que a Pirâmide de William Glasser tem certo vínculo com a interação entre pares, a opção foi pela fundamentação teórica baseada na aprendizagem sociointeracionista ou socioconstrutivista de Vygotsky. Nessa perspectiva o professor é um mediador na aprendizagem do aluno, mas não o único protagonista deste processo. Neste caso foi utilizado para essa fundamentação os trabalhos de Vygotsky, Luria e Leontiev. Em destaque temos “pensamento e Linguagem” de Vygotsky.

## 2. Métodos e materiais

No início da sequência didática utilizamos o site mentimeter (<https://www.mentimeter.com/app>) para fazer uma pesquisa sobre como os alunos enxergavam a Física Moderna, quais palavras ou frases eles ligavam com a Física Moderna com a seguinte pergunta: “o que a Física Moderna Estuda?” e o resultado está amostrado na Figura 1.

Figura 1 — Pesquisa conceitual.



Fonte: elaboração própria (2022).

Logo após o recolhimento das respostas, pôde se ter um bom feedback. Em seguida pudemos dar prosseguimento à aula, onde será apresentado o conteúdo de Física Moderna em forma de palestra, onde se abordará a

relação da Física Moderna com a medicina voltada para o tratamento de câncer. Encerrado esse processo, será proposto um debate sobre a Física Moderna em prol da sociedade, aplicando assim a teoria de Vygotsky que leva em consideração o debate de ideias e discussões sobre a palestra, fazendo assim a mediação na aprendizagem dos alunos. Após isso será repassado aos alunos temas (Efeito Fotoelétrico, Efeito Compton, produção de Pares, Produção de Raio-X e Atividade Radioativa) para serem sorteados para grupos previamente divididos para assim apresentarem seminários na próxima parte da sequência didática. Nessa segunda parte da sequência será testado o modelo de aprendizagem de William Glasser e sua pirâmide de aprendizado que atribui ao aprendizado ativo quando se ensina algo para alguém, como mostra Figura 2.

Figura 2 — Pirâmide de Aprendizado de William Glasser.



Fonte: Portal Antenados (2021).

Após o êxito da segunda parte, expus aos alunos um fato histórico, apresentado através de vídeo, artigos científicos e reportagens em que estava presente a utilização da Física Moderna, onde, através da abordagem CTSA, foi colocado em debate o real objetivo da ciência na

sociedade, trazendo problemas que possam estar inclusos no meio em que os alunos vivem por meio de discussões em sala de aula, e de uma proposta de redação na qual dissertaram sobre a importância e a influência da Física Moderna na sociedade. Ao se fazer isso encerra-se a sequência e espera-se que haja uma transformação do aluno em um cidadão crítico e preocupado com a sociedade em que vive e o mais importante, vendo como a Física Moderna está presente em seu cotidiano, isso claro sendo exposto de forma muito mais dinâmica e apreciativa.

### **3. Resultados e Discussões**

Ao se analisar a sequência no seu início pode se observar que as palavras estão de certa forma relacionadas com o tema exposto na pergunta (Figura 1), e isso facilita e muito a introdução da segunda parte da sequência, já nas apresentações se observou a grande desenvoltura dos alunos ao explicarem os assuntos, também na produção dos slides para a apresentação, slides esses muito criativos.

Na parte de apresentação de fatos e a aplicação do CTSA pude perceber o engajamento dos alunos em defenderem a utilização da Física em prol da sociedade, o que fica mais evidente em trechos das diversas redações. Alguns trechos estão expostos abaixo..

Figura 3 — Registro das redações dos alunos 1.

1	
2	A física moderna pode sim ajudar a so-
3	ciidade positivamente como no avança de te-
4	cnologia principalmente, e também em estudos
5	científicos.
6	Na tecnologia ela ajuda a medicina com a
7	criação de máquinas para o tratamento de cancer
8	também para ajudar no diagnóstico de algumas
9	doenças, outra tecnologia foi o Raio X que con-
10	tribui bastante na visualização de problemas como
11	no corpo, no diagnóstico do cancer de mama
12	e também é usado na odontologia para
13	analisar a estrutura dentária.
14	Na estudos científicos tivemos importantes
15	descobertas como a teoria relatividade por
16	Albert Einstein, da radioatividade que foi descoberta
17	acidentalmente por Henri Becquerel entre outros
18	descobertos que são importantes para a soci-
19	dade.
20	A física moderna contribui bastante com
21	a sociedade não só na medicina e na busca
22	de conhecimento mas também ela ajuda na
23	criação de automóveis, celulares, de muros em
24	microscópios, de eletrônicos, entre outros coisas
25	que são muito importantes para a vida das
26	pessoas.

Fonte: elaboração própria (2022).

Figura 4 — Registro das redações dos alunos 2.

1	A Física Moderna nos dias de hoje.
2	A Física Moderna é a responsável por explicar o estudo da
3	Mecânica Quântica e a Teoria da Relatividade. Nosso meio de estudo
4	é possível a explicação de fenômenos de escalas minúsculas como
5	átomos e subátomos, e em altas velocidades, próximas a $v$ , da luz.
6	"A teoria da relatividade, é um pilar da física moderna que possui
7	abriu o entendimento sobre o espaço, gravidade, e tempo" — Segundo o
8	livro "Einstein". Ela passou a ser descoberta, no momento em que o
9	efeito da radiação térmica começou a ser analisada através do estudo
10	da corpos negros emitidos entre si.
11	A física moderna, abriu um portas boas e ruins. Um de sua
12	lados bons, que trouxe a sociedade, foi a radiatividade, descoberto por
13	Marius e Pierre Curie. Ela utiliza radiação ionizantes (radio-x). Um tipo de
14	energia direcionada para destruir ou impedir que células de tumores
15	existam. Essas radiações não são possíveis de encherem a olho nu e
16	durante o tratamento o paciente não sente nada. Segundo Emmanuel Santos
17	O descobrimento da radiografia (radioatividade) possibilitou o
18	tratamento de combate ao câncer, por meio da radioterapia. As pessoas que
19	desenvolvem a doença antes que esteja em um estágio avançado, com
20	precisam fazer esse tratamento e reduzir o nível em que o tumor se
21	encontra, causando a morte da célula cancerígena. A radiação também
22	pode ser usada em combinação com a quimioterapia em alguns
23	tratamentos.
24	

Fonte: elaboração própria (2022).

## 4. Considerações Finais

Com o término da execução do projeto conseguiu-se de certa forma a melhoria na qualidade do ensino de Física, atrelando a isso a construção de um aluno crítico. Além disso, fazer com que o aluno perceba a Física Moderna que está ao seu redor e como ela pode influenciar a sua vida de forma direta e indireta. Trazer esse tema para dentro de sala de aula é

de suma importância pois a sociedade precisa ver como a Física pode lhe ajudar ou até mesmo lhe prejudicar, logo a criação de um possível produto educacional que ficará disponível para todos os professores que queiram utilizar o mesmo para o ensino de Física Moderna se torna mais uma maneira de fazer isso acontecer. E que através de metodologias ativas se pode inserir conteúdos de Física Moderna de maneira rápida e prática e principalmente no contexto social do aluno.

## Referências

LEV SEMENOVICH VIGOTSKII, ALEXANDER ROMANOVICH LURIA, ALEX N. LEONTIEV. **Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem** /; tradução de: Maria da Pena Villalobos. — 11ª edição — São Paulo: ícone, 2010.

MAZUR, ERIC. **Peer Instruction : a revolução da aprendizagem ativa** [recurso eletrônico] / Eric Mazur ; tradução: Anatólio Laschuk. — Porto Alegre : Penso, 2015.

SANTOS, WILDSOON LUIZ PEREIRA DOS. **Educação em Química: compromisso com a cidadania** / Wildsoon Luiz Pereira dos Santos, Roseli Pacheco Schnetzler.- 4. ed. rev. atual. Ijuí : Ed. Unijuí, 2010. — 160 p. — (Coleção educação em química)

ZABALA, ANTONI. **A prática educativa: como ensinar** / Antoni Zabala; trad. Ernãni E da F. Rosa — Porto Alegre : ArtMed, 1998.

BAUMER, ANA LUIZA ; CLEMENT, LUIZ. **Sequência de ensino investigativa sobre a irradiação de alimentos: proposta e análise** — experiências em ensino de ciências v.14, no.2 2019.

BERBEL, NEUSI APARECIDA NAVAS. **As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes** — ciências sociais e humanas, londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.

MESSAGE, CARLA PLANTIER; MARQUES, ANA PAULA AMBRÓSIO ZANELATO; GITAHY, RAQUEL ROSAN CHRISTINO; SOUSA, SIDINEI DE OLIVEIRA; TERÇARIOL, ADRIANA APARECIDA DE LIMA. **Peer Instruction: Metodologia Ativa de Ensino e Aprendizagem e suas Ferramentas de Interatividade Gratuitas** — Colloquium Humanarum, vol. 14, n. especial, jul-dez, 2017, p. 644-650.

R. MEIGIKOS DOS ANJOS, A. FACURE, K. C. DAMASIO MACARIO, E. M. YOSHIMURA, J. A. P. BRAGE, E. M. TERRA, H. TOMPAKOW, P. R. S. GOMES, C. E. ALHANATI, S. N. M. CARDOSO, M. D. N. SANTORO, A. L. BOYD. **Estudo do Acidente Radiológico de Goiânia no Ensino de Física Moderna** — revista brasileira de ensino de física, vol. 22, no. 1, março, 2000.

DA SILVA, FÁBIO LUIZ; MUZARDO, FABIANE TAIS. **Pirâmides e cones de aprendizagem**: da abstração à hierarquização de estratégias de aprendizagem. *Dialogia*, n. 29, p. 169-179, 2018.

ROMERO, PRISCILA, **Breve estudo sobre Lev Vygotsky e o sociointeracionismo**, publicado no ano de 2015. Disponível em: <<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/15/8/breve-estudo-sobre-lev-vygotsky-e-o-sociointeracionismo#:~:text=Vygotsky%20entende%20o%20homem%20e-socioconstrutivismo%2C%20sendo%20tamb%C3%A9m%20denominada%20sociointeracionismo>>. Acesso em: 18 julho de 2020.

FOGAÇA, RENATA ANTUNES, **Ensinar é o melhor caminho para aprender, segundo Glasser**, publicado no ano de 2021. Disponível em: <<https://portalantenados.com.br/noticia/19060/ensinar-e-o-melhor-caminho-para-aprender-segundo-glasser>>



**SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO METODOLOGIAS ATIVAS E  
ANÁLISE DE VÍDEO PARA O ESTUDO DO MOVIMENTO RETILÍNEO  
UNIFORME**

*TEACHING SEQUENCE USING ACTIVE METHODOLOGIES AND VIDEO  
ANALYSIS FOR THE STUDY OF UNIFORM STRAIGHT MOVEMENT*

*Priscilla Paci Araujo<sup>1</sup>, Mario Laelio Alves Silva<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF-Polo 40), priscillapaci@ufscar.br.

<sup>2</sup> Instituto Federal de Rondônia (IFRO), Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF-Polo 40), laelioalves27@gmail.com.

## **Introdução**

Neste artigo, abordamos os conceitos de fundamental importância para compreendermos as grandezas posição, deslocamento, velocidade e tempo presentes no estudo do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) na Cinemática. Para isso, podemos utilizar estratégias que auxiliem o docente nesse processo, aplicando as ferramentas tecnológicas que facilitem o ensino e tenham o objetivo de promover a aprendizagem em sala de aula. Segundo Pires e Veit, (2006, p.241) “tecnologias de informação e comunicação são introduzidas no Ensino de Física em nível médio a fim de ampliar as possibilidades de produzir ganhos na aprendizagem dos alunos.”

Existem programas computacionais, voltados para educação que possibilitam ajudar a compreensão dos alunos, diante daquilo que está sendo abordado, além de servir como motivação na busca de novas situações de aprendizagem, envolvendo problemas mais complexos. Segundo Castoldi e Polinarski (2009, p.685) “com a utilização de recursos didático-pedagógicos, pensa-se preencher as lacunas que o ensino tradicional geralmente deixa, e com isso, além de expor o conteúdo de uma forma diferenciada, fazer dos alunos participantes do processo de aprendizagem”.

A ausência de recursos didáticos favorece, em muitas situações, uma dissociação da realidade, tendo em vista que esses alunos necessitam de meios táteis que lhes permitam explorar o mundo ao seu redor. Como recurso didático, a pesquisa aborda o uso do programa Tracker como uma alternativa, de atividade experimental no estudo da Cinemática, pois este Software, traz em seu conjunto de ferramentas, a possibilidade de o aluno suprir a carência da prática de atividades experimentais, por falta de laboratório, possibilitando que o estudante possa comparar a realidade dos acontecimentos físicos, com a teoria estudada.

O Tracker é um software voltado para o estudo de Física que permite ao aluno, criar suas próprias análises físicas baseadas nos conceitos e leis da Cinemática, Dinâmica entre outros conteúdos. Um outro ponto positivo para a escolha do software, é que ele é gratuito, bastando para isso ter um computador e acesso à internet para podermos efetuar a instalação e desfrutar das variadas formas de se trabalhar com ele, nas aulas presenciais, como também, de forma remota. Este trabalho foi desenvolvido antes da pandemia da Covid-19, mas foi aplicado, no período da pandemia da Covid-19 de forma totalmente remota, com atividades síncronas e outras assíncronas.

Com isso, o objetivo deste trabalho é que alunos e professores sejam capazes de utilizar o software Tracker e que a sequência didática planejada nesse trabalho ajude os estudantes a entender os conceitos e fundamentos do MRU. Complementando assim, o estudo com uma atividade prática

experimental, por meio de análise de vídeo. Para alcançar este objetivo elaboramos uma sequência didática abordando o estudo do movimento proposto nesta pesquisa. Esperamos que esta sequência didática contribua na participação efetiva dos alunos e que possam ajudá-los a interpretação dos fatos, conceitos, fenômenos e processos naturais, estimulando a participação e a troca de conhecimentos com seus pares e com seu professor.

## **1. Fundamentação teórica**

### **1.1. Teoria da Aprendizagem Significativa — TAS**

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) argumentam que a Aprendizagem Significativa é uma etapa pelo qual um novo conhecimento se relaciona de forma não arbitrária e que também não sendo totalmente literal com a estrutura cognitiva do estudante de tal modo que o conhecimento prévio do aluno, possa interagir de forma significativa, com o novo conhecimento que lhe é proposto, gerando uma mudança em sua estrutura cognitiva, ao qual Ausubel define como subsunçores presentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Para Moreira,

Ausubel é um representante do cognitivismo e, como tal, propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem, segundo o ponto de vista cognitivista, embora reconheça a importância da experiência afetiva. Para ele, aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva. Como outros teóricos do cognitivismo, ele se baseia na premissa de que existe uma estrutura cognitiva, entendida como o conteúdo total de ideias de um certo de suas ideias em uma área particular de conhecimento. (MOREIRA, 1999, p. 152).

Moreira (1999) afirma que Ausubel tem sua atenção sempre voltada para aprendizagem, tentando sempre entender como ela ocorre na sala de aula e no dia a dia da maioria das escolas. Para ele o que mais contribui para a aprendizagem é o que o aluno já sabe cabendo ao professor a

missão de identificar isso e ensinar de acordo com o cognitivismo dos alunos. Para Ausubel, novas ideias e informações podem ser apreendidas e retiradas, porém, a experiência cognitiva não se limita diretamente aos conceitos já apresentados, mas abrangem as modificações necessária pela influência do novo material. Segundo Mill (2021),

David Ausubel propôs alguns princípios para buscar uma aprendizagem significativa: considerar os conhecimentos prévios; promover atividades que despertem o interesse do educando; construção de clima harmônico e de confiança entre estudante e professor; primar por atividades que fomentem a iniciativa, a participação, colaboração, autonomia, troca de ideias e o debate; explorar os exemplos e as vivências nas explicações; guiar e mediar o processo cognitivo de aprendizagem; e promover uma aprendizagem situada no ambiente sociocultural. (MILL, 2021, p. 9).

Seguindo essa visão, Ausubel, Novak e Hanesian (1980) ressaltam que a aprendizagem significativa não se estabelece de forma satisfatória em aulas ou na utilização de recursos, expositivos, pois as atividades de ensino devem ter significado para os estudantes e não somente para quem está expondo o conteúdo no caso, sendo o professor. A noção de aprendizagem significativa se assemelha com a ideia de aprendizagem ativa. Mill (2021) relata que as abordagens ativas de aprendizagem estão interligadas nas bases da teoria de aprendizagem significativa, porque o objetivo das metodologias ativas é que o estudante aprenda efetivamente, de modo a encontrar significado no que estuda.

Uma ferramenta que pode colaborar com a aprendizagem significativa é a utilização de metodologias ativas, que permitam aos alunos, o desenvolvimento de habilidades e competências de forma prática, estabelecendo um sentido e facilitando a assimilação da aprendizagem. Crispim (2018), relata que a Teoria da Aprendizagem de Ausubel, oportunizar a reflexão da prática pedagógica e possibilita ao professor refletir sobre sua prática docente. Segundo Moreira (1999) um dos requisitos para a ocorrência da aprendizagem significativa é que o conteúdo a ser estudado estabeleça relação à estrutura cognitiva do aluno.

Outro requisito importante para ocorrer a aprendizagem significativa, o aluno precisa querer, pois independente de quão seja potencialmente significativo o conteúdo a ser estudado, se o aluno não está disposto a interagir o com o novo material, a aprendizagem será simplesmente memorizada, ou seja, ocorrerá uma aprendizagem mecânica e não significativa (Moreira, 1999).

## **1.2. Metodologias ativas**

As metodologias ativas surgiram como uma proposta para melhorar o modelo tradicional de ensino, com a finalidade de inovação na forma de se transmitir o conteúdo para os estudantes. As metodologias ativas são utilizadas para tentar mudar a perspectiva do ensino centralizado no professor, para se concentrar no aluno. O professor, passar a ser um mentor e não mais o único detentor do conhecimento.

De acordo com Amorim (2020) as metodologias ativas possuem algumas características que as completam, como exemplo, tem-se a participação ativa dos alunos no contexto de sua aprendizagem, a percepção do papel do professor como facilitador efetivo, mediador do conhecimento e conteúdo em linguagem mais próxima dos alunos.

Algumas metodologias ativas vêm ganhando muita popularidade nos últimos anos. Mostrando a importância de repensarmos o uso exclusivo de métodos tradicionais nas escolas. Nesse trabalho, as metodologias ativas utilizadas foram a Sala de aula invertida e a Metodologia POE (Prever-Observar-Explicar).

### **1.2.1. Sala de aula invertida**

A sala de aula invertida traz à ideia de adequação do uso do tempo, de forma a explorar algumas potencialidades das tecnologias digitais (MILL, 2021). A sala de aula invertida pode ser uma forma de metodologia ativa que visa amenizar o desestímulo da aula expositiva; ou seja, é uma nova maneira de abordagem para o uso do tempo em sala de aula, em que os

conteúdos são estudados (a distância em casa) antes da aula presencial (ou síncrona), fazendo uma inversão, pois o aluno irá ver o conteúdo antes e a sala de aula torna-se o local para discussão dos conteúdos já estudados previamente e utilizando este tempo presencialmente, para poder ser realizadas atividades práticas, como resolução de problemas apresentação de projetos, discussão em grupo, realização de laboratórios entre outros mais.

### **1.2.2. A metodologia POE (Prever-Observar-Explicar)**

A metodologia de ensino POE (Prever-Observar-Explicar) é bastante utilizada em simulações computacionais com a finalidade de analisar conflito cognitivo estabelecido em programas de simulação. Este método é constituído das seguintes etapas: A primeira, é o predizer, onde os alunos, estão divididos em grupos ou de maneira individual, discutem o problema proposto e por meio da troca de experiências, predizem o resultado desejado. A segunda etapa, é a observação, nesta fase, os alunos deverão observar o que ocorrerá durante a realização do experimento e por fim na última etapa, a explicação. Nessa fase os alunos tentam explicar os resultados obtidos, comprovando ou não o que foi previsto no início da atividade (SCHWAHN; DA SILVA; MARTINS (2015).

Cada uma delas com suas particularidades contribuíram para a aplicação da sequência didática, tornando o aluno o ser praticante das ações desenvolvidas para cada atividade proposta em que o aluno teve que cumprir.

## **2. Métodos e materiais**

A Sequência Didática proposta neste artigo foi pensada não simplesmente com o intuito de ensinar e aprender ciência, mas também, de complementar os estudos do MRU de forma mais integral, contribuindo com o ensino e a aprendizagem de Cinemática no Ensino Médio.

Para isso, apresentamos um modelo de sequência didática composta por um conjunto de atividades que os alunos vão realizar antes, durante e depois da aula, um vídeo do experimento e um roteiro da atividade experimental. Atividades prévias, antes da aula como tarefa de casa, foi pedido ao aluno que assistisse a videoaula sugerida e respondesse algumas perguntas. Esta etapa foi importante na implementação da metodologia da sala de aula invertida, onde o aluno estuda o conteúdo em casa e desenvolve atividades em sala de aula. Também foi importante, quando pensamos em termos da TAS, na geração de subsunçores, visto que esses servem de suporte para a ancoragem de um novo conhecimento que se deseja reter.

No começo da aula, foi aplicado um Quiz Kahoot sobre o MRU, com a intenção de verificar o que os alunos sabiam sobre o assunto, ou seja, se eles possuíam subsunçores e ao mesmo tempo deixar a aula mais dinâmica. Posteriormente foi realizada uma discussão, com os alunos, sobre o conteúdo, que na TAS são os organizadores avançados, eles fornecem uma estrutura ao aluno para que ele relacione as novas informações apresentadas com seus conhecimentos anteriores. Após esta etapa foi dado início a atividade experimental de análise de vídeo.

O vídeo da atividade experimental e o roteiro com explicações sobre a atividade e os procedimentos para a realização da análise de vídeo formam o conjunto de atividades que o aluno desenvolverá em aula. Depois de realizado o experimento, os alunos entregaram o roteiro da atividade experimental totalmente respondido, ou caso o professor prefira pode ser solicitado dos alunos a entrega de um relatório experimental. Os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa aconteceram durante a aula síncrona, durante a realização da atividade de análise de vídeo. O vídeo da atividade experimental apresenta uma rampa que dá início ao movimento da bolinha (MRUV) e depois, quando a bolinha sai da rampa ela executa um MRU. A análise de vídeo que foi solicitada aos alunos correspondia a parte do vídeo em que a bolinha saía da rampa, onde tínhamos apenas o MRU. Nessa parte da análise de vídeo

os alunos observaram que havia dois movimentos sendo realizado pela bolinha. E então começou a discussão sobre os movimentos apresentados no vídeo.

Ao término da atividade experimental de análise de vídeo os alunos entregaram o roteiro e a questão-problema respondida. A avaliação do conhecimento dos alunos se deu por meio das respostas apresentadas e do grau de dificuldade que os alunos apresentaram no desenvolvimento das atividades observado pelo professor. Servindo de avaliação formativa para o desenvolvimento de atividades posteriores. E a verificação dos indícios da ocorrência da aprendizagem significativa dos tópicos estudados se deu por meio da utilização dos conceitos estudados em outros contextos de aplicação e quando eles extrapolaram as expectativas ao analisarem o movimento total do vídeo e perceberam que havia o movimento acelerado e o movimento uniforme.

## **2.1. Atividade experimental de análise de vídeo**

A atividade experimental diz respeito ao estudo do MRU. Começamos com uma questão desafiadora aos alunos sobre um assunto de interesse de vários alunos e alunas, o futebol:

“durante uma partida de futebol, os juízes correm em média, 15 km por jogo. Como podemos determinar a velocidade média dos juízes por jogo?”

O objetivo foi focar a atenção dos alunos ao longo da atividade, o que lhes permitiu discutir e responder à questão problema no final do trabalho. Em seguida, descrevemos as etapas para implementar uma metodologia de ensino interativa com uma abordagem P (prever) — O (observar) — E (explicar) (WHITE; GUNSTONE, 1992).

Antes de fazerem a análise do vídeo utilizando o programa Tracker, os alunos foram indagados a prever como seria o(s) movimento(s) da bolinha durante o vídeo? A desenhar um esboço do gráfico do espaço em função do tempo e o gráfico da velocidade em função do tempo e dar uma



explicação, usando linguagem (oral e escrita) científica, para todo o(s) movimento(s).

Em seguida, os alunos iniciaram a atividade, abrindo o programa Tracker, carregando e configurando o vídeo para a análise. Nesta parte da atividade fizemos perguntas, aos alunos, com a intenção de que eles façam uma análise crítica sobre a calibração que eles fizeram do vídeo no programa, já que até o momento eles não conheciam o programa Tracker: Qual é a forma mais conveniente que o sistema de coordenada de eixo deva ser posicionado para facilitar a interpretação das posições do vídeo? Neste vídeo, qual é o valor de comprimento que deverá ser digitado no espaço da régua? (Unidade padrão utilizada é metros). Quantas posições marcadas você considera suficientes para a análise dos resultados?

Depois de marcar os pontos, os alunos fizeram o Ajuste de Curva. Então foram questionados sobre: Qual seria a melhor curva que se ajusta ao conjunto de pontos marcados no gráfico construído? Com a curva de ajuste, descreva como você pode determinar a velocidade média da bolinha?

A esta altura, os alunos fizeram uma análise sobre o movimento do vídeo e conseguiram relacionar e responder a questão-problema. O que você pode concluir da velocidade média que foi calculada na Questão-problema e da velocidade média obtida no gráfico?

Que conclusões você pode tirar pela simples observação dos gráficos? Estão de acordo com a sua previsão? Justifique. O que você pode concluir acerca do movimento realizado pela bolinha?

De posse da previsão que eles fizeram no começo da atividade e da observação realizada na análise de vídeo com o Tracker, os alunos agora formularam suas explicações: Dê uma explicação final, associando os resultados obtidos às fórmulas do movimento da Cinemática que você utilizou nesta atividade.

Ao término da atividade experimental de análise de vídeo os alunos entregaram o roteiro e a questão-problema respondidos.

### 3. Resultados e Discussões

Para esta atividade, utilizamos a metodologia de sala de aula invertida, onde disponibilizamos um material para que os alunos estudassem em casa e respondessem as atividades propostas deste assunto. Percebemos que as respostas dos alunos, tinham algumas relações com o MRU, sendo assim, acreditamos que esta parte da atividade, que se tratava dos subsunçores dos alunos, foi satisfatória, pois os alunos cumpriram o que foi pedido, todos os 5 alunos responderam conforme seu entendimento desse movimento.

Dando continuidade, apresentamos uma questão-problema aos alunos, utilizando para este fim, a metodologia POE, assim a ideia foi que através do conteúdo estudado os alunos tivessem conhecimento teóricos para responder a questão-problema.

Na resolução dessa questão, tivemos a participação de 5 alunos, em que 4 deles, resolveram corretamente obtendo o valor de 10 km/h. E apenas um aluno não conseguiu chegar ao resultado desejado, sendo considerado um bom resultado para esta etapa.

Após a questão-problema, estipulamos uma previsão para os alunos, em relação ao experimento de MRU sobre o que poderia acontecer com objeto a ser analisado no vídeo de atividade experimental. No quadro 1, apresentamos a pergunta da previsão proposta e as respostas dos alunos.

Quadro 1 — Resposta dos alunos sobre a previsão do experimento de MRU.

**Previsão: Como será o(s) movimento(s) da bolinha durante o vídeo?**

<u>Aluno 1</u>	"a bolinha fará uma trajetória onde possui uma aceleração inicial na rampa e depois sua velocidade será mantida ao deslizar na mesa."
<u>Aluno 2</u>	"será rápido, mais antes há as marcações para ver sua trajetória."
<u>Aluno 3</u>	"A bolinha está em MRU, porém ela tem um ganho de velocidade pois começa em um plano inclinado, mas vemos também que a velocidade se mantém constante no resto do percurso."
<u>Aluno 4</u>	"De forma acelerada no início, mas com velocidade constante no final."
<u>Aluno 5</u>	"será em linha reta."

Fonte — Autoria própria, adaptado das respostas do Google Formulários.

Depois da previsão, seguimos, inicialmente com a configuração do Tracker e depois com a análise do experimento. Neste vídeo, qual é o valor de comprimento que deverá ser digitado no espaço da régua? (Unidade padrão utilizada é metros);

Quadro 2 — Resposta dos alunos sobre comprimento a ser digitado no Tracker.

Aluno 1	"0,3 m."
Aluno 2	"30."
Aluno 3	" 30 cm"
Aluno 4	"0,30 m."
Aluno 5	"0,03"

Fonte — Autoria própria, adaptado das respostas do Google Formulários.

Nesta primeira pergunta, temos como referência uma régua de 30 cm, os alunos tinham que converter este valor em metros de acordo com o quadro 11, apenas o aluno 1 e o aluno 4 responderam corretamente.

Depois de desenvolvida a atividade foi pedido aos alunos que dessem uma explicação final, associando os resultados obtidos as fórmulas do Movimento da Cinemática que vocês utilizaram nessa atividade.

Quadro 3 — Explicação dos alunos sobre os resultados obtidos.

Aluno 1	"os resultados da análise facilitaram e adiantaram o processo dos cálculos nas fórmulas do MRU, obtendo um resultado muito parecido do resultado de cálculos manualmente."
Aluno 2	"inicial e final os valores obtidos de onde saia até onde finalizava".
Aluno 3	"Utilizei a fórmula do MRU para velocidade média, a deslocamento em razão do tempo, a bolinha se manteve em MRU em determinada parte do trajeto, após sair do plano inclinado".
Aluno 4	"A partir de 0,6s o espaço percorrido pela bolinha durante um certo intervalo de tempo era igual, por isso a velocidade no gráfico manteve-se constante em linha reta".
Aluno 5	"eu percebi dois tipos de movimentos uniforme e variado".

Fonte — Autoria própria, adaptado das respostas do Google Formulários.

Neste experimento sobre o MRU, abordamos questões discursivas, em que os alunos responderam, com suas palavras, as questões propostas,

com base nos conhecimentos físicos que possuíam. Quatro dos cinco alunos que participaram da análise do movimento da bolinha descrevera que houve movimento retilíneo uniforme, em certo intervalo de tempo. Consideramos que as participações dos alunos neste experimento, alcançaram as expectativas desejadas, com envolvimento e entendimento na hora de realizar os procedimentos para análise de vídeo.

#### **4. Considerações Finais**

Os desafios no ensino da disciplina de Física no ensino médio são muitos, dentre eles temos a desmotivação e o desinteresse dos estudantes, aulas que, geralmente, se resume à apresentação de conteúdos pelo professor e resolução de exercícios sem a realização de práticas em laboratório ou o uso de tecnologias (TICs) no ensino. Esses fatores acabam como consequência comprometendo o processo ensino-aprendizagem contribuindo para deixar a Física desestimulante e sem sentido para os estudantes, amargando altos índices de reprovação.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), a Física deve ser apresentada para o aluno do ensino médio “como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante [...]” [PCN+, ]. Nesse contexto, uma sequência didática que incentive a utilização de atividades experimentais computacionais está em pleno acordo com esta orientação. Neste trabalho, utilizamos o programa Tracker com uma alternativa para ensinar a cinemática por meio de experimentação.

Quando se propõe algo novo para os alunos, despertamos a curiosidade e o interesse deles em saber o que é este algo novo apresentado pelo professor. Quando mesclamos o ensino com a tecnologia percebemos que o interesse é ainda maior. Nessa pesquisa não apresentamos apenas o uso do Tracker para o professor utilizar em suas aulas, esse trabalho reuniu várias outras tecnologias disponíveis para

a preparação desta sequência didática, como por exemplo o Kahoot, que foi utilizado como um jogo na aplicação do teste de conhecimento prévio. Percebemos nessa aplicação que o interesse e a competitividade entre os alunos, fez com que eles participassem da aula. Claro que não podemos esquecer do uso do Google Meet para a realização das aulas no formato síncrono, do Google sala de aula para a disponibilização dos materiais para os alunos, do Google formulário para a aplicação dos questionários e do roteiro aos alunos e da internet que foi também uma aliada na aplicação desse projeto, que ocorreu em período de pandemia da Covid-19.

O objetivo de utilizar o Software Tracker, no ensino do MRU, para os alunos que cursam o ensino médio como uma ferramenta didática foi alcançado. Quando analisamos toda a sequência de aplicação e o questionário de satisfação, respondido pelos estudantes sobre a utilização do software Tracker, concluímos como positivo os resultados obtidos. Notamos que podemos utilizar o Tracker, como uma alternativa ao laboratório de Física em escolas públicas que não possuem laboratório de Física, pois aplicamos todo o experimento de forma remota sem a necessidade de utilização de um laboratório. Apesar de ser uma ótima ferramenta, sua aplicação nesse projeto ficou limitado, pela pouca participação dos estudantes devidos a pandemia da Covid-19.

Acreditamos, sim, que este conjunto de ferramentas tecnológicas possam ser uma alternativa benéfica para a compreensão e análise de movimentos simples e complexo para estudantes de Física do ensino médio. Porém, a utilização deste software requer uma maior análise envolvendo mais escolas e com maior participação de estudantes, para que de fato, seja comprovada a melhora da aprendizagem de Cinemática, por parte dos estudantes do ensino médio que frequentam as escolas públicas, do município de Porto Velho.

## Referências

CASTOLDI, R.; POLINARSKI, C. A. **A Utilização de Recursos Didático-Pedagógicos na Motivação da Aprendizagem**. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná — UTFPR, 2009. 692 p. ISBN 978-85-7014-048-7.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro, interamericana, 1980. Tradução para português, de Eva Nick et.al., da segunda edição de Educational psychology: a cognitive view.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária LTDA, 1999. 195 p. ISBN 85-12-32140-7.

MILL, D. **Reflexões sobre aprendizagem ativa e significativa na cultura digital**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), 2021. 43 p. ISBN 978-65-86891-57-7.

CRISPIM, V. L. L. **Aprendizagem Significativa na Educação Superior: Análise de Dissertações E Teses Brasileiras (2001 A 2014)**. Orientador: Antônio Serafim Pereira. 2018. Dissertação (Mestrado) — Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2018. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/6408/1/Vera%20Lucia%20Leal%20Crispim.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2021.

AMORIM, C. **O que são Metodologias Ativas? Um guia com tudo que você precisa saber**. Blog Jovens Gênios, 6 mar. 2020. Disponível em: <https://blog.jovensgenios.com/metodologias-ativas/>. Acesso em: 6 jun. 2021.

SCHWAHN, M. C. A.; DA SILVA, J.; MARTINS, T. L. C. **A abordagem POE (Predizer, Observar E Explicar): Uma Estratégia Didática na Formação Inicial de Professores de Química**. Canoas Rio Grande do Sul, 2015.

White, R. T., & Gunstone, R. F. **Probing Understanding**. Great Britain: Falmer Press, 1992.

BRASIL. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>.





# **SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS FÍSICAS E MATEMÁTICAS PARA UM LABORATÓRIO BÁSICO VIRTUAL**

*PHYSICAL AND MATHEMATICAL COMPUTER SIMULATIONS FOR A  
VIRTUAL BASIC LABORATORY*

*Márcio José Cordeiro de Sena<sup>1</sup>, Antônio Silas de Oliveira Martins<sup>2</sup>, Rubens  
Silva<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Secretaria de Estado da Educação do Pará (SEDUC/PA) marcio.sena@hotmail.com.

<sup>2</sup> Secretaria de Estado da Educação do Maranhão (SEDUC/ MA), silas.oliveira@ufpa.br.

<sup>3</sup> Faculdade de Física (FACFIS), Universidade Federal do Pará (UFPA), rubsilva@ufpa.br.

## **Introdução**

O acelerado desenvolvimento ou a rápida evolução das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) têm proporcionado conforto, agilidade e rapidez durante comunicações a distância. Um aparelho celular com o sistema operacional Android cujo acesso tornou-se mais democrático, devido a facilidade ao acesso à internet. O usuário pode acessar inúmeras possibilidades de mídias, seja com o intuito de se comunicar de maneira mais eficaz e conveniente, pesquisar, acessar informações políticas, esportes ou outra possibilidade.

A democratização ao acesso à internet possibilitou que muitos indivíduos pudessem fazer parte de maneira ativa desta verdadeira revolução digital. Tendo em vista o que foi citado, muitos jovens levam esses dispositivos para dentro das salas de aula, podendo desta forma

modificar a maneira de ensinar e aprender. A tecnologia faz parte do cotidiano de uma grande porcentagem da sociedade e deve ser usada dentro das salas de aula de uma maneira inteligente para pesquisas escolares supervisionadas pelo professor. Porém se essas tecnologias não tiverem a orientação do professor, os estudantes poderão fazer mau uso desse recurso.

No ensino da ciência física, uma parcela dos alunos tem dificuldade durante o processo de internalização dos conceitos, definições, princípios, leis, teorias, postulados, etc. Hoje estudantes levam para a sala de aula os seus aparelhos celulares sendo assim uma tecnologia que pode ser aproveitada pelo professor para expandir o acesso às informações e pesquisas.

As desigualdades sociais possuem início na Educação Básica, isto é, as condições iniciais e sociais dos pequenos brasileiros são muito desproporcionais. Quando se refere às condições socioeconômicas das famílias dos alunos que iniciam seus estudos, enquanto existem escolas particulares que oferecem ensino de língua estrangeira, acesso ao laboratório de informática, educação financeira, robótica e empreendedorismo, nas escolas públicas são observadas turmas muitas vezes apenas com as disciplinas básicas e em algumas delas, até faltam parte desses componentes curriculares.

Nesse contexto, a inserção de TDIC nas salas de aula das escolas públicas já ocorre por meio dos smartphome dos alunos com acesso à internet, porém sendo conhecida a carência das escolas públicas em relação a laboratórios de ciências em geral e da física em particular e laboratórios de informática, um professor pode utilizando um computador, um cabo HDMI e um projetor multimídia, transformar, mesmo que momentaneamente, uma sala de aula tradicional num laboratório virtual física.

Os laboratórios didáticos virtuais de física são produzidos por meio de simulações computacionais de fenômenos físicos, trabalhados nos livros da Educação Básica de maneira textual, com figuras e com fotografias

estroboscópicas. É possível por meio da física computacional, com domínio da linguagem de programação produzir programas executáveis, e assim, trabalhar com a física e seu ensino com métodos inovadores e não tradicionais.

Esse trabalho foi produzido ou programado na linguagem de programação action script 2.0 do programa FLASH CS3, sendo uma das possibilidades, tendo em vista que existem outros programas que também podem ser usados no ensino de física tais como Geogebra, Python, etc.

Três programas executáveis foram produzidos ou elaborados na linguagem action script 2.0 do FLASH, Pêndulo Simples, Lei de Hooke e Princípio de Arquimedes. O programa FLASH exporta o trabalho feito em vários formatos, dentre os quais formato executável.

O formato executável funciona em qualquer versão do Windows da Microsoft e funciona também com o sistema operacional Linux. Nesse caso, é necessário instalar previamente o programa Wyne. Além disso, esse formato não necessita que o computador esteja conectado à internet durante o uso dos arquivos executáveis.

O objetivo fundamental deste trabalho é produzir laboratório didático virtual de física, isto é, produzir um ambiente virtual de experiências de física, rica em detalhes, realismo, desafios, interatividade, etc. Para produzir as experiências virtuais de física foi necessário fazer simplificações, ou seja, para programar as experiências virtuais, houve a necessidade de desprezar alguns parâmetros das experiências físicas reais em prol da ênfase na análise das variáveis físicas de interesse. Essa simplificação da natureza ou síntese racional em que se despreza algumas grandezas para enfatizar outras, é uma prática comum nos livros e cursos de física geral e experimental universitários, não sendo diferente na Educação Básica.

## 1. Fundamentação Teórica

Pesquisas têm sido feitas a respeito da utilização de experimentos no ensino de Física. Dias (2002) afirma que a atividade experimental é uma importante ferramenta pedagógica para despertar o interesse dos alunos, estimulando e ampliando a aprendizagem dos temas abordados pelos professores. Entretanto, de acordo com Heidemann (2015), em aulas de laboratório, frequentemente os roteiros conduzem o aluno mecanicamente, sem proporcionar reflexão sobre os fundamentos teóricos a respeito do experimento. Independente da prática experimental utilizada pelo professor durante as aulas e as mesmas serem de apenas observação ou de intervenção por parte dos alunos, essas práticas trazem resultados consideráveis e são defendidas por diversos professores, mesmo aqueles que não fazem uso dessas atividades. Portanto, a utilização de atividades experimentais como estratégia de ensino é considerada uma das maneiras de se minimizar as dificuldades de aprender e ensinar Física de modo consistente e significativo. Logo, o ensino experimental e o ensino teórico devem seguir atrelados nesse contexto.

Para Gaspar (2014), ancorado pela teoria de Vygotsky, a motivação é a origem do pensamento, podendo assim ser considerada o ponto de partida do processo de aprendizagem baseado em sua teoria. Se para aprender é preciso pensar, então podemos concluir que não há aprendizado sem motivação, ou seja, contra a vontade.

Em Física é conhecido que o próton e o nêutron localizados no núcleo atômico, são constituídos por meio de combinações diferentes das mesmas partículas, no próton há 2 quarks up e um quark down, enquanto que no nêutron é constituído de 2 quarks down e um quark up, ou seja, prótons e nêutrons, são combinações diferentes das mesmas partículas. Em uma programação é possível originar variáveis de textos, nomear variáveis e por meio de diferentes combinações destas variáveis de texto e variáveis de objetos move clip produzir diferentes simulações computacionais, mesmo sendo a programação em FLASH (action script) produzida em inglês, não impede que uma pessoa possa programar,

mesmo possuindo um vocabulário pequeno na língua inglesa, pois são poucas as palavras utilizadas na programação, repetindo bastante e modificando apenas as combinações conforme a necessidade do autor.

Apesar das inúmeras vantagens que o programa FLASH CS3 pode proporcionar ao professor programador, há também desvantagens, pois dependendo do grau de interatividade e de realismo do aplicativo executável exportado, o número de linhas de programação fica excessivamente grande. A programação pode ser inserida em qualquer quadro da linha do tempo principal e/ou qualquer quadro chave da linha do tempo de qualquer movi clipe, que são objetos virtuais específicos do programa FLASH.

Outra desvantagem é que o programa FLASH CS3 não exporta arquivos executáveis para funcionar no sistema operacional Android, que é conhecido sendo popular entre os estudantes. Enquanto o sistema operacional Windows da Microsoft ou o Linux, programas em que o trabalho referido nesta produção textual funciona, é um pouco mais difícil encontrar estudantes que possam ter acesso a esses sistemas operacionais.

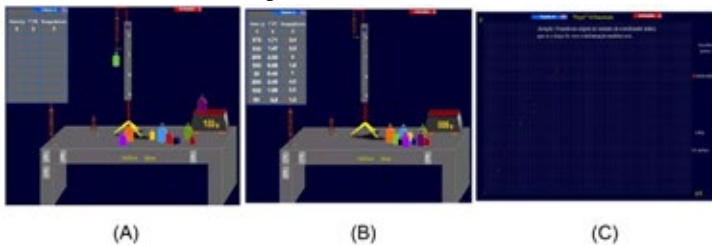
Os programas que compõem a produção deste trabalho são três: A lei de Hooke, Pêndulo Simples e o Princípio de Arquimedes, conforme será explicado nesta produção textual.

## 2. Métodos e Materiais

No experimento da Lei de Hooke, na Figura 1(A), pode ser observado 3 molas, uma balança virtual, tripé e a Tabela A. Na tabela existem 3 colunas: massa (g), F(N) e alongação da mola(cm). O usuário deve clicar em cima de um objeto e arrastá-lo até a balança para a verificação de sua massa em gramas, pendurar uma das 3 molas no tripé ajustando a régua para deformação igual a zero da mola e em seguida arrastar o objeto colocado em cima da balança até a mola para a medida da alongação em centímetros. Com essas informações coletadas na experiência, o estudante preenche a segunda linha da tabela A. O mesmo deve ser feito

com os outros objetos até que a tabela A esteja totalmente preenchida, conforme Figura 1 (B). Depois disso o estudante deve clicar o em “gráficos”, localizado na mesa. O estudante será direcionado para outra cena, onde pode ser observado a formação do gráfico da força solicitadora em Newton em função da deformação da mola ou alongação da mola, Figura 1(C).

Figura 1: Lei de Hooke.



Fonte: Arquivo do autor.

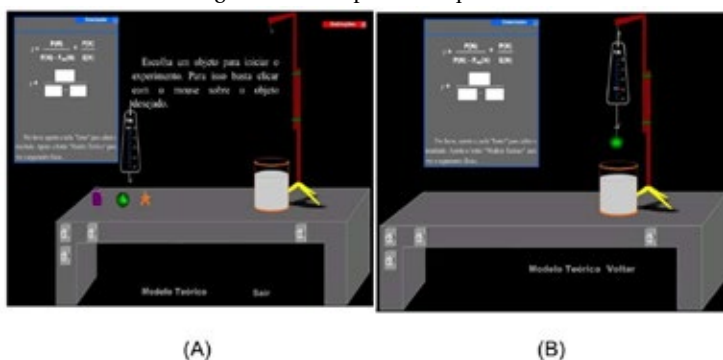
Na Figura 1 (C), há pontos vermelhos, de modo que cada um corresponde a uma medida. Nesse gráfico pode ser observado a linearidade entre a força solicitadora na mola e a alongação em centímetros, ou seja, a Lei de Hooke, onde a alongação é diretamente proporcional a força solicitadora na mola. Dito de outro modo, a função da força X alongação é um gráfico que irá passar pela origem, pois quando a força solicitadora aplicada na mola pelo objeto pendurado for zero a alongação também será, por este motivo existe um ponto na origem.

O Flash não foi produzido para representar grandezas científicas em gráficos, no entanto é possível observar na Figura 3, um gráfico em que as coordenadas dos pontos vermelhos são os valores coletados durante a experiência virtual e inseridos na tabela, multiplicado por um fator de escala. O algoritmo para a produção de gráficos é inédito, tendo em vista que o FLASH não foi feito para essa finalidade.

No experimento Princípio de Arquimedes apresentado na Figura 2 (A), pode ser observado um tripé, dinamômetro graduado em newton, objetos para a escolha do usuário, além disso uma tabela, onde poderão ser inseridos os dados coletados durante a realização da experiência virtual.

Na figura 2(B), o dinamômetro foi pendurado no gancho do tripé, o objeto escolhido foi pendurado no gancho do dinamômetro e em seguida, faz-se a leitura do peso do objeto em newtons. O objeto está totalmente submerso em água o volume de água deslocado é igual ao volume do objeto inserido na água, o que representa o modelo matemático e teórico da experiência virtual, Princípio de Arquimedes.

Figura 2: Princípio de Arquimedes.



Fonte: Arquivo do autor.

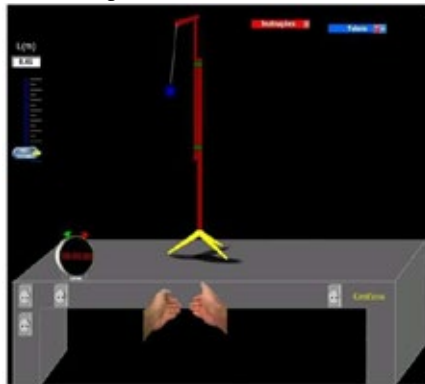
O leitor pode, por meio da imagem, conhecer o modelo teórico e matemático, e chega à conclusão de que a densidade do objeto é igual ao peso do objeto dividido pelo empuxo que ele recebe do líquido, devido a uma diferença de pressão hidrostática. Quando objeto está totalmente submerso em água, há 3 forças atuantes no objeto, força peso vertical orientada para baixo devido a interação entre o objeto e o planeta, de natureza gravitacional, 2 forças orientadas para cima, a força com que o gancho do tripé aplica no objeto submerso vertical orientada para cima e por fim a força empuxo aplicado pela água devido uma diferença de pressão hidrostática atuando no objeto verticalmente e para cima.

O experimento Massa Pendular pode ser definido como sendo uma esfera pendular de massa  $M$ , fixa em uma das extremidades de um fio ideal de comprimento  $L$ , cuja outra extremidade do fio está fixa, e então o pêndulo oscila com amplitude  $\theta$ , num local de campo gravitacional

uniforme de intensidade  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ . Existem duas forças atuantes no pêndulo, peso da massa  $M$  devido à interação gravitacional com o planeta e uma força de contato do fio na esfera pendular (ver Figura 3). Ele também realiza movimento oscilatório periódico, porém bidimensional, neste caso as forças atuantes são: a força peso aplicada na esfera pendular pelo planeta Terra e a força de tração aplicada na esfera pendular devido o fio ideal de comprimento  $L$ . Nesse caso é conveniente estudar o pêndulo decompondo a força peso em 2 direções, uma na direção radial da trajetória e a outra na direção tangente à trajetória. No caso do pêndulo, por ser um movimento no plano, existe a força centrípeta. Isso se aplica ao pêndulo, porém não se aplica ao pêndulo simples. O fato de pêndulo simples possuir um movimento oscilatório e periódico, possibilita que seja descrito por meio das funções harmônicas ou trigonométricas e por ser unidimensional, é simples e a componente da força de tração do fio decomposta na direção horizontal, desempenha o papel de força restauradora da posição de equilíbrio.

Clicando em Gráficos, é possível observar as informações coletadas durante a realização da experiência virtual. Neste caso o período em segundos e comprimento do pêndulo simples em metros, foram transformados nas coordenadas dos pontos que aparecem no gráfico.

Figura 3: Massa Pendular.



Fonte: Arquivo do autor.



### 3. Resultados e Discussões

As simulações computacionais para a produção de laboratório virtual de experiências físicas, representam uma maneira não tradicional de ensinar física, de forma inovadora, desafiadora, com um alto grau de realismo e interatividade para poder representar geometricamente leis físicas ou experiências inerentes aos conteúdos de física experimental.

Para (Martins, 2018) e (Batista, 2016), uma grande vantagem de se usar laboratórios virtuais, é a possibilidade de representar geometricamente leis físicas, física experimental e por meio destes trabalhos poder minimizar ou reduzir, mas não zerar a abstração científica das grandezas físicas envolvidas nos fenômenos naturais. Antes na forma tradicional o professor desenhava fenômenos físicos no quadro e durante a explicação os estudantes deveriam imaginar um fenômeno dinâmico. Já com as simulações computacionais, é possível mostrar o fenômeno físico de maneira dinâmica, interativa e razoavelmente realista. Isso pode reduzir o esforço intelectual necessário para compreender a física envolvida na situação.

Inicialmente quando começaram a serem utilizados os experimentos no ensino, observava-se um aluno passivo como mero espectador. Hoje, de acordo com Heidemann (2015), sabe-se que, a participação e o envolvimento do aluno durante a apresentação do experimento são considerados de extrema importância para mantê-lo motivado. Foi observado que 90% dos alunos sentiram-se motivados e estimulados para aprender o conteúdo. No momento da aplicação, devemos ter cuidado para que o aluno perceba que esta aplicação lhe proporciona primeiramente um benefício cognitivo e não simplesmente uma aula mais divertida. Atrélado a este aumento da motivação, verificamos, também, um incremento no ritmo de entendimento e aprendizagem desses conteúdos, em que apenas 5% dos alunos responderam negativamente e 87% responderam positivamente — porcentagem que dificilmente é observada na aplicação de uma aula tradicional (SENA, 2016). As perguntas realizadas no questionário proposto aos alunos ao final da aplicação

deste laboratório, exibiram um novo público, mais atento às inovações tecnológicas, diante de uma realidade pouco criativa em que deparamos na maioria das escolas do Estado do Pará. Desta forma, acredita-se que as contribuições deste laboratório, propondo uma nova forma de apoio ao complemento das aulas tradicionais, são bem incorporadas diante da reflexão e da atenção disposta por nossos alunos, quer seja pela novidade, quer seja pela particularidade da atenção exigida e pela concentração necessária para um melhor aprendizado, que se somam aos conhecimentos teóricos adquiridos em sala de aula.

É muito importante ressaltar que o laboratório virtual não tem como objetivo substituir o laboratório real. A aplicação de cada um destes tipos de laboratório proporcionará ao aluno, vantagens que só existem na aplicação de cada um deles. Por exemplo, a aplicação do laboratório real, permite ao aluno manipular algumas ferramentas e instrumentos de medida. Já o laboratório virtual, o contato com os computadores. Considerando experimentos da área de termologia, a aplicação de um laboratório real pode se tornar mais complicado algumas vezes pelo tempo de realização e outra pelo risco de trabalhar com fogo. Neste caso, as simulações computacionais poderiam auxiliar o professor.

#### **4. Considerações Finais**

De acordo com (Silva *et al.*, 2018, os estudantes podem ingenuamente pensar que os computadores sabem física ou que o computador pensa. O professor deve ficar atento e explicar para o aluno que a física está na mente do professor programador da experiência física virtual, e não no computador. Por este motivo, pode ocorrer algum tipo de erro de conceito físico na experiência virtual. Sendo assim, o professor sendo programador e/ou apenas usuário dos experimentos virtuais, deve ter bastante cuidado na criação ou escolha dos aplicativos que serão utilizados em sala de aula. Sendo assim, a elaboração deste laboratório virtual foi feita de modo que isso não ocorresse (SILVA *et al.*, 2018).

Para utilização dos experimentos virtuais apresentados neste trabalho, os aplicativos podem ser baixados gratuitamente pelo link de acesso à pasta Dropbox:  
<https://www.dropbox.com/sh/7v7lu44l9mb6y17/AADDEkjJO55wzebOSEmxV TG2a?dl=0>.

## Referências

BRASIL. Plano Nacional de Educação PNE 2014-2024 Linha de Base. Diretoria de Estudos Educacionais. Brasília: Ministério da Educação, 2015.

GASPAR, A.. **Atividades Experimentais no Ensino de Física**. 1ª Ed. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

MACROMEDIA FLASH PROFESSIONAL 8, Aprendizaje de Action Script 2.0 em Flash, 1ª Ed.: Septiembre de 2005.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. de. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 77- 86, 2002.

SILVA, R., SENA, M., & MARTINS, A. (2018). **UM LABORATÓRIO DIDÁTICO VIRTUAL DE FÍSICA NA AMAZÔNIA**. Revista Do Professor De Física, v.2 n.1. (2018).

SENA, M. J. C. **UM LABORATÓRIO DE FÍSICA: Do Real ao Virtual**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) — Universidade Federal do Pará, Belém.

MARTINS, A. S. O. *LABORATÓRIO DIDÁTICO VIRTUAL DE ELETRICIDADE E FÍSICA MODERNA COMO FERRAMENTA POTENCIALMENTE EFICAZ NO ENSINO MÉDIO*. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) — Universidade Federal do Pará, Belém.

BATISTA, J. O. *LIVRO VIRTUAL DE FÍSICA: Uma Proposta para o Estudo de Mecânica no 1ºAno do Ensino Médio*. 2016. Dissertação (Mestrado [] Ensino de Física) — Universidade Federal do Pará, Belém.

DIAS, N. L.; PINHEIRO, A. G.; BARROSO, G. C.. Laboratório Virtual de Física Nuclear. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 232-236, 2002.

HEIDEMANN, L. A.; ARAÚJO, S. A.; VEIT, E.A.. Atividades Experimentais com Enfoque no Processo de Modelagem Científica: Uma Alternativa para a Resignificação das Aulas de Laboratório em Cursos de Graduação em Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 1, 1504, p. 1-15, 2015.

**UEPS SOBRE O ESTUDO DA CINEMÁTICA NO DIAGRAMA  
ESPAÇO-TEMPO EM NÍVEL DE ENSINO MÉDIO**  
*UEPS ON THE STUDY OF KINEMATICS IN THE SPACE-TIME DIAGRAM IN  
HIGH SCHOOL LEVELS*

*José Roberto Gomes Soeiro<sup>1</sup>, Flávio Gimenes Alvarenga<sup>2</sup>, Laércio Ferracioli  
Evandro da Silva<sup>3</sup>*

<sup>1,2,3</sup> Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Programa de Pós-Graduação em  
Ensino de Física/MNPEF-Polo 12, ES, Brasil.

## **Introdução**

Tendo em vista a importância da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio evidenciada nas 10 competências da Base Nacional Comum Curricular, BNCC, e pelo currículo da Secretaria de Educação do Estado do Espírito Santo, SEDU, propõe-se neste trabalho um produto educacional com ênfase na cinemática relativística.

Esse produto educacional consiste numa sequência didática no formato de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) que possibilite o entendimento de elementos da Relatividade Restrita como velocidade relativa relativística, contração espacial e dilatação espacial através de gráficos, no caso diagramas de Minkowski do espaço-tempo, pelos quais os estudantes com a utilização de papel milimetrado poderão observar e consolidar os princípios da cinemática relativística.

## 1. Fundamentação Teórica

A sequência didática para o ensino de cinemática relativística é elaborada no formato de uma UPES, Moreira 2011, que tem, por sua vez, elementos de Ausubel e Vergnaud. As contribuições de Ausubel são:

- Aprendizagem significativa;
- Organizadores prévios (pontes cognitivas);
- Disposição para aprender.

A aprendizagem significativa tem que ser relacionada com o subsunçor do aluno, o conhecimento alternativo ou científico que possui, como por exemplo o conceito de velocidade ou repouso, para que possa ancorar o conhecimento científico, por exemplo de cinemática relativística e a transformação de Lorentz. Há a necessidade de organizadores prévios, como por exemplo a cinemática não relativística e a transformação de Galileu, para que o aluno faça essa ancoragem e obtenha uma aprendizagem arbitrária e substantiva (não literal), como citado abaixo:

A aprendizagem receptiva significa implica a aquisição de novos conceitos. Exige tanto uma disposição para aprendizagem significativa como a apresentação ao aluno de material potencialmente significativo. Esta última posição pressupõe, por sua vez, (1) que o material de aprendizagem por si só pode ser relacionado a qualquer estrutura cognitiva apropriada (que possua um sentido “lógico”), de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e substantiva (não literal), e (2) que as novas informações podem ser relacionadas a(s) ideia(s) básica(s) relevante já existentes na estrutura cognitiva do aluno... (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

As principais contribuições de Gérard Vergnaud são:

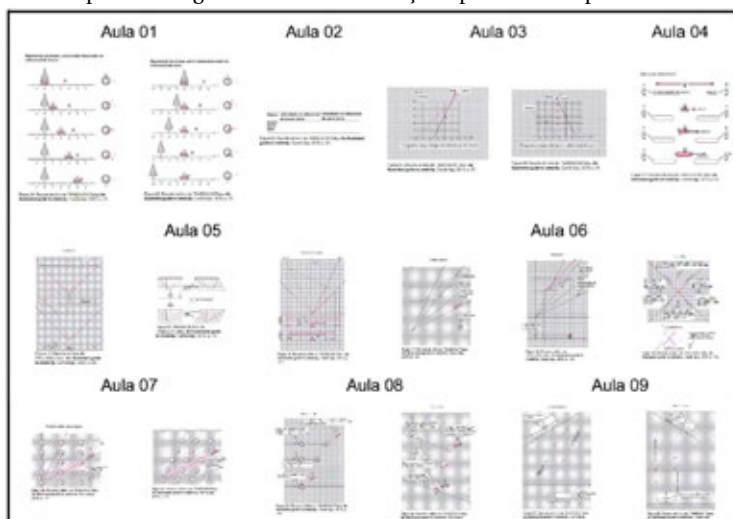
- Campos conceitual;
- Situações-problemas.

Os campos conceituais serão relacionados com as teorias de Galileu e Newton com espaço absoluto, tempo absoluto e velocidade sem um limite superior de intensidade, que contrasta com a teoria de Einstein em que o espaço-tempo é relativo e a velocidade da luz no vácuo é invariante sendo o valor máximo de velocidade permitida.

As situações-problemas procuram modificar os esquemas das teorias de Galileu e Newton, que utilizam a transformação de Galileu, para a teoria de Einstein, que utiliza a transformação de Lorentz.

Algumas situações problemas da sequência didática são mostradas na figura 1.

Figura 1: Exemplos das figuras contendo situações-problemas apresentadas nas aulas.



Fonte: Adaptado de Takeuchi (2010).

Na sequência didática a metodologia ativa *Peer Instruction* é utilizada para a consolidação do conhecimento científico da cinemática relativística. A citação abaixo explica o funcionamento desta metodologia ativa:

1. Se as porcentagens das respostas corretas são menores que 30%, então o conceito é revisto.

2. Se as porcentagens das respostas corretas são entre 30% e 70% então, a discursão de pares segue, e o s estudantes tem chance de re-entrar a sua resposta e finalmente o professor dá a resposta com uma breve explicação.
3. Se as porcentagens das respostas corretas são mais que 70% então o professor dá a resposta com uma breve explicação e pode continuar com o próximo tópico. (Alvarez-Alvarado, Mora, Cevallos-Reyes, 2019).

Os passos dessa UEPS de cinemática relativística estão resumidos no quadro 1.

Quadro 1 — Passos da UEPS relacionados aos conteúdos da sequência didática.

PASSOS	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	OBJETIVOS	CONTEÚDOS ABORDADOS
1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O tópico específico a ser abordado é a cinemática</li> </ul>	Descrever o objetivo geral	✓ Cinemática
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A externalização do conhecimento prévio do aluno obtido por pesquisa das suas concepções alternativas na literatura</li> </ul>	Encontrar na literatura concepções alternativas.	✓ Cinemática
3.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passo 03: As situações-problema em nível introdutório serão abordadas:</li> </ul>	Obter organizador prévio para cinemática relativística	✓ Aula 01: Estudo sobre referencial; ✓ Aula 02: Estudo sobre velocidade relativa; ✓ Aula 03: Estudo sobre velocidade relativa no diagrama espaço-tempo;
4.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passo 04: O conhecimento geral a ser ensinado-aprendido são os dois postulados de Einstein e suas consequências.</li> </ul>	Abordar os dois postulados de Einstein	✓ Aula 04: Estudo sobre a velocidade da luz;
5.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passo 05: As novas situações-problemas buscam "destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados"</li> </ul>	Comparar o diagrama espaço-tempo na transformação de Galileu e na transformação de Lorentz	✓ Aula 05: Estudo sobre velocidade relativa relativística no diagrama espaço-tempo;
6.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passo 06: novas situações-problema "em níveis mais altos de complexibilidade em relação às situações anteriores"</li> </ul>	Entender as consequências da invariância da velocidade da luz no diagrama espaço-tempo	✓ Aula 06: Estudo sobre causalidade no diagrama espaço-tempo; ✓ Aula 07: Estudo sobre sincronização dos



			relógios no diagrama espaço-tempo; ✓ Aula 08: Estudo sobre dilatação dos relógios no diagrama espaço-tempo; ✓ Aula 09: Estudo sobre contração de Lorentz;
7.	<ul style="list-style-type: none"> <li>A coleta de "evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado"</li> </ul>	Consolidar o conhecimento da cinemática relativística	✓ Aula 10: Resolução de exercícios; ✓ Aula 11: Questões qualitativas: leitura do diagrama espaço-tempo; ✓ Aula 12: Questões qualitativas: adição de velocidades;
8.	<ul style="list-style-type: none"> <li>A UEPS será avaliada do êxito da sequência didática.</li> </ul>	Avaliação da UEPS	✓ Análise das respostas do peer struction

Fonte: De autoria própria.

## 2. Método e Materiais

Elabora-se uma sequência didática no formato UEPS utilizando diagramas do tipo espaço-tempo para o ensino de cinemática relativística. A sequência é inspirada no livro *An Illustrated guide to relativity*, de TAKEUCHI (2010). A linguagem de gráficos produzidos em papel milimetrado é empregada para a representação de movimentos relativos, contração espacial e dilatação temporal.

Esse produto educacional é voltado para um público alvo de disciplinas eletivas do novo ensino médio. A sequência didática é dividida em 12 aulas, sendo que as primeiras aulas, a saber 01, 02 e 03, abordam a cinemática não relativística; a aula 04, introduz a cinemática relativística discutindo os dois postulados de Einstein; as aulas 05, 06, 07, 08 e 09, mostram as consequências da invariância da velocidade da luz; e por fim, as aulas 10, 11 e 12, são utilizadas para a consolidação do conhecimento científico através de questões quantitativas, aula 10, e questões qualitativas, aula 11 e 12, onde utiliza-se a metodologia ativa *Peer Instruction*.

Segue abaixo o quadro 2 com as descrições das aulas.

Quadro 2 — Descrição das aulas.

Aula	Descrição da aula	
01	Tópico	Estudo sobre referencial
	Objetivo	Obter indícios de compreensão de referencial
	Duração	50 minutos ou 55 minutos
	Local	Laboratório de Física ou biblioteca ou sala de aula
	Recursos	Material impresso, papel vegetal, Datashow e Chromebook
	Procedimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formar grupos de no máximo 5 alunos;</li> <li>Entregar material impresso ao grupo;</li> <li>Leitura das questões básicas;</li> <li>Mediação do professor para auxiliar os alunos;</li> <li>Recolhimento do material;</li> <li>Apresentação de slides.</li> </ul>
02	Tópico	Estudo sobre velocidade relativa
	Objetivo	Obter indícios de compreensão da transformação de Galileu
	Duração	50 minutos ou 55 minutos
	Local	Laboratório de Física ou biblioteca ou sala de aula
	Recursos	Material impresso, papel vegetal, Datashow e Chromebook
	Procedimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formar grupos de no máximo 5 alunos;</li> <li>Entregar material impresso ao grupo;</li> <li>Leitura das questões básicas;</li> <li>Mediação do professor para auxiliar os alunos;</li> <li>Recolhimento do material;</li> <li>Apresentação de slides.</li> </ul>
03	Tópico	Estudo sobre velocidade relativa no diagrama espaço-tempo
	Objetivo	Obter indícios de compreensão da transformação de Galileu no diagrama espaço-tempo
	Duração	50 minutos ou 55 minutos
	Local	Laboratório de Física ou biblioteca ou sala de aula
	Recursos	Material impresso, papel vegetal, Datashow e Chromebook
	Procedimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formar grupos de no máximo 5 alunos;</li> <li>Entregar material impresso ao grupo;</li> <li>Leitura das questões básicas;</li> <li>Mediação do professor para auxiliar os alunos;</li> <li>Recolhimento do material;</li> <li>Apresentação de slides.</li> </ul>
04	Tópico	Estudo sobre a velocidade da luz
	Objetivo	Obter indícios de compreensão dos dois postulados de Einstein
	Duração	50 minutos ou 55 minutos
	Local	Laboratório de Física ou biblioteca ou sala de aula
	Recursos	Material impresso, papel vegetal, Datashow e Chromebook
	Procedimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formar grupos de no máximo 5 alunos;</li> <li>Entregar material impresso ao grupo;</li> <li>Leitura das questões básicas;</li> <li>Mediação do professor para auxiliar os alunos;</li> <li>Recolhimento do material;</li> <li>Apresentação de slides.</li> </ul>
05	Tópico	Estudo sobre velocidade relativa relativística no diagrama espaço-tempo
	Objetivo	Obter indícios de compreensão da transformação de Lorentz
	Duração	50 minutos ou 55 minutos
	Local	Laboratório de Física ou biblioteca ou sala de aula
	Recursos	Material impresso, papel vegetal, Datashow e Chromebook
	Procedimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formar grupos de no máximo 5 alunos;</li> <li>Entregar material impresso ao grupo;</li> <li>Leitura das questões básicas;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediação do professor para auxiliar os alunos;</li> <li>• Recolhimento do material;</li> <li>• Apresentação de slides.</li> </ul>
06	Tópico	Estudo sobre causalidade no diagrama espaço-tempo
	Objetivo	Obter indícios de compreensão da transformação de Lorentz
	Duração	50 minutos ou 55 minutos
	Local	Laboratório de Física ou biblioteca ou sala de aula
	Recursos	Material impresso, papel vegetal, Datashow e Chromebook
	Procedimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formar grupos de no máximo 5 alunos;</li> <li>• Entregar material impresso ao grupo;</li> <li>• Leitura das questões básicas;</li> <li>• Mediação do professor para auxiliar os alunos;</li> <li>• Recolhimento do material;</li> <li>• Apresentação de slides.</li> </ul>
07	Tópico	Estudo sobre sincronização dos relógios no diagrama espaço-tempo
	Objetivo	Obter indícios de compreensão da transformação de Lorentz
	Duração	50 minutos ou 55 minutos
	Local	Laboratório de Física ou biblioteca ou sala de aula
	Recursos	Material impresso, papel vegetal, Datashow e Chromebook
	Procedimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formar grupos de no máximo 5 alunos;</li> <li>• Entregar material impresso ao grupo;</li> <li>• Leitura das questões básicas;</li> <li>• Mediação do professor para auxiliar os alunos;</li> <li>• Recolhimento do material;</li> <li>• Apresentação de slides.</li> </ul>
08	Tópico	Estudo sobre dilatação dos relógios no diagrama espaço-tempo
	Objetivo	Obter indícios de compreensão da transformação de Lorentz
	Duração	50 minutos ou 55 minutos
	Local	Laboratório de Física ou biblioteca ou sala de aula
	Recursos	Material impresso, papel vegetal, Datashow e Chromebook
	Procedimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formar grupos de no máximo 5 alunos;</li> <li>• Entregar material impresso ao grupo;</li> <li>• Leitura das questões básicas;</li> <li>• Mediação do professor para auxiliar os alunos;</li> <li>• Recolhimento do material;</li> <li>• Apresentação de slides.</li> </ul>
09	Tópico	Estudo sobre contração de Lorentz
	Objetivo	Obter indícios de compreensão da transformação de Lorentz
	Duração	50 minutos ou 55 minutos
	Local	Laboratório de Física ou biblioteca ou sala de aula
	Recursos	Datashow e Chromebook
	Procedimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formar grupos de no máximo 5 alunos;</li> <li>• Entregar material impresso ao grupo;</li> <li>• Leitura das questões básicas;</li> <li>• Mediação do professor para auxiliar os alunos;</li> <li>• Recolhimento do material;</li> <li>• Apresentação de slides.</li> </ul>
10	Tópico	Resolução de exercícios
	Objetivo	Obter indícios de compreensão da transformação de Lorentz
	Duração	50 minutos ou 55 minutos

	Local	Laboratório de Física ou biblioteca ou sala de aula
	Recursos	Material impresso, Datashow e chronebook
	Procedimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formar grupos de no máximo 5 alunos;</li> <li>• Entregar material impresso ao grupo;</li> <li>• Leitura das questões básicas;</li> <li>• Mediação do professor para auxiliar os alunos;</li> <li>• Recolhimento do material;</li> <li>• Apresentação de slides.</li> </ul>
11	Tópico	Questões qualitativas: leitura do diagrama espaço-tempo
	Objetivo	Obter indícios de compreensão da transformação de Lorentz
	Duração	50 minutos ou 55 minutos
	Local	Laboratório de Física ou biblioteca ou sala de aula
	Recursos	Datashow e Chromebook
	Procedimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação das questões conceituais pelo slide.</li> <li>• Resposta dos alunos, se abaixo de 30% de acertos, revisão do conteúdo, se entre 30% e 70 %, os alunos irão se instruir aos pares, e depois a questão será repetida novamente, se acima de 70% de acertos, resposta do professor, e novas questões conceituais;</li> </ul>
12	Tópico	Questões qualitativas: adição de velocidades
	Objetivo	Obter indícios de compreensão da transformação de Lorentz
	Duração	50 minutos ou 55 minutos
	Local	Laboratório de Física ou biblioteca ou sala de aula
	Recursos	Datashow e Chromebook
	Procedimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação das questões conceituais pelo slide.</li> <li>• Resposta dos alunos, se abaixo de 30% de acertos, revisão do conteúdo, se entre 30% e 70 %, os alunos irão se instruir aos pares, e depois a questão será repetida novamente, se acima de 70% de acertos, resposta do professor, e novas questões conceituais;</li> </ul>

Fonte: De autoria própria.

### 3. Resultados e Discussões

A aplicação da sequência didática está em andamento, de modo que os resultados são preliminares. Uma questão apresentada pelos alunos, nesse início foi a dificuldade de entendimento do movimento da árvore que está no solo em relação ao referencial do carro, evidenciando falta de conhecimento prévio do conceito de movimento relativo. O uso de gráficos do diagrama espaço-tempo em papel milimetrado foi uma estratégia utilizada para clarear a aprendizagem do movimento ser relativo, dependendo assim do referencial adotado. Mas ainda há uma necessidade de evidência de aprendizagem significativa para essa questão.

## 4. Considerações Finais

Espera-se que, na UEPS, a cinemática clássica de Galileu facilite o atendimento da cinemática relativística e que o *Peer Instruction* aumente o número de alunos com aprendizagem sobre a cinemática relativística através das interações.

## Agradecimentos

À CAPES pelo suporte financeiro

## Referências

ALVAREZ-ALVARADO, Manuel S.; MORA, Cesar; CEVALLOS-REYES, Cesar B. ***Peer Instruction to address alternative conceptions in Einstein's special relativity***. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 41, 2019.

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Interamericana, 1980.

MOREIRA, Marco Antonio. **UNIDADES DE ENSEÑANZA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS-UEPS** (Potentially Meaningful Teaching Units-PMTU). 2011.

TAKEUCHI, Tatsu. **An Illustrated guide to relativity**. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.

VERGNAUD, Gérard. La teoría de los campos conceptuales. **Recherches en didactique des mathématiques**, v. 10, n. 2, p. 3, 1990.



**A BICICLETA E A FÍSICA: APLICANDO OS CONCEITOS DE MOVIMENTO CIRCULAR, ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM EQUIPE**  
*THE BICYCLE AND PHYSICS: APPLYING THE CONCEPTS OF CIRCULAR MOTION THROUGH TEAM-BASED LEARNING*

*Ruth Goret Ávila Amorim Sertório*<sup>1</sup>, *George Kouzo Shinomiya*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Colégio Estadual Manoel Devoto, Canavieiras — BA, <sup>2</sup> Universidade Estadual de Santa Cruz

ruth.fis.2018@gmail.com, george@uesc.br.

## **Introdução**

O movimento circular é observado em diversas situações do nosso cotidiano. Diante disto, a importância do estudo do movimento circular está na observação e compreensão do mundo em que vivemos, dos seus movimentos, das vivências do nosso cotidiano como relógios analógicos, motores, ventiladores, sistemas compostos por engrenagens e pela bicicleta, importante meio de transporte nos dias de hoje e que fisicamente é mais estável em movimento do que parada.

Estimulando um aprendizado integrado e contextualizado com a vida cotidiana, acreditamos que este estudo coopera para a compreensão da realidade dos alunos e que servirá para ajudá-los a desenvolver formas de interferir e transformar suas vidas, dando mais sentido aos conhecimentos adquiridos na escola.

O Movimento Circular faz parte do currículo e vem sendo cobrado em provas de Ciências da Natureza do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Portanto, acreditamos ser importante apresentar este conteúdo de maneira lúdica, não perdendo de vista os conceitos fundamentais envolvidos. Assim, apresentamos neste artigo, um breve estudo da Física envolvida no Movimento Circular, observando e estudando a bicicleta, a metodologia utilizada, os materiais e o relato da aplicação com suas limitações e possibilidades.

## **1. Fundamentação teórica**

Uma teoria, “É uma tentativa humana de sistematizar uma área de conhecimento, uma maneira particular de ver as coisas, de explicar e prever observações, de resolver problemas” (MOREIRA,1999, p.12). Aprendizagem é o processo de mudanças de comportamentos relacionada com o ato ou efeito de aprender, que estabelece ligações entre certos estímulos e respostas equivalentes, causando um aumento da adaptação de um ser vivo ao meio em que vive. Moreira diz ainda que “de um modo geral, todas estas “definições” de aprendizagem se referem à aprendizagem cognitiva, aquela que resulta no armazenamento originado de informações e de conhecimento na memória do ser que aprende”. (MOREIRA, 1999, p. 12-13). Então, podemos estabelecer relações de aprendizagens efetivamente significativas observando a forma com que o estudante relaciona o que já conhece com conhecimentos que serão adquiridos.

### **1.1. A Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel**

Ausubel defende uma teoria que faz parte da corrente de teorias cognitivistas, pois busca interpretar de que forma os sujeitos organizam e descrevem os conhecimentos no processo da aprendizagem, conseguindo organizar, integrar, registrar e trabalhar com as informações recebidas. Esta teoria tem como conceito central a aprendizagem significativa pois, segundo ele, “É um processo por meio do qual uma nova informação



relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo” (AUSUBEL, apud MOREIRA, 1999, p.153). Deste modo, podemos descobrir e valorizar diversas formas de aprendizagens, como: a socialização de conhecimentos, a relação interpessoal, a experiência afetiva, o conhecimento experimentado dentro e fora do ambiente escolar e os conhecimentos obtidos no cotidiano dos discentes, ou como define Ausubel, “os conhecimentos prévios”.

No entanto, tais conhecimentos devem ser pertinentes, na medida em que conceitos ou proposições relevantes e inclusivas estejam adequadamente claras e disponíveis na estrutura cognitiva do aprendiz, para que haja interações e para que sirvam como pontos de ancoragens às novas ideias relacionadas às aprendizagens significativas eficazes. Portanto, existem condições essenciais para ocorrer a aprendizagem significativa, como a vinculação entre o que o aprendiz já sabe (conhecimentos prévios) com as informações novas que aprenderão. Portanto, quando estes conhecimentos são modificados cria-se um subsunçor que também fará parte da estrutura cognitiva do aprendiz. Dois outros aspectos importantes também são observados para que ocorra a aprendizagem efetivamente significativa, e que são condições fundamentais: a averiguação dos conhecimentos prévios dos discentes e a natureza do assunto ou material a ser aprendido.

## **1.2. A Teoria de Educação de Joseph D. Novak**

Joseph D. Novak, tem uma visão mais humanista em relação à aprendizagem significativa, assim, subentende à integração construtiva positiva entre pensamentos, sentimentos e ações que conduz ao desenvolvimento humano. Na perspectiva de Novak, quando a aprendizagem é significativa o discente cresce, tem uma sensação boa e se predispõe a novas aprendizagens. Caso a aprendizagem seja mecânica, o discente acaba por desenvolver uma atitude de recusa e não se predispõe à aprendizagem significativa. Esta visão é importante porque a

predisposição para a aprendizagem é uma das condições primordiais para uma aprendizagem significativa com excelência.

Quando a finalidade de trocar significados é a aprendizagem significativa de um certo conteúdo contextualizado, a condição que o aluno apresente uma predisposição para aprender é necessária e as atividades de ensino devem conter um conteúdo relevante para o aprendiz. Assim, existirá uma troca de significados e uma troca de sentimentos, que conseqüentemente sugere um potencial significativo. No entanto, segundo Moreira (1999), “a aprendizagem significativa não é sinônimo de aprendizagem “correta”, isto é, um aprendiz pode ter conhecimentos prévios presentes em sua estrutura cognitiva com conceitos “errados”, que para ele significa aprendizagem significativa.

## **1. Métodos e Materiais**

Para este estudo foi aplicação de uma sequência de ensino aprendizagem para o ensino de Física, tomando como base a metodologia da Aprendizagem Baseada em Equipes — TBL (Team-Based Learning), idealizado por Larry Michaelsen em 1970 na Universidade de Oklahoma, como uma estratégia educacional centrada no estudante. Inicialmente empregada na educação profissional na área da saúde para o desenvolvimento de competências fundamentais, como a autonomia do aluno na aquisição do conhecimento, tomada de decisão e trabalho colaborativo e efetivo.

Segundo Michaelsen (2004 apud OLIVEIRA *et al.*, 2016), O TBL tem como foco melhorar a aprendizagem de conteúdos e desenvolver habilidades de trabalho colaborativo através de uma estrutura que envolve o gerenciamento de equipes, estudo prévio, testes de preparação, entre outras atividades, além da resolução de problemas conceituais, o que torna o aluno um agente ativo no seu processo de aprendizagem, valorizando a sua autonomia e tomando-o consciente sobre a responsabilidade por si e pelo outro.

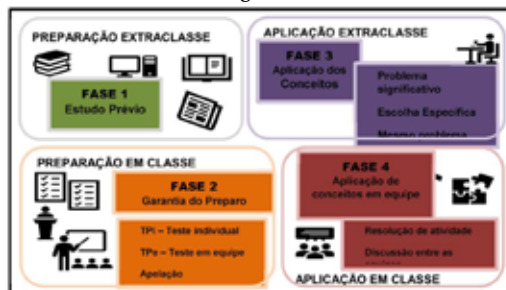
O método tem sua fundamentação teórica baseada no construtivismo, no qual o professor se torna um facilitador da aprendizagem em um ambiente despido de autoritarismo e que privilegia a igualdade. As experiências e os conhecimentos prévios dos alunos devem ser evocados na busca da aprendizagem significativa. Além disso, a vivência da aprendizagem e a consciência de seu processo são privilegiadas. (BOLLELA et al, 2014).

Para a aplicação do TBL faz-se necessário, primeiramente, a formação de equipes observando a diversidade da turma, buscando diminuir barreiras que possam vir a surgir. Portanto, o professor é o principal responsável em formar as equipes, que devem ter entre cinco e sete alunos, ser diversa, plural em relação ao conhecimento e interesses, conforme nos indica Oliveira, *et al.* (2016). Assim, de acordo com Michaelsen (2004) os princípios básicos do TBL podem ser assim elencados:

1. Formação e gerenciamento das equipes de modo apropriado, onde os alunos aprendem sobre o trabalho colaborativo;
2. Responsabilidade do aluno no preparo extraclasse e no desempenho da equipe;
3. Aplicação de problemas que promovam o aprendizado, interação e desenvolvimento da equipe;
4. *Feedback* frequente e imediato, que conduza os alunos ao acerto, fornecido através de avaliações individuais, em grupo e na aplicação de conceitos.

De acordo com Michaelsen (2004 apud OLIVEIRA, et al, 2016), o TBL é estruturado em módulos, no qual cada módulo é dividido em fases de preparação e aplicação, envolvendo atividades extraclasse e em classe como indica a Figura 1.

Figura 1



Os testes são idênticos e neles devem conter questões conceituais de múltipla escolha que envolvam os conteúdos previamente estudados. No momento do teste individual (TPI), os alunos marcam suas respostas em um gabarito específico, no qual podem distribuir a pontuação de cada questão, de acordo com a certeza sobre sua resposta, ou seja, seu preparo prévio. Já no teste em equipe (TPE) a equipe deve, por meio de discussão, chegar a um consenso em relação à resposta a ser marcada. É necessário haver um mecanismo para que a equipe saiba imediatamente se acertaram ou não a questão, para que possam retomar as discussões e chegar ao acerto. Geralmente o gabarito utilizado é do tipo “raspadinha”, no qual os alunos têm a oportunidade de um feedback imediato, logo após a escolha da resposta. Neste gabarito os alunos, em equipe, têm a oportunidade de discutir as questões quantas vezes necessárias para que acertem a questão, sendo um momento importante no processo de tomada de decisão.

O método TBL, propõe uma avaliação, que facilite a aprendizagem significativa e que permita novas posturas no momento de avaliar. Assim, sugere uma avaliação processual atribuída durante todas as etapas do processo de ensino-aprendizagem. A avaliação deste método está presente em todas as fases sendo observada nos testes de preparação TPI e TPE, nos quais pode-se ter um feedback imediato nos exercícios de aplicação de conceitos. Desse modo, espera-se que este processo possa gerar uma reflexão crítica sobre as atividades realizadas, promovendo a autonomia e responsabilidade pelo aprendizado individual e dos colegas.

A proposta foi aplicada em três turmas de 40 alunos matriculados no 2º ano do turno matutino do Ensino Médio (a escola implanta o Novo Ensino Médio apenas para turmas do 1º ano). No entanto, a frequência presencial foi em torno de 23 alunos na turma 2AM, 19 alunos na 2BM e 19 alunos na 3CM. Os alunos participantes do projeto caracterizam-se por serem alunos jovens na faixa etária entre 15 e 18 anos, a maioria egressos da Rede Pública Municipal. Alguns deles residentes na zona urbana e outros na zona rural do município, dependentes do transporte escolar, o que no contexto atual, algumas vezes inviabiliza sua presença na escola. Decidimos desenvolver esta proposta para as três turmas em virtude de já trabalharmos com elas desde o início do ano letivo de 2020, nas fases de planejamento, retorno remoto e retorno híbrido, além da proposta do continuum curricular e do número de aulas semanais.

### 3. Resultados e Discussões

De acordo com a metodologia aplicada, a avaliação foi realizada com a aplicação de dois módulos na fase 2 da metodologia TBL, que consiste em testes individuais, testes em equipes e atividades de aplicação de conceitos. A Tabela 1 mostra o desempenho dos alunos na resolução dos testes idênticos, a princípio individualmente e logo após em equipes, cujo objetivo era de preparação para a fase seguinte de aplicação dos conceitos do movimento circular, estudados previamente.

Tabela 1: Percentual de Acertos — Fase 02 — Garantia do Preparo — Módulo 2.

QUESTÃO 1			
TESTES	Turma 2ªAM 21 alunos/5 equipes	Turma 2ª BM 19 alunos/5 equipes	Turma 2ª CM 19 alunos/5 equipes
TPI	80,95 %	89,47 %	73,68 %
TPe	100,00 %	100,00 %	100,00 %
QUESTÃO 2			
TESTES	Turma 2ªAM	Turma 2ª BM	Turma 2ª CM
TPI	57,14 %	73,68 %	63,16 %
TPe	90,00 %	100,00 %	100,00 %
QUESTÃO 3			
TESTES	Turma 2ªAM	Turma 2ª BM	Turma 2ª CM
TPI	14,28 %	15,78 %	15,78 %
TPe	66,00 %	66,00 %	56,00 %

A Tabela 2 mostra o resultado da atividade de aplicação de conceitos por turma. São 12 questões de múltipla escolha, respondida individualmente e em casa. Neste caso verificamos um bom desempenho dos alunos nas questões conceituais, mas aquelas que necessitavam de pequenos cálculos tiveram baixo índice de acertos.

Tabela 2: Atividade Aplicação de Conceitos.

<b>AAC 01 – ATIVIDADE AVALIATIVA CONCEITUAL</b>			
<b>12 Questões</b>	<b>Turma 2ºAM</b>	<b>Turma 2º BM</b>	<b>Turma 2º CM</b>
<b>Acerto %</b>	76.11 %	79.45 %	66.66 %

A Tabela 3 mostra o resultado da aplicação do Módulo 3 — fase 3, com conteúdo acrescido dos tipos de transmissão no movimento circular. Os testes são compostos de 4 (quatro) questões de múltipla escolha e 4 (quatro) itens de respostas.

Tabela 3: Percentual de Acertos — Fase 02 — Garantia do Preparo — Módulo 3.

<b>QUESTÃO 1</b>			
<b>TESTES</b>	<b>Turma 2ºAM</b>	<b>Turma 2º BM</b>	<b>Turma 2º CM</b>
	<b>23 alunos / 6</b>	<b>19 alunos /5</b>	<b>15 alunos /5</b>
	<b>equipes</b>	<b>equipes</b>	<b>equipes</b>
<b>TPI</b>	30,43 %	15,80 %	26,66 %
<b>TPe</b>	66,66 %	56,00 %	66,00 %
<b>QUESTÃO 2</b>			
<b>TESTES</b>	<b>Turma 2ºAM</b>	<b>Turma 2º BM</b>	<b>Turma 2º CM</b>
<b>TPI</b>	30,43 %	0,00 %	0,00 %
<b>TPe</b>	66,68 %	56,00 %	56,00 %
<b>QUESTÃO 3</b>			
<b>TESTES</b>	<b>Turma 2ºAM</b>	<b>Turma 2º BM</b>	<b>Turma 2º CM</b>
<b>TPI</b>	65,22 %	26,32 %	40,00 %
<b>TPe</b>	100,00 %	76,00 %	62,00 %
<b>QUESTÃO 4</b>			
<b>TESTES</b>	<b>Turma 2ºAM</b>	<b>Turma 2º BM</b>	<b>Turma 2º CM</b>
<b>TPI</b>	21,73 %	10,53 %	13,33 %
<b>TPe</b>	60,00 %	56,00 %	58,00 %

Pode-se notar que o aproveitamento nesta atividade ficou em torno de 60%, o que pode ser considerado um bom resultado, tendo em vista que estes alunos são egressos do ensino fundamental de 2019, passando por todos os percalços da pandemia de covid-19 e submetidos a um continuum curricular. No entanto, este resultado mostra que uma metodologia que proporciona uma atitude mais ativa nos alunos, reforçando a construção da aprendizagem pelos próprios alunos pode contribuir para uma melhor aprendizagem. Neste módulo 3, também foi

aplicado uma atividade de aplicação de conceitos, com 6(seis) questões de múltipla escolha que envolve os conteúdos estudados previamente. O resultado com o percentual de acertos está presente na Tabela 4.

Tabela 4: Análise de percentual de acertos — Fase 02 Módulo 3.

<b>AAC 01 – ATIVIDADE AVALIATIVA CONCEITUAL</b>			
<b>6 Questões</b>	<b>Turma 2ºAM</b>	<b>Turma 2º BM</b>	<b>Turma 2º CM</b>
<b>Acertos %</b>	78,12	73,54	68,65

Ao final da aplicação do método aplicamos um questionário de autoavaliação (AAv) e outro para analisar o trabalho em equipes (AEC), estas avaliações servem para analisarmos qualitativamente o desempenho e responsabilidade com o processo da própria aprendizagem. Além disso, foram realizadas três atividades experimentais, no intuito de fomentar as discussões sobre o movimento circular, de forma mais leve e descontraída. Para tanto, usamos o objeto que faz parte do cotidiano do aluno: a bicicleta. Como avaliação de conhecimentos, foi solicitado um relatório que abordasse todos os passos executados para a realização da atividade. A análise dessa atividade mostra que superando as primeiras dificuldades, as equipes conseguiram interpretar os conceitos e perceber a Física envolvida na bicicleta.

## 4. Considerações Finais

Mudar as nossas atitudes diante o formato de aulas tradicionais é uma necessidade primordial, principalmente para professores de Física, pois sabemos e vivemos diversas dificuldades quando observamos nossas escolas e nossos alunos. Pensar neste Produto Educacional nos fez refletir sobre alguns pontos cruciais dentro do ensino, tais como os revelados pelos discursos recorrentes de que o ensino é tradicional, de que os alunos são passivos, de que não temos equipamentos, de que o tempo é curto, entre outros. Sabemos que isto é verdade, mas o que fazemos para mudar esse cenário? Neste trabalho, aceitamos o desafio e aplicamos uma metodologia ativa, que não é nova, para conectar os alunos de maneira

que possam se tornar agentes do seu próprio aprendizado. Nesse sentido, estudar a Física estudando a bicicleta nos pareceu viável e promissor. Então, lançamos mão do conteúdo específico do movimento circular e de algumas atividades experimentais com a finalidade de trazer importantes contribuições para o alcance de uma aprendizagem mais significativa.

Repensar a ação docente não é fácil. Aceitar que é necessário a busca de novos conhecimentos nos obriga a definir novos caminhos e adotar novas atitudes marcadas pelas mudanças constantes nos processos de ensino e aprendizagem. Neste trabalho, conseguimos despertar o interesse dos alunos, motivando-os para o estudo do Movimento Circular envolvido em atividades experimentais com o objeto do cotidiano que os cercam: a bicicleta. A metodologia utilizada facilitou a percepção das experiências e dos conhecimentos prévios dos estudantes na busca de uma aprendizagem significativa, o que proporcionou o desenvolvimento das competências e habilidades necessárias para o melhor entendimento do conteúdo abordado. Também foi percebido uma mudança de comportamento acerca da autonomia, do trabalho colaborativo, da ação e reflexão sobre suas responsabilidades no processo da aprendizagem, levando-os ao protagonismo na construção de suas histórias, com responsabilidade por si e pelos outros.

Ao trabalhar os conceitos iniciais, nos testes individuais e em equipe, os alunos verificaram a validade do estudo prévio e do trabalho em conjunto, com a melhora no desempenho quando comparado com testes em equipe. Além disso, observamos que o envolvimento dos alunos foi maior na atividade prática e que os alunos se adaptaram bem ao método e ao trabalho em equipe, tornando-se ativos em seus estudos, críticos em suas argumentações, modificando assim a forma passiva que se apresentavam anteriormente. Não queremos com isso determinar a melhor forma de desenvolver os conteúdos aqui trabalhados, apenas sinalizar uma opção que se mostrou viável em nosso contexto.



## Referências

AUSUBEL, David P., NOVAK, Joseph D., HANESIAN, Helen. Psicologia educacional. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BAHIA, Secretaria de Educação do Estado da Bahia. Documento Orientador Rede Pública de Ensino. Versão final 2020. Salvador: SEC, 2020.

BOLLELA VR, SENGER MH, Tourinho, FSV, Amaral E. Aprendizagem baseada em equipes: da teoria à prática. Medicina (Ribeirão Preto. Online) 2014; 47(3): 293-300.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEB, 2006

MICHAELSEN. L. K. Getting Started with Team-Based Learning. In: MICHAELSEN. L. K.: Knight. A.B.: fink. L. d. (Org.), Team-Based Learning: A transformative use of small grup in college teaching. Sterling, VA: Stylus Publishing. LLC.2004. p. 27-50.

MEDEIROS, E.B.; BASTOS, R.O. O movimento da bicicleta aplicado no ensino de física no 1º ano do ensino médio. Em “o professor PDE e os desafios da escola pública paranaense — produção didático pedagógica”. v. II, 2009.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. Metodologia de Pesquisa em Ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011 MOREIRA, M. A. Teorias da Aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999.

MOSCOVICI, F.; CASTELLO, F. G.; OLIVEIRA, G. A. Equipes dão certo: a multiplicação do talento humano. Rio de Janeiro: José Olympio, 2018.

OLIVEIRA, T.E. de. Aprendizagem de física, trabalho colaborativo e crenças de autoeficácia: um estudo de caso com método Team-Based Learning em uma disciplina introdutória de eletromagnetismo. 2016. 209f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Física) Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre.

PARMELEE, D. X; MICHAELSEM, L. K. Twelve tips for doing effective Team-Based Learning (TBL). *Medical Teacher*, v.32, n.2.p.118-122,2010.

SERTÓRIO, Ruth Goret Ávila Amorim. A bicicleta e a física: aplicando os conceitos de movimento circular através da aprendizagem baseada em equipes. Ilhéus: UESC, 2022.

**UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS ANALÓGICOS E SOFTWARES PARA  
AUXILIAR O PROCESSO ENSINO APRENDIZAGEM DO EFEITO  
FOTOELÉTRICO**

*USING ANALOG EXPERIMENTS AND SOFTWARE TO AID THE  
TEACHING-LEARNING PROCESS OF THE PHOTOELECTRIC EFFECT*

*Carlos R. G. Cabral<sup>1</sup>, Fernanda Carla L. Ferreira<sup>2</sup>, Marcelo Souza da  
Silva<sup>3</sup>, Orahcio F. de Sousa<sup>4</sup>, Andréa de L. F. Novais<sup>5</sup>*

<sup>1,2</sup> Instituto de Ciência Exatas (ICE), Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
(UNIFESSPA), carlosrogeriocr@unifesspa.edu.br, fernandaferreira@unifesspa.com.br.

<sup>3</sup> Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE), marcelo.silva@ifsertao-pe.edu.br.

<sup>4</sup> Centro de Formação de Professores da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
(UFRB), orahcio@ufrb.edu.br.

<sup>5</sup> Instituto de Geociências e Engenharias (IGE), Universidade Federal do Sul e Sudeste  
do Pará (UNIFESSPA), andreanovais@unifesspa.edu.br.

## **Introdução**

As inovações tecnológicas estão cada vez mais presentes no cotidiano escolar e podem ser estudadas a partir da disciplina de robótica que é utilizada nas escolas brasileiras como ferramenta facilitadora do processo de ensino aprendizagem (SILVA, 2019). No que diz respeito ao ensino de Física e a utilização da robótica, vale destacar a importância da aplicação de conceitos como os que envolvem o funcionamento de sensores no processo de ensino aprendizagem, como por exemplo, o sensor foto

resistor ou resistor dependente de luz — LDR e os simuladores Phet e Simu Photon, materiais potencialmente significativos para o ensino de conteúdos que envolvem a Física Moderna (AGUIAR, 2018). A necessidade de utilização de experimentos voltados para o ensino de Física já está descrita na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) de 1996, que descreve que a teoria e a prática dos fundamentos científico-tecnológicos devem estar relacionadas no ensino de cada disciplina no ensino médio. Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) a utilização de métodos experimentais pode contribuir para que o processo de alfabetização e de implementação da iniciação científica nas escolas ocorra de maneira mais produtiva (BRASIL, 2013, CABRAL, 2022). De acordo com os PCNs, nos anos finais do Ensino Fundamental os discentes devem ter adquirido a capacidade de compreender a natureza como um todo, além de possuir conhecimentos científico-tecnológicos que o permitam desenvolver a capacidade de questionar, diagnosticar, solucionar e utilizar conceitos científicos. Assim, o presente trabalho apresenta três experimentos analógicos e dois softwares como ferramenta facilitadora do processo de ensino-aprendizagem da Física Moderna, sobretudo, do conceito de efeito fotoelétrico como subsídios experimentais capazes de realizar uma inter-relação entre teoria e prática.

## **1. Fundamentação Teórica**

A aprendizagem é o processo pelo qual uma pessoa pode se apropriar dos conhecimentos que foram elaborados pela humanidade ao longo da história. A aprendizagem ocorre por meio da mediação de uma outra pessoa, que possui o desafio de dar significado a ideias (CAMPOS, 2000). O significado da aprendizagem também foi investigado por David Paul Ausubel em 1978, que através da teoria da aprendizagem significativa cognitiva, se refere à formação de ligações coerentes entre conceitos aprendidos (CARMO, 2012, p. 139). Além disso, em 1983 Marco Antônio Moreira contribuiu com a teoria Ausubeliana, de acordo com essa teoria

a nova informação interage com os conhecimentos prévios que o aluno possui, mas de uma forma não literal ou não arbitrária, correspondendo a aspectos relevantes da estrutura cognitiva do indivíduo. Para Moreira (2006), a sociedade contemporânea precisa adquirir novos conhecimentos de maneira significativa e crítica.

Desse modo, Moreira (2011), a aprendizagem significativa é um processo através do qual uma nova informação se relaciona de maneira não arbitrária (sistemizada) e substantiva a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do aprendiz. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar a montagem e utilização de três experimentos analógicos e dois softwares para assim desenvolver aulas mais interativas.

## **2. Métodos e Materiais**

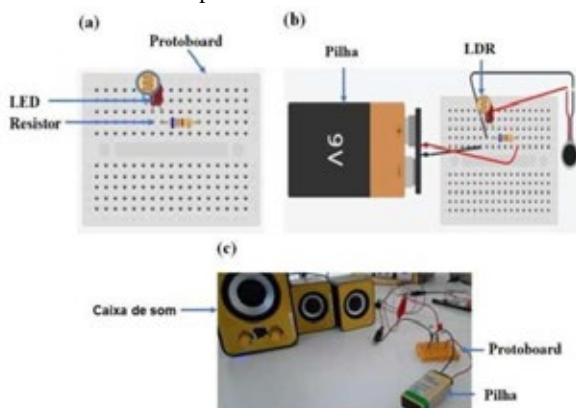
O presente trabalho foi realizado em três etapas. A primeira, consistindo na aplicação de um questionário com questões básicas a respeito de modelos atômicos, fenômenos do cotidiano etc, tendo por objetivo verificar o conhecimento prévio dos estudantes em relação ao efeito fotoelétrico. Em seguida, ministrou-se 4 aulas teóricas acerca dos principais pontos levantados por esse diagnóstico prévio, através da disponibilização de vídeos, explicando o funcionamento dos experimentos. Já na segunda etapa, fez-se a montagem dos três experimentos analógicos e a utilização de dois softwares simuladores. E por fim, ministrou-se mais 8 aulas teóricas e aplicou-se mais um questionário com o objetivo de verificar se após a finalização das três etapas, as aulas teóricas, a montagem e a utilização dos experimentos houveram, de fato, alguma constatação, indícios que apontassem e/ou sugerissem uma possível aprendizagem significativa.

Para o primeiro experimento analógico (in loco), denominado de “ouça o seu controle remoto”, produziu-se um circuito elétrico a partir da utilização de uma placa mini protoboard de 170 furos, uma pilha de 9v, um conector para a pilha de 9 V, um plug p2p com cabos com jacarés, um

resistor dependente de luz ou fotorresistente, do inglês, Light Dependent Resistor (LDR), um diodo emissor de luz, do inglês, Light Emitting Diode (LED) de 5mm, um resistor, dois jumpers, um controle remoto de TV e uma caixinha de som para notebook. Para a montagem fez-se: a conexão do resistor de 680 ohms na mini placa protoboard de 170 furos; a fixação do LED, deixando a maior perna do LED (cátodo) na mesma linha que o resistor de 680 ohms; a conexão do LDR em série, deixando-o na mesma linha do ânodo do LED; e, por fim, a conexão da bateria com o polo positivo (fio vermelho) conectado a linha da mini protoboard que passa pelo resistor de 680 ohms e o polo negativo (fio preto) a linha da mini protoboard que passa pelo sensor LDR.

Destaca-se que para a montagem dos três experimentos analógicos utilizou-se da plataforma tinkercad. Assim, para representar a saída de som do plug p2p, utilizou-se na plataforma do tinkercad um sensor, como saída ilustrativa/didática, pois a plataforma não possui esse plug para o circuito.

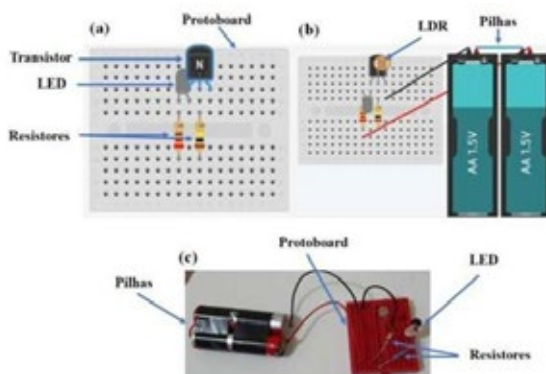
Figura 1 — Montagem do circuito elétrico referente ao experimento “ouça o seu controle remoto”. Em (a) placa de protoboard, transistor 2N2222A, LED de alto brilho de 5mm, resistor de 680 ohms. Em (b) sensor LDR, uma pilha AA de 9 V. Em (c) circuito completamente montado.



Fonte: CABRAL, 2022, p. 92–93.

No segundo, experimento denominado “sensor de luz”, utilizou-se os seguintes materiais utilizados: um sensor LDR, quatro jumpers macho x macho, um LED de alto brilho de 5mm, um resistor de 100K, um resistor 220 ohms, um transistor 2N2222A, mini protoboard de 170 furos e duas pilhas AA de 1,5V. Para montagem observou-se as seguintes etapas: o encaixe do resistor de 220 ohms na placa de protoboard de 170 furos; a conexão do resistor de 100k, ao lado do resistor de 220 ohms, deixando livre uma linha de pontos entre os resistores; o encaixe do LED, deixando o ânodo na mesma linha do resistor de 220 ohms e o cátodo na linha livre; o encaixe do transistor 2N2222A, deixando o coletor (C) na mesma linha livre onde está posicionado o cátodo do LED; a conexão do sensor LDR na linha onde fica a base (B) e a parte do emissor (E); a ligação de duas pilhas em série, e por fim, a conexão do circuito na protoboard, como pode ser observado na figura 1(a), (b) e (c).

Figura 2 — Montagem do circuito elétrico referente ao experimento “sensor de luz”. Em (a) placa de protoboard, transistor 2N2222A, LED de alto brilho de 5mm, resistores de 100K e 220 ohms. Em (b) sensor LDR, duas pilhas AA de 1,5V. Em (c) circuito completamente montado.



Fonte: CABRAL, 2022, p. 97–98.

Para o terceiro experimento, denominado “placa solar de LEDs” utilizou-se: um pedaço de papelão 5cm x 5cm, dois jumpers, seis LEDs

de alto brilho de 5mm, um capacitor de 10 microfarad e uma calculadora sem pilhas. Montagem: marcação dos LEDs no papelão, considerando uma distância de 5x5 cm de uma LED para outra, utilizando uma tesoura para marcar e fazer os furos onde as LEDs serão inseridas; marcação dos lugares onde ficarão as pernas positivas e negativas, a perna maior fica do lado de dentro; inserção das LEDs na placa de papelão, e dobra das pernas positivas com as outras pernas também positivas e das pernas negativas com as negativas; soldagem das pernas; medição, com um pedaço de fio alaranjado descasca-se e solda-se em três pontos nas pernas positivas sob a placa; repetição do procedimento com as pernas negativas; retirada da bateria, solda dos fios negativos no contato negativo e os positivos no contato positivo; solda do capacitor de 10 microfarad por 50 volts e solda na placa da perna positiva no lado positivo do circuito e da perna negativa no lugar negativo.

Figura 3 — Montagem do circuito elétrico, experimento denominado “placa solar de LEDs”. Em (a) momento da soldagem do capacitor no circuito. Em (b) mostra a soldagem dos fios na calculadora. Em (c) mostra o experimento completamente montado sendo testado.

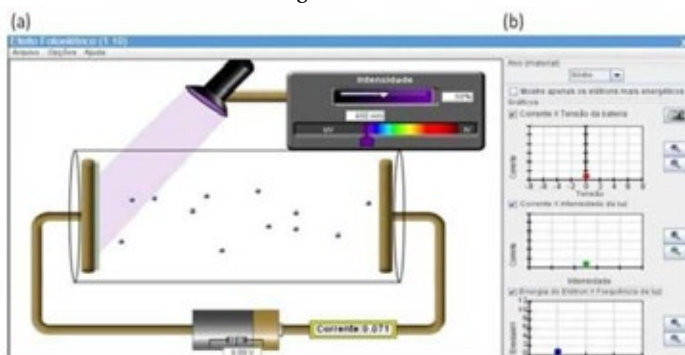


Fonte: CABRAL, 2022, p. 103-104.



Para facilitação da compreensão dos estudantes acerca do efeito fotoelétrico realizou-se a simulação do fenômeno a partir da utilização de dois softwares. Na plataforma PhEt colorado, disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/photoelectric](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/photoelectric), manipulou-se a intensidade da luz, o comprimento de onda, a tensão elétrica entre as placas e o material da placa que iria sofrer o efeito fotoelétrico. Também se observou o efeito e os gráficos dos parâmetros corrente x tensão, corrente x intensidade da luz e energia do elétron x frequência da luminosa simultaneamente como pode ser observado na figura 4.

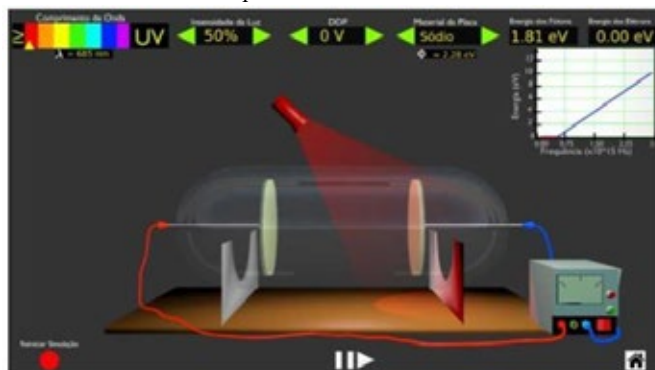
Figura 4 — Em (a) simulador PhEt com frequência luminosa na faixa do violeta e intensidade de 50%. Em (b) gráficos de corrente x tensão, corrente x intensidade da luz e energia do elétron x.



Fonte: CABRAL, 2022, p. 109.

Como segundo software utilizou-se o Simu Photon. Esse software pode ser obtido no repositório de dissertações do MNPEF da UNIFESSPA, na dissertação de mestrado intitulada de Simu Photon: Um Simulador Computacional Para O Ensino do Efeito Fotoelétrico, de autoria de SILVA *et al.* (2019). Nesse simulador manipulou-se intensidade luminosa, diferença de potencial (ddp), material da placa que iria sofrer o efeito fotoelétrico, valor numérico da função trabalho e o gráfico de cada material durante a simulação.

Figura 5 — Simulador *Simu Photon* com comprimento de onda de  $\lambda = 665$  nm, intensidade luminosa de 50%, ddp com 0 V, material da placa (sódio), frequência na faixa do vermelho, energia dos fótons em 1.81 eV, energia dos elétrons em 0.00eV e a função trabalho ( $\phi$ ) = 2.28 eV. O gráfico inserido na figura mostra energia em eV x frequência (em  $\times 10^{15}$  Hz).



Fonte: CABRAL, 2022, p. 113.

Após a etapa de montagem dos experimentos in loco e virtuais, para aplicação do questionário final, o professor realizou quatro reuniões online (perfazendo um total de 8 aulas), orientando os discentes acerca do processo de coleta de dados e procedimentos de preenchimento do *Google Forms*. Além disso, oportunizou-se nessa etapa final, sobretudo, a socialização dos discentes, entre os diferentes grupos dos experimentos realizados e de suas impressões individuais e coletivas.

### 3. Resultados e Discussão

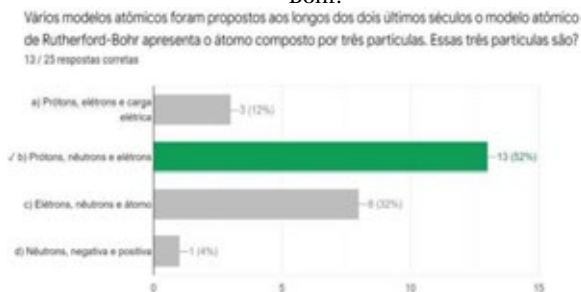
#### 3.1. Análise do questionário inicial

Para fins didáticos, desta etapa, destaca-se que os alunos precisaram responder a dois questionários, com 10 questões cada, nos quais abordou-se de diferentes formas o fenômeno em análise: o efeito fotoelétrico. No entanto, para fins de recorte dos resultados, utiliza-se duas questões

exemplificativas do questionário inicial e final da aplicação do produto educacional, utilizando como recorte de análise, as questões de nº 03 e nº 08 para o estágio inicial e as de nº 01 e nº 08 para o estágio final, respectivamente.

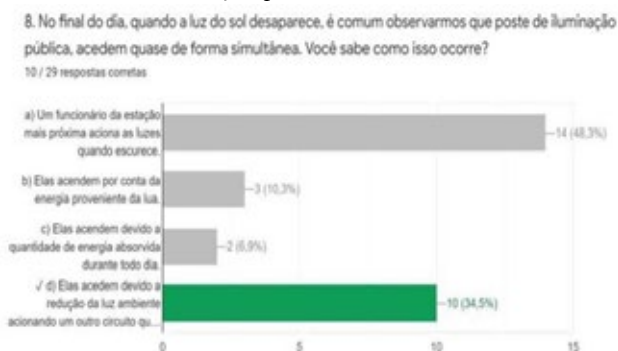
Em uma primeira análise, inicialmente, de acordo com a figura 6, um total de 13 estudantes, ou seja, 52% dos alunos conseguiram reconhecer as partículas subatômicas referentes ao modelo atômico de Rutherford — Bohr.

Figura 6 — Sondagem inicial sobre o conhecimento do modelo atômico de Rutherford — Bohr.



Fonte: CABRAL, 2022, p. 51.

Figura 7 — Sondagem inicial — sobre o acender instantâneo das luzes dos postes de iluminação pública ao anoitecer.



Fonte: CABRAL, 2022, p. 54.

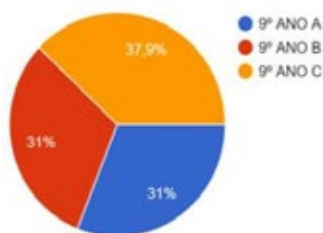
No entanto, conforme a Figura 7, 48,3 % dos alunos (14 alunos) ainda atribuem o acender instantâneo das luzes a um funcionário da empresa de energia elétrica e apenas 34,5 % (10 alunos) atribuem à redução da radiação eletromagnética proveniente do sol, ademais, 10,3% (3 alunos) à radiação da lua e 6,9 % (2 alunos) ao armazenamento de radiação solar.

Nesse sentido, de acordo com Moreira (2011), a construção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas deve privilegiar a etapa de coleta dos conhecimentos prévios, atividade ou experiência reveladora, oportunizando ao estudante a externalização de seus conhecimentos prévios, sobretudo, apontando aspectos relevantes para a aprendizagem significativa do conteúdo em pauta “o fato isolado mais importante que a informação na aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe e baseie nisso os seus ensinamentos” (AUSUBEL, 1978, p. 04).

### 3.2. Análise do questionário final

Total de alunos que realizaram o questionário final: 29 alunos, esses 29 alunos responderam ao questionário final, conforme exemplificado no gráfico abaixo:

Figura 8 — Sondagem final — definição do efeito fotoelétrico.



Fonte: CABRAL, 2022, p. 55.

Conforme a Figura a seguir, apresenta-se o resultado das principais questões trabalhadas no questionário final, a fim de observar possíveis sugestões de alguns indícios de uma possível aprendizagem significativa.

Figura 9 — Resultados da questão 1.



Fonte: CABRAL, 2022, p. 56.

Deste total, 29 alunos, 82,8% (24 alunos) responderam corretamente ao item 1.

Figura 10 — Resultados da questão 6.



Fonte: CABRAL, 2022, p. 59.

No segundo questionário, após a utilização dos experimentos e das simulações observou-se que 82,8% dos estudantes conseguiram associar a frequência à influência nos elétrons. Já para o fenômeno fotoelétrico do acendimento automático das luzes dos postes de iluminação pública, 27 alunos (93,1%) responderam adequadamente. Esses dados sugerem, ao final da aplicação do produto, uma possível capacidade de identificar e relacionar fenômenos associados ao efeito fotoelétrico no cotidiano. Antes

da utilização dos experimentos analógicos e dos softwares, apenas 37,9% dos estudantes conseguiram analisar o espectro eletromagnético.

## 4. Considerações Finais

O efeito fotoelétrico pode ser utilizado para explicar diversas conquistas tecnológicas, como o controle remoto, por exemplo, o funcionamento de um diodo emissor de luz, o flash automático dos celulares, as placas solares, a iluminação pública, entre outros. Uma ferramenta que pode ser útil para abordagem desse conceito de maneira eficaz é a utilização da robótica. Dessa forma, a construção de experimentos analógicos e a utilização de softwares podem promover uma aprendizagem mais significativa. A observação dos resultados obtidos sugere que a utilização de experimentos *in loco* e virtuais podem promover uma aprendizagem mais significativa, e de maneira eficaz, uma vez que os experimentos analógicos e os softwares são ferramentas potencialmente significativas para auxílio no processo de ensino-aprendizagem de conteúdos que envolvem a Física Moderna.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001.

## Referências

AGUIAR, Deymes Silva de. **Robótica educacional com arduino como ferramenta didática para o Ensino de Física**. 2018, 173f. Dissertação de Mestrado — IFCE, Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), Campus Sobral.

AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view**. Nova York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. 2nd. ed. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1978.

BRASIL, Ministério da Educação. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). **Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias (PCN+)**. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL, Ministério da Educação; MOLL, Jaqueline (org.). **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

CARMO, Érica da Silva Valentim do. **O efeito fotoelétrico como proposta de inserção da física moderna no ensino médio**. 2012. 41 p. Monografia de conclusão de curso (Licenciatura em Física) — Faculdade de Educação e Meio Ambiente, FAEMA, Ariquemes.

CAMPOS, Dinah Martins de Souza. **Psicologia da aprendizagem**. 29 ed. Petrópolis: Vozes, 2000.

CABRAL, Carlos R. Gomes. **Kit didático como ferramenta facilitadora para o processo ensino aprendizagem do efeito fotoelétrico usando a metodologia de sala de aula invertida, apresentada no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF)**. 2022. C117k. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física) — Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, UNIFESSPA, Marabá.

LIMA, V. R.; SOUSA, E. F. P.; SITKO, C. M. Metodologias ativas de ensino e aprendizagem: sala de aula invertida, instrução por colegas e júri simulado no ensino de matemática. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 5, p. e2810514507-e2810514507, 2021.

MORÁN, J. Metodologias ativas e modelos híbridos na educação. In: YATEGASHI, S. (org.) *et al.* **Novas Tecnologias Digitais: reflexões sobre mediação, aprendizagem e desenvolvimento.** Curitiba: CRV, 2017, p. 23-35.

MOREIRA; M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas — UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, Porto Alegre: UFRGS, v.1, n.2, p. 43-63, 2011.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 1, p. 23-48, 2000.

SILVA, Caio Fernando Rocha. **Simuphoton: um simulador computacional para o ensino do efeito fotoelétrico.** 2019. 122p. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física) — Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá.







**DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E MECÂNICA QUÂNTICA: A CONSTRUÇÃO  
DE UMA HISTÓRIA EM QUADRINHOS PARA INVIABILIZAR  
PSEUDOCIÊNCIAS QUÂNTICAS**

*SCIENCE DISSEMINATION AND QUANTUM MECHANICS: THE  
CONSTRUCTION OF A COMIC BOOK TO MAKE UNFEASIBLE QUANTUM  
PSEUDOSCIENCES*

*Mariana Mota Gomes<sup>1</sup>, Michel Bastos Lourenço<sup>2</sup>, Ronni Geraldo Gomes de  
Amorim<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Universidade de Brasília, Faculdade Gama (UnB — Gama), mota.mariana@aluno.unb.br.

<sup>2</sup> Secretaria de Educação do Distrito Federal — SEEDF, michelbastos@edu.se.df.gov.br.

<sup>3</sup> Universidade de Brasília, Faculdade Gama (UnB — Gama), ronniamorim@unb.br.

## **Introdução**

A mecânica quântica (MQ) cativa cientistas e deslumbra leigos. Permeada por implicações científicas e filosóficas de complexidade e importância indubitáveis, ela constitui uma teoria que continuamente molda o destino do desenvolvimento tecnológico hodierno. Dessa maneira, com a sua popularização e ao adentrar no vocabulário do senso comum, a teoria quântica passou a fascinar o público não-especializado, causando impactos em níveis socioculturais (CRUZ, 2010). Entretanto, na ausência de respaldo científico e acesso a conhecimentos específicos, tornou-se alvo de difusão de pseudociências, misticismos e charlatanices quânticas.

Diante disso, o misticismo quântico se instaurou na tentativa de conectar os fenômenos dos domínios atômico e subatômico às subjetividades macroscópicas humanas, abarcando questões relativas a mente, consciência, curas, terapias e práticas esotéricas. Com o advento das mídias sociais e a dinamização do acesso a informações, esse misticismo junto às suas pseudociências passou a ser amplamente divulgado como possibilidade factível para a resolução de problemas subjetivos. A periculosidade dessas práticas, no entanto, compreende a problemáticas como a credulidade em demasia, o afastamento do âmbito científico do social e, logo, a normalização e disseminação do negacionismo científico (PILATI, 2018).

Nessa perspectiva, propõe-se desconstruir o misticismo quântico, aqui abordado mais especificamente por meio da “cura quântica”, com a divulgação científica por meio da construção de uma História em Quadrinhos (HQ). A partir disso, entende-se que esse material se destine preliminarmente a alunos do ensino básico, visto que os tópicos da física moderna e contemporânea (FMC) constituem grande influência para a compreensão do mundo atual, necessitam de debates e aperfeiçoamentos em sua abordagem e na construção do pensamento científico (TERRAZZAN, 1992). Sendo assim, uma HQ voltada a desmistificação dos tópicos da MQ representa inserir uma metodologia que acessibilize conceitos por intermédio da contextualização da situação-problema e na aproximação entre a narrativa e o cotidiano dos interlocutores. Posto que as HQs possuem um conjunto de funções lúdicas e linguísticas capazes de serem úteis para o processo de ensino e aprendizagem (TESTONI; ABIB, 2003) e a decodificação dos quadrinhos alia interpretações de uma linguagem acessível que vem sendo usado de maneira muito positiva como ferramenta de ensino crítico (CARUSO; FREITAS, 2009).

Com isso, formulando-a, propõe-se a aplicação da HQ como parte de uma sequência didática voltada para o ensino básico, visando identificar e esclarecer as implicações de pseudociências quânticas e estimular os

estudantes a se interessarem pelo conhecimento científico. Além disso, essa aplicação ocorreu durante um dos piores cenários da história recente, a pandemia do COVID-19. Esse contexto promoveu mudanças repentinas e drásticas no cenário da educação brasileira, sendo permeado por empecilhos como o cotidiano diário de mortes, o isolamento social, as Fake News, os discursos anticientíficos e as aulas remotas.

Para as finalidades aludidas, parte-se da construção de um referencial teórico-metodológico pautado na identificação de pseudociências quânticas, na importância do senso crítico no ensino de FMC, além do uso de HQs no ensino e divulgação de ciências. E, a partir disso, apresenta-se a HQ desenvolvida e sua aplicação por meio de uma sequência didática, em aulas com diálogos acerca de fontes confiáveis e identificação de pseudociências quânticas, com a consulta e auxílio da HQ produzida. A instituição escolhida para a aplicação da HQ foi o Educacional Engenho das Lages, uma escola rural localizada na região administrativa do Gama (DF), sendo determinada uma turma da Educação de Jovens e Adultos (EJA) para tanto.

## **1. Fundamentação teórica**

### **1.1. Contexto e Identificação de Pseudociências Quânticas**

Associar a MQ ao místico constitui uma prática sustentada por argumentos que buscam atribuir à natureza finalidades pertencentes ao âmbito humano. Segundo Pessoa Jr. (2010), essa atitude, denominada naturalismo animista, está inserida em interpretações da teoria que levam ao misticismo quântico. De acordo com o autor, essas interpretações partem do estabelecimento de uma associação íntima entre a consciência humana e/ou a espiritualidade e os fenômenos quânticos.

Esse misticismo abrange questões relacionadas à representação social do conhecimento científico e aos processos de apropriação cultural e transposição desse conhecimento. No entanto, a apropriação da MQ no contexto místico não se ampara em fatos e no método científico, mas se

utiliza de falácias e crenças pessoais para se promoverem e difundirem. Desse modo, identificar amostras do misticismo quântico no cotidiano e distingui-las, de maneira clara para o público leigo, implica em evidenciar primordialmente do que se trata de uma teoria científica e sobre o método que a constrói.

Além disso, a popularidade de práticas relativas ao misticismo quântico pode ser atestada com uma busca pela internet, conforme se verificou que “uma busca exibe cerca de 9 milhões de entradas para medicina quântica; 3 milhões, para cura ou terapia quântica; 6 milhões para psicologia quântica; 3 milhões para mente quântica e quase o mesmo número para o tantra quântico” (CRUZ, 2010). Destarte, esses resultados de busca apresentam uma preocupação substancial à forma como o termo quântico(a) está disponível e acessível para o público leigo. Ressalta-se, ademais, que há na literatura, desde meados da década de 70, livros dedicados a disseminar inúmeras dessas práticas pseudocientíficas, como *O Tao da Física* (CAPRA, 1975) e *Cura Quântica* (CHOPRA, 1989), dentre vários outros.

O espaço fornecido para a difusão dessa literatura propiciou o crescimento de práticas relativas a terapias alternativas e discursos que se apropriam de termos físicos, como frequência e vibração, materializando-se em curas milagrosas e soluções imediatas para problemas de cunho estritamente pessoal. Além das consequências abordadas inicialmente, isso acarreta um perigo potencial à saúde pública, já que essas pseudociências influenciam pacientes a abandonarem tratamentos médicos, embasados cientificamente (SOLBES, 2019).

Essa apropriação indébita da teoria quântica pode ser sustentada por uma série de argumentos, dentre os quais é possível identificá-la a partir de alguns pressupostos explorados por Pessoa Jr. (2010) como: partindo do Princípio da Incerteza, afirma-se que o observador humano é responsável pela determinação/criação da realidade; a consciência constitui um fenômeno fundamentalmente quântico; justifica-se visões e posicionamentos religiosos a partir da teoria quântica e dentre outros.

Assim, nota-se que esses argumentos não são passíveis de verificação por experiências, portanto, não são falseáveis e não podem constituir uma teoria científica (POPPER, 2013). Dessa forma, é necessário acessibilizar a divulgação científica a fim de paramentar as pessoas com pensamento crítico e ceticismo necessários para discernir ciência do charlatanismo (PILATI, 2018, p. 112), direcionando a construção de um conhecimento imparcial e crítico, auxiliando na identificação de falácias, muito utilizadas em alegações pseudocientíficas.

## **1.2. Contexto e Identificação de Pseudociências Quânticas**

Defronte da sucessiva disseminação das pseudociências quânticas, a educação básica se encontra como um meio expressivo para nortear cidadãos em formação acerca da produção científica e das nuances que a circunda. Para tanto, é necessário que o ensino siga uma concepção humanista e problematizadora e exija reflexões críticas contínuas, tanto de educandos quanto de educadores, com a finalidade de compreender e resolver de modo empático e consciente as problemáticas que os rodeiam (FREIRE, 1967). É notório que o ensino de física se apresenta, na maioria dos casos, em aulas meramente expositivas, no entanto, é fundamental que esse ensino esteja pautado no papel histórico, social e cultural que a física desempenha e abarca.

No contexto do ensino da FMC, abordagem, currículo e conteúdos presentes na instância brasileira constituem preocupações que, desde o final do século XX, discorrem sobre a importância de inserir temáticas atuais da física para que os estudantes compreendam como funcionam aparelhos e artefatos atuais, bem como muitos fenômenos cotidianos (TERRAZZAN, 1992). De acordo com Ostermann e Moreira (2000), o ensino coerente de FMC no nível de ensino básico possui suma relevância, pois a apresentação de temas atuais da física auxilia a formação de uma imagem mais adequada dos conteúdos e de seu caráter científico, sobrepujando, assim, a percepção linear do desenvolvimento científico.

Dessa forma, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio (PCNEM) (BRASIL, 2021, p. 65), o ensino da MQ, por si só, possui um grande potencial para elucidar maneiras pelas quais a física e a tecnologia influem na construção e expressão de interpretações do mundo em sua completude, já que seus conceitos extrapolam para diversas áreas. Todavia, considera-se que para que tal propósito seja alcançado, é substancial que a linguagem utilizada seja acessível e clara, visto que é impreterível a construção de novos termos os quais não pertencem ao vocabulário aprendido com os tópicos de física tradicionalmente abordados nesse nível de ensino, predominado por uma visão de mundo determinística. Sendo assim, apreende-se para a efetivação desse ensino tão somente deve-se haver uma busca por alternativas de abordagem metodológica ante a realização de pesquisas em sala de aula.

Ademais, sabe-se que a MQ exige muita abstração, além de análises circunspectas e metódicas. Em vista disso, um dos motivos pelos quais Torre (1998, apud OSTERMANN; MOREIRA, 2000) justifica o ensino congruente da FMC e, notadamente, a teoria quântica, trata-se de proteger o estudante “do obscurantismo, das pseudociências e das charlatanias pós-modernas.”

Mediante isso, a ausência desses conteúdos afeta a formação específica e dificulta a alfabetização científica no ambiente escolar; contudo, independente da educação escolar, difunde-se continuamente a apropriação e ressignificação indevidas de conhecimentos científicos em diversos grupos sociais (CRUZ; CRUZ, 2009), como o misticismo quântico.

### **1.3. Uso de HQs no Ensino e Divulgação de FMC**

A utilização de histórias em quadrinhos como recurso didático se apresenta promissora no campo do ensino de ciências. As HQs, em sua elaborada interação de palavras e imagens em quadrinhos, possuem o potencial de ir além dos livros didáticos tradicionais, delineando narrativas que podem ajudar a gerar coerência e contexto para assimilar informações



e, dessa maneira, ser uma ferramenta pedagógica envolvente para os estudantes (HOSLER; BOOMER, 2011).

Visando despertar o interesse e fomentar a curiosidade, a HQ, por seu caráter lúdico, pode ser um instrumento de apoio para prender a atenção de quem a lê e abordar conteúdos de modo claro e imaginativo (CARUSO; FREITAS, 2009). Além disso, diante do panorama geral do ensino de Física e a necessidade de inovações no mesmo, o uso de HQs deve ser apresentado de forma instigadora, ou seja, possuindo como características uma linguagem universal, fácil leitura, códigos conhecidos, estrutura dinâmica, catarse e desafio lúdico, para constituir um processo construtivista de ensino desencadeado por uma problematização geradora da discussão posterior (TESTONI; ABIB, 2003). É notável que a produção de uma HQ exige cuidados relacionados a conteúdo, linguagem, abordagem e assimilação de informações.

Nesta situação, deve-se prezar pelo esclarecimento de ideias errôneas que, de alguma forma, passaram a integrar o imaginário do senso comum, corrigindo-as e ilustrando conceitos científicos sem impô-los ou estabelecer hierarquias de conhecimento. Isto posto, tendo referências como a criação da Oficina de “educação de Ciências através de Histórias em Quadrinhos” — EDUHQ (CARUSO; CARVALHO; SILVEIRA, 2002) que se empenhou na inserção deste instrumento metodológico para engajar alunos e professores na imersão no desenvolvimento de tirinhas, é factível inserir ferramentas de aprendizagem que respeitem a autonomia de pensamento do estudante, desde que a mesma parta de um norteamento consciente e crítico, tendo o docente como mediador.

## **2. Métodos e materiais**

Em face da revisão de literatura e das análises iniciais, elaborou-se uma história em quadrinhos, partindo do termo “cura Quântica”, na qual uma pessoa leiga ao se deparar com o termo se atrai pela possibilidade de cura imediata e se torna alvo do charlatanismo. A narrativa construída parte

de conceitos para desmistificar o termo quântico e explicitar o que torna uma prática como pseudocientífica. Assim, a HQ desenvolvida possui o caráter de gibi, uma vez que é composta por cinco páginas desenvolvidas de maneira manuscrita, com um total de 28 quadrinhos.

Figura 1 — Parte 1 da HQ produzida.



Fonte: Elaboração própria (2021).

Figura 2 — Parte 2 da HQ produzida.



Fonte: Elaboração própria (2021).

Figura 3 — Parte 3 da HQ produzida.



Fonte: Elaboração própria (2021).

Na primeira parte, vista na Figura 1, há a apresentação das personagens e do problema a ser debatido, de modo que o protagonista Sr. Quantum é responsável por guiar a primeira personagem na desconstrução de uma pseudociência quântica. Na segunda parte, Figura 2, é enunciado o que se trata de uma pseudociência e a MQ. A partir das questões indagadas, na Figura 3, enuncia-se os primeiros principais pontos para não ser enganado por uma prática pseudocientífica: 1) Não atribuir importância única às autoridades, uma vez que elas, por si só, estão suscetíveis a erros e vieses; 2) A atribuição de termos científicos a uma prática, como o adjetivo quântico(a), não assegura que ela como de fato científica; 3) Práticas científicas devem ser passíveis de verificação, elas devem ser testadas empiricamente e falseadas (POPPER, 2013, p. 41). A Figura 4 completa os tópicos: 4) Deve-se sempre priorizar fontes confiáveis para a assimilação dessas práticas, acessando referências e discernindo argumentos coerentes de crenças embasadas em relatos pessoais e 5) Na busca por atividades científicas, preza-se por explicações, reflexões e comparações imparciais, desvincilhando-se da busca por corroborações entre o que se acredita e a ciência.

Figura 4 — Parte 4 da HQ produzida.



Fonte: Elaboração própria (2021).

Figura 5 — Parte 5 da HQ produzida.



Fonte: Elaboração própria (2021).

Assim, a HQ desenvolvida é encerrada com a Figura 5, na qual a compreensão da primeira personagem acerca de uma pseudociência quântica é atingida por meio do processo dialético promovido e norteado pela personagem Sr. Quantum, visto que “uma forma eficiente e relevante de combate (às pseudociências) é justamente apresentar ao maior número possível de pessoas as características de como o pensamento científico funciona” (PILATI, 2018, p. 113).

Para a aplicação dessa HQ durante as aulas de Física, foi proposta uma sequência didática com situações-problema de nível de complexidade crescente, a fim de resgatar conhecimentos prévios, possibilitando, posteriormente, a diferenciação progressiva dos conceitos na estrutura cognitiva do estudante. Essa sequência foi exposta por meio de encontros organizados da seguinte maneira: no primeiro, discorreu-se sobre a diferenciação entre pesquisas sérias de informações potencialmente mentirosas; no segundo, foram apresentados expositivamente as características da ciência e o que a diferenciava da pseudociência, que resultou em conversas significativas e, o terceiro foi dedicado à conversa mediada a respeito da atividade avaliativa I, que consistia em pesquisar nas mídias digitais exemplos que configuravam práticas pseudocientíficas.

Tendo em vista o contexto de pandemia, a aplicação e obtenção dos dados foram feitas por meio de encontros remotos, enquetes e formulários disponibilizados na plataforma Google Meet. A atividade foi feita com estudantes da 3ª etapa do 3º segmento da EJA, no Centro Educacional Engenho das Lages. A turma era composta por 29 estudantes matriculados, entre 18 e 42 anos de idade, sendo que destes apenas 9 estudantes tiveram condições de participar pela plataforma do Google Sala da Aula. Os demais, realizam atividades impressas ou não tiveram condições de continuar os estudos.

### 3. Resultados e Discussões

Os resultados da aplicação da HQ foram obtidos com o produto educacional formulado para as discussões e atividades durante as aulas. Posterior à aplicação deste produto educacional, computou-se dados que revelam a existência de aprendizagem, o aumento na assiduidade, participação e interesses dos estudantes que interagiram com as atividades propostas. Com a finalidade de coletar informações acerca dos conhecimentos prévios dos estudantes, foi realizado no primeiro encontro, uma enquete para aferir sobre onde os estudantes buscavam e julgavam encontrar informações confiáveis, estabelecendo uma escala de 1 a 5, onde o mais confiável é o 5 e o menos confiável é o 1.

Figura 6 — Gráfico Enquete 1.



Fonte: Elaboração própria (2021).

À vista dos dados aferidos, é perceptível que estudantes, em sua maioria, confiam nos professores e em jornais visando encontrar informações confiáveis. Contudo, é importante ressaltar que uma parcela dos estudantes atribui certa confiança aos vídeos do Youtube e a grupos de redes sociais. Ademais, não foram contabilizados, para fins de análise de conhecimentos prévios, os estudantes que fizeram a atividade posteriormente, uma vez que foi notado um vício nos resultados,

indicando que eles assistiram a aula completa e depois realizaram a enquete.

Na aplicação da HQ, durante o terceiro encontro, ao se abordar os 5 pontos para identificar potenciais pseudociências e aplicá-los a notícias e anúncios encontrados na internet, 7 alunos (63% da turma) apresentaram a devolutiva da atividade proposta. Nas respostas, observou-se que os estudantes procuraram aplicar as regras mencionadas nos quadrinhos, especialmente a 2<sup>a</sup>. O contexto da instituição também influenciou as respostas analisadas, uma vez que por se tratar de uma escola rural, houve respostas que envolviam o trato com animais. Ao investigar o motivo desses estudantes trazerem tais exemplos, eles mencionaram que trabalhavam perto da EMBRAPA e tinham ouvido falar de algo a respeito de práticas potencialmente pseudocientíficas.

Aluno 1: “como interpretar os sintomas dos animais através da anamnese vibracional.”

Aluno 2: “curso de saúde quântica para animais.”

Em outras duas entregas, os estudantes encontraram matérias envolvendo o discurso de autoridades sobre a vacina:

Aluno 3: “se você tomar uma vacina e virar jacaré, o problema é seu.”

Aluno 4: “médica diz que ivermectina tem eficácia maior que vacina e pede para colegas ‘estudarem mais’: Vacina jamais atingirá imunização do medicamento.”

Dessa mesma atividade, foram obtidas mais três respostas envolvendo as denominadas “terapias quânticas” sendo que uma delas relacionada ao tratamento precoce do imunológico contra a COVID-19.

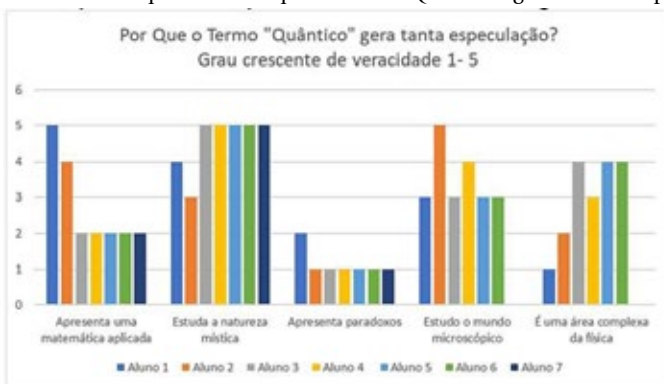
Aluno 5: “terapia Quântica um conceito para vida pessoal e profissional.”

Aluno 6: “medicina Quântica já tem registro de curas, dizem médicos.”

Aluno 7: “aprenda como a terapia quântica atua precocemente contra a COVID-19.”

Além disso, no segundo momento do terceiro encontro, resgatou-se alguns quadros da HQ para revisar a aprendizagem e dar base para a última situação-problema abordada nesse momento. Na enquete proposta, foram obtidos os seguintes dados que foram usados na abordagem dos conceitos introdutórios.

Figura 7 — Gráfico Enquete 2: Por que o Termo Quântico gera tantas especulações?



Fonte: Elaboração própria (2021).

Desse modo, observou-se nessa enquete uma tendência de associação do termo quântico a algo místico ou misterioso. E, com isso, finalmente, a atividade responsável por concluir a sequência didática se referiu à elaboração de um parágrafo que concatenasse respostas às questões abordadas e estabelecendo as diferenças entre a MQ e as potenciais pseudociências quânticas encontradas nessa conjuntura. Nesta atividade, 8 estudantes participaram enviando via plataforma e suas respostas foram condizentes com o que foi abordado ao longo da sequência. Dentre as respostas, destacam-se:

Aluno 1: “atualmente vemos muitas Fake News, precisamos verificar se a fonte da informação é confiável e analisar se o método usado na informação segue os métodos usados na ciência, que são confiáveis e testáveis. Precisamos confiar na ciência. A respeito das terapias quânticas

precisamos estar alertas para não sermos enganados pelo uso do termo quântico e confundir o que é científico do que é místico ou que se baseia em um ato de fé ou credulidade. A MQ apresenta um estudo profundo e além da nossa imaginação sobre a natureza do átomo e da luz e traz grandes contribuições para a humanidade, o fato de apresentar paradoxos não deve dar margem para encontrar respostas no mundo místico.”

Aluno 2: “a ciência é a fonte de informações confiável, as pessoas muitas vezes distorcem as informações para confundir por isso precisamos sempre estar alertas as informações que ouvimos ou lemos para não sermos enganados, especialmente quando se usa o termo quântico. É preciso saber diferenciar a Física Quântica do Misticismo, pois a física quântica segue os elevados padrões do método científico que são testados e comprovados já a cura quântica envolve o mundo místico e tradições religiosas.”

Isto posto, observou-se que houve uma motivação significativa dos estudantes, tendo em vista o panorama inicial e final da aplicação da HQ, e, assim, os estudantes afirmaram interesse para o aprofundamento em tópicos de física quântica, especialmente na análise dos paradoxos quânticos e em aplicações na tecnologia contemporânea. Além disso, pelas respostas analisadas, é possível inferir que a apresentação inicial da MQ possibilitou a inserção dos conceitos abordados e evidenciam que a utilização de HQs como fonte de motivação para os estudantes se refere justamente a sua forma e sua linguagem características, facilitando a assimilação do conteúdo (CARUSO; FREITAS, 2009).

#### **4. Considerações Finais**

Observa-se que a divulgação científica é primordial para acessibilizar e popularizar o desenvolvimento científico. Diante do crescente negacionismo da ciência, desmistificar conceitos relativos à MQ e desconstruir suas respectivas pseudociências significa estender a compreensão do público leigo acerca da realidade na qual está inserido.



No que concerne às limitações para a execução da HQ, destaca-se que há potenciais aprimorações para serem feitas como o processo de criação inteiramente digital e a adaptação da linguagem para a aplicação em ensino fundamental. Ademais, mostra-se possíveis as aprimorações citadas, bem como o desenvolvimento de continuações para a protagonista criada. Além disso, a aplicação da HQ evidencia alguns pontos peculiares que requerem interpretações mais aprofundadas, especialmente às relacionados com os efeitos da pandemia do COVID-19 na rotina dos estudantes, com maior destaque aos que moram em áreas carentes e remotas, não possuindo, muitas vezes, acesso a recursos tecnológicos e internet. Esse fator foi decisivo, por exemplo, sobre a quantidade de alunos que participaram da sequência didática, fato explicitado pela participação da turma escolhida: dos 29 estudantes, apenas 9 puderam desenvolver a atividade da maneira como foi planejada.

Dessa maneira, dentro de suas limitações, a sequência pedagógica, demonstrou-se exitosa, dentro do que foi proposto, e adequada para estudantes do Ensino de Jovens e Adultos. Observou-se os indícios de aprendizagem significativa nas atividades e avaliações propostas e aumento potencial de interesse para o assunto o qual estava sendo introduzido. Notou-se, além disso, que o planejamento e a execução dessa sequência didática direcionados para a modalidade remota de ensino possibilita a cronometragem do tempo e a dinamicidade da aula.

Em suma, ressalta-se que a popularização da FMC deve ser acompanhada pela criticidade tanto no contexto de ensino quanto de divulgação, para que assim o misticismo quântico seja impossibilitado como explicação factível, de forma que a ciência seja cativante por si só para o público leigo. Já que quanto mais próximos a ciência e o método científico estiverem da sociedade, maiores são as esperanças de desenvolvimentos plurais, conscientes e democráticos.

## Referências

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. PCNEM Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf)>. Acesso em: 14 jun. 2021.

CAPRA, F. **The Tao of Physics: An Exploration of the Parallels between Modern Physics and Eastern Mysticism**. Berkeley: [New York]: Shambhala; distributed in the U.S. by Random House, 1975.

CARUSO, F.; CARVALHO, M.; SILVEIRA, M. C. Uma proposta de ensino e divulgação de ciências através dos quadrinhos. **Ciência & Sociedade**, v. 8, p. 1-9, 2002.

CARUSO, F.; FREITAS, N. Física moderna no Ensino Médio: o espaço-tempo de Einstein em tirinhas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 2, p. 355-366, ago. 2009.

CHOPRA, D. **Quantum Healing: exploring the frontiers of mind/body medicine**. New York: Bantam Books, 1989.

CRUZ, F. F. S. Mecânica Quântica e a cultura em dois momentos. In: **Teoria Quântica: estudos históricos e implicações culturais**, p. 303-318, 2010.

CRUZ, F. F. S.; CRUZ, S. M. S. Pode o ambiente cultural e social definir o conteúdo escolar de física: o caso da MQ. In: **VII ENPEC, Encontro Nacional em Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, 2009. Atas [...]. Florianópolis: UFSC, 2009.

FREIRE, P. **Papel da educação na humanização**. 1967.

HOSLER, J.; BOOMER, K. B. Are comic books an effective way to engage nonmajors in learning and appreciating science?. **CBE — Life Sciences Education**, v. 10, n. 3, p. 309-317, 2011.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. **Investigações em ensino de ciências**, v. 5, n. 1, p. 23-48, 2000.

PESSOA Jr, O. O fenômeno cultural do misticismo quântico. In: **Teoria Quântica: estudos históricos e implicações culturais**, p. 281-300, 2010.

PILATI, R. **Ciência e pseudociência: Por que acreditamos naquilo em que queremos acreditar**. São Paulo: Contexto, 2018.

POPPER, K. R. **A lógica da pesquisa científica**. 2ª ed. São Paulo: Cultrix, 2013.

SAGAN, C. **O mundo assombrado pelos demônios: A ciência vista como uma vela no escuro**. São Paulo: Companhia da Letras, 2006.

SOLBES, J. Cuestiones socio-científicas y pensamiento crítico: Una propuesta para cuestionar las pseudociencias. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, n. 46, p. 81-99, 2019.

TERRAZZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, dez. 1992.

TESTONI, L. A.; ABIB, M. L. V. S. A utilização de histórias em quadrinhos no ensino de física. In: **Encontro Nacional de Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 4, 2003.



**USO DO APLICATIVO TINKERCAD PARA ENRIQUECER A PRÁTICA  
PEDAGÓGICA EM DISCIPLINAS DE ELETRICIDADE NO ENSINO MÉDIO**  
*USE OF THE TINKERCAD APP TO ENRICH PEDAGOGICAL PRACTICE IN  
ELECTRICITY SUBJECTS IN HIGH SCHOOL*

*Maria Luiza Miguez<sup>1</sup>, Jefferson Maia de Sousa<sup>2</sup>, Fernando W. de Alencar  
Sobreira<sup>3</sup>, Carlos Alberto Santos Almeida<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Universidade Federal do Ceará (UFC), Instituto Federal do Pará (IFPA),  
maria.miguez@ifpa.edu.br.

<sup>2</sup> Instituto Federal do Ceará (IFCE), jefferson.sousa@ifce.edu.br.

<sup>3</sup> Instituto Federal do Ceará (IFCE), fwellysson@gmail.com.

<sup>4</sup> Universidade Federal do Ceará (UFC), carlos@fisica.ufc.br.

## **Introdução**

Disciplinas de Física são componentes da matriz curricular do ensino médio regular e nos cursos técnicos integrados ao ensino médio são ainda mais presentes pelo caráter tecnológico necessário para a formação dos estudantes. São matérias que compõem o ciclo básico e têm como objetivo geral introduzir aos estudantes conceitos fundamentais de Física em linguagem matemática apropriada e integrada às demais disciplinas que terão durante a formação.

Em muitas instituições as disciplinas de Física devem em sua carga horária trabalhar tanto a teoria relativa à disciplina como práticas experimentais correspondentes a esses tópicos teóricos. A

conjugação dessas abordagens distintas muitas vezes implica em uma delas ser parcialmente negligenciada, e, considerando a estrutura proposta (objetivos, metodologia, sistema de avaliação entre outros) a parte prática é a que sofre com a falta de tempo.

Outros fatores que justificam a importância maior dada às disciplinas teóricas frente as disciplinas de experimentação é a falta de estrutura física recorrente nas instituições de ensino do Brasil, com laboratórios mau estruturados e falta de pessoal técnico capacitado para auxiliar nos trabalhos dos docentes (SILVA, 2021).

Uma consequência do grande período que a pandemia de Covid-19 se estendeu, e ainda se estende, foi a necessidade de adaptação das aulas para o formato remoto e com isso diversos professores e instituições criaram e disponibilizaram na internet laboratórios virtuais com capacidade de interação do estudante e não apenas que ele assista a um experimento ser feito (MONTECIN, 2020; FEITOSA, 2020; CAVALCANTE, 2021).

Essas ferramentas têm potencial para continuar a serem usadas de maneira conjunta às práticas presenciais para enriquecer e fortalecer os conhecimentos teóricos que já são protagonistas das aulas de Física.

Por se tratar de tecnologias de informação e comunicação (TICs) atuais, a elaboração de guias experimentais e sequências didáticas que auxiliem na utilização dessas ferramentas em sala de aula são um campo com potencial de crescimento, que carecem de relatos de experiência de docentes, que utilizaram estas estratégias, de como se desenvolveram as atividades em suas turmas (MOREIRA, 2017).

Parte-se aqui de uma proposta de transposição didática na qual os estudantes podem ter contato com um laboratório de eletricidade utilizando apenas um computador com acesso à internet. Nesse sentido, a proposta é que o estudante atue como investigador, i.e. possa descobrir na prática laboratorial os conceitos que se encaixam naquilo que busca aprender atendendo aos princípios propostos por Moreira (2017b, p. 9) para uma aprendizagem significativa.

## 1. Fundamentação Teórica

Com o objetivo de propor momentos extraclasses para a prática de atividades experimentais foi apresentado aos estudantes do primeiro ano do ensino médio integrado o aplicativo TinkerCAD (AUTODESK, 2022) que possibilita através de uma interface bastante semelhante ao ambiente de laboratório real o estudo de circuitos elétricos. A escolha da turma foi feita com o objetivo de propor a participação de estudantes que ainda não tivessem conhecimentos prévios de circuitos elétricos.

Na disciplina de eletricidade e eletrônica básica são realizadas práticas experimentais integradas à teoria, entretanto, são realizadas em grupos em um intervalo reduzido de tempo disponível para a realização das atividades. Dessa forma, a integração do uso de aplicativos permite que os alunos possam além de reproduzir as práticas já realizadas presencialmente, realizar atividades de aprofundamento.

Podemos descrever ainda o uso dos laboratórios virtuais como ambientes construtivistas, já que o objetivo é o estudante se desafiar e ter autonomia no processo experimental. Nos laboratórios virtuais, além de possibilitar atividades cooperativas em que os estudantes podem discutir com os demais colegas de classe, é estimulada também a autonomia, permitida uma vez que todos terão acesso em computadores individuais. Essas características do uso de TICs que permite o maior envolvimento dos estudantes de maneira geral.

Por se tratar de tecnologias de informação e comunicação (TICs) atuais, a elaboração de guias experimentais e sequências didáticas que auxiliem na utilização dessas ferramentas em sala de aula são um campo com potencial de crescimento, que carecem de relatos de experiência de docentes, que utilizaram estas estratégias, de como se desenvolveram as atividades em suas turmas (MOREIRA, 2017).

Neste trabalho, avaliamos o processo de ensino e aprendizagem de estudantes de disciplinas de introdução à eletricidade e eletrônica. Nessas disciplinas, presentes em cursos integrados em informática, são discutidos os conceitos gerais acerca de grandezas como corrente elétrica, tensão

elétrica e resistência elétrica bem como são apresentados os principais elementos utilizados em circuitos elétricos, i.e. resistores, capacitores, indutores entre outros.

Além disso, nessas disciplinas são abordados o funcionamento de instrumentos de medida dessas grandezas com o intuito de formar o estudante para analisar possíveis distorções dos circuitos com relação aos padrões técnicos aceitos.

Por conta disso, visando relacionar a prática de ensino com a metodologia a ser empregada, conforme Filho e Ferreira (2018) a proposta é utilizar uma abordagem significativa no sentido de associar o funcionamento dos circuitos elétricos e eletrônicos presentes em dispositivos do cotidiano com as propriedades dos elementos estudados na teoria. Esta abordagem se relaciona bem com a prática laboratorial, na qual os estudantes têm contato com um formato de aprendizagem combinatória (Moreira, 2017a) segundo a qual os conceitos não possuem, em princípio, uma relação de subordinação, i.e., é possível tratar de maneira independente as aplicações práticas simples e a teoria básica neste nível de ensino.

Nessa perspectiva de transposição didática e com o objetivo de propor momentos extraclasse este trabalho apresenta uma sequência didática centrada em atividades experimentais baseadas em roteiros desenvolvidos para enriquecer as aulas da disciplina de eletricidade no ensino médio. A proposta é que as atividades complementem e atribuam significado a teoria apresentada paralelamente na disciplina, apresentando uma visão contextualizada dos saberes práticos.. Para serem desenvolvidos em simuladores computacionais disponibilizados gratuitamente na internet a sequência didática será composta por momentos presenciais desenvolvidos em um laboratório de informática além do desenvolvimento individual e/ou em pequenos grupos de estudantes em momentos fora da sala de aula.



## 2. Métodos e Materiais

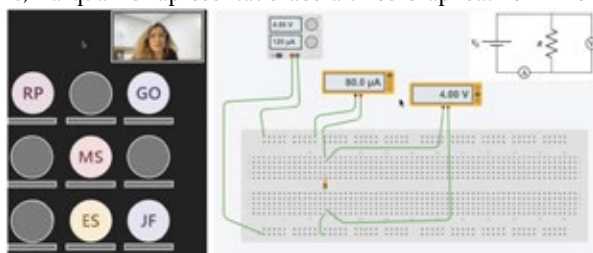
Foi proposto que os estudantes realizassem na plataforma TinkerCAD uma sequência de experimentos usando resistores, fontes de tensão e baterias além dos equipamentos de medidas: voltímetro, amperímetro e ohmímetro. Devemos ressaltar que essa atividade não teve o objetivo de substituir as aulas práticas que já constam no curso, mas em contribuir para que o contato dos estudantes com a experimentação possa se prolongar e inclusive ultrapassar as instalações da instituição.

A aplicação da proposta didática foi realizada em três momentos distintos: apresentação da proposta, encontro presencial e avaliação e discussão das atividades entregues.

### 2.1. Apresentação da atividade

No primeiro momento foi apresentado aos estudantes o roteiro experimental que deveria ser seguido, neste mesmo momento foi também apresentado o aplicativo TinkerCAD. Sua realização se deu em uma aula síncrona em formato online de videoconferência. Na figura 1 estão mostradas imagens de momentos dessa aula assíncrona. No lado esquerdo é possível ver a professora junto aos alunos em uma videoconferência pelo aplicativo Microsoft Teams e na imagem direita um dos exemplos que foi apresentado para demonstrar o funcionamento do TinkerCAD.

Figura 1 — Imagens de uma aula em formato online síncrona na plataforma Microsoft Teams, na qual foi apresentado aos alunos o aplicativo TinkerCAD.



Fonte: Elaboração própria (2022).

Na primeira foto temos o ambiente do Microsoft Teams no qual a professora e os alunos podem interagir por meio de videoconferência e mensagens de texto. Na foto da direita temos um exemplo que foi realizado na aula. Neste momento, foi apresentado o conteúdo teórico relativo aos circuitos elétricos: funcionamento de resistores e baterias, lei de Ohm e leis de Kirchoff. Foram empregadas simulações realizadas no TinkerCAD para comparar a teoria com o experimento virtual.

## 2.2. Encontro presencial

Durante o período que os estudantes tinham para realizar a atividade muitas dúvidas apareceram e por isso um segundo momento foi realizado, desta vez presencialmente usando o laboratório de informática. Na figura 2 temos uma fotografia tirada no segundo encontro com os estudantes. Apesar de não programada inicialmente, foi possível notar por parte da professora que a realização de um segundo encontro era necessária uma vez que além das dúvidas serem recorrentes, eram difíceis de serem sanadas sem a apresentação aos alunos dos recursos do aplicativo.

Figura 2 — Aula presencial realizada no laboratório de informática do IFCE campus de Itapipoca com os alunos de primeiro ano do ensino médio integrado em informática.



Fonte: Elaboração própria (2022).

Além disso, reunir os alunos presencialmente fez com que a partir daquele momento eles passassem a se ajudar mais, sanando as dúvidas entre eles mesmos.

### **2.3. Entrega das atividades e discussão dos trabalhos**

O terceiro e último momento foi a entrega e discussão dos trabalhos. O roteiro proposto apresentava três partes distintas. A primeira, mais simples tinha o objetivo de caracterizar resistores usando medidas de ohmímetro e comparar com a caracterização através da lei de Ohm com medidas de corrente e tensão. A segunda parte buscava o entendimento de associação de resistores em série e em paralelo usando três elementos distintos. Esperava-se que além de analisar a resistência equivalente nessas configurações fosse investigado também o que acontecia com a corrente e a tensão. Essas duas partes mostraram-se mais acessíveis aos alunos inclusive por já ter sido realizada em uma aula prática presencial.

Por fim, foi proposta uma atividade que continha mais de uma malha na qual deveriam ser empregadas as leis de Kirchhoff, mais especificamente a lei dos nós. Nesta atividade específica, não era esperado que os estudantes fossem capazes de resolver o problema usando a teoria, uma vez que se trata de uma malha mais complexa. A proposta foi realizada no sentido de avaliar a capacidade dos estudantes de manipular o aplicativo TinkerCAD na tomada de medidas.

## **3. Resultados e Discussões**

Inicialmente, é importante pontuar que a prática havia previsto apenas duas etapas: apresentação e entrega das atividades. No entanto, após a realização da primeira etapa e do relato dos estudantes quanto à dificuldade de interagir com o aplicativo, foi necessária a introdução de uma segunda etapa presencial em que o aplicativo foi apresentado em um ambiente controlado.

Para avaliar os resultados da implementação desta prática pedagógica utilizamos as respostas apresentadas pelos estudantes no terceiro momento da prática. Ao avaliar as respostas das partes 1 e 2 do roteiro proposto, foi possível notar que os estudantes haviam dominado

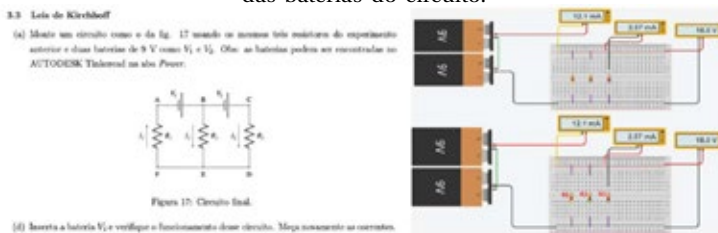
a caracterização das baterias e resistores bem como a associação de resistores.

Na terceira e última parte do roteiro experimental proposto, que incluía montar e investigar um circuito de mais de uma malha, inclusive contendo duas baterias como fonte de tensão foi que os estudantes apresentaram maiores dúvidas. Na figura 3 podemos ver na esquerda um recorte do roteiro proposto em que o circuito de duas malhas está apresentado.

Essa parte da atividade foi a que mais apresentou resultados divergentes do esperado. No item (d) pedia-se que o estudante descrevesse o que acontecia quando apenas uma das baterias era invertida no circuito, e a maior parte deles apenas inverteu as baterias sem inverter a ligação, como o que pode ser visto na imagem do lado direito da figura 3. E dessa forma concluíram que nada acontecia para os valores de corrente nos resistores.

Nesse ponto, segundo relato dos estudantes, havia uma confusão uma vez que as cores a serem conectadas na placa de montagem eram diferentes das usuais.

Figura 3 — Recorte da última parte da atividade proposta em que se pede que o aluno investigue um circuito composto por duas baterias e três resistores formando um circuito de duas malhas. Na figura da direita temos a resposta de um aluno que conclui de maneira equivocada não haver alteração dos valores de corrente ao se inverter uma das baterias do circuito.



Fonte: Elaboração própria (2022).

Outro equívoco recorrente pode ser visto na figura 4. Na tentativa de montar o circuito proposto na primeira imagem da figura 3, dois dos

amperímetros são colocados em série e dessa forma apenas duas correntes são medidas ao invés das três como proposto no trabalho. Neste caso é possível observar também que o estudante em questão também não usou a placa de montagem. Nessa etapa do trabalho ficou evidente a dificuldade do uso da placa de montagem quando os circuitos propostos apresentam uma maior complexidade.

Sobre este aspecto, percebeu-se na entrega do questionário aplicado aos estudantes que eles têm bastantes dificuldades em associar a teoria do material didático elaborado com o funcionamento dos elementos no circuito. Há uma dificuldade clara em estabelecer corretamente as ligações na placa de montagem, entender como algumas conexões na placa de montagem funcionam como nós no circuito elétrico teórico e na identificação dos pólos, positivo e negativo, da fonte de tensão.

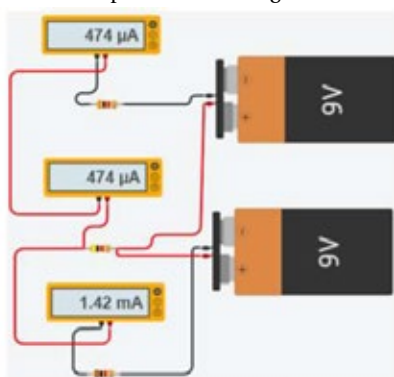
Ao analisar os trabalhos recebidos foi possível identificar que outra dificuldade recorrente é a construção de gráficos. Em sua maioria os alunos utilizaram softwares do tipo Excel. Entretanto, na sua totalidade, os alunos não foram capazes de obter a resistência elétrica utilizando o coeficiente angular desse gráfico. E alguns alunos ainda não conseguiram nem mesmo construir um gráfico capaz de ser possível de obter estatísticas.

Neste aspecto, a maior dificuldade dos estudantes é oriunda da dificuldade geral em representar funções e valores num gráfico. Alguns deles relataram desconhecer parcial ou completamente os conceitos de coeficiente linear e coeficiente angular, do conceito de uma função afim ou de primeiro grau, necessários para o desenvolvimento adequado desta parte da prática.

Ainda neste ponto, o aplicativo TinkerCAD é constituído por elementos ideais, e.g. fontes, resistores, capacitores e fios de conexão. Dessa maneira, esse é um elemento de simplificação na transposição didática, que não seria possível caso fosse realizado em um laboratório real. Em comparação com a prática em um laboratório real a tomada de dados experimentais dá origem a flutuações naturais, o que seria mais um fator complicador na

análise por parte dos estudantes, o que ressalta mais um aspecto positivo do uso do laboratório virtual.

Figura 4 — Outros exemplos de equívoco recorrente entre os alunos. Podemos observar que o circuito equivale ao pedido na figura 3. Dois dos amperímetros são colocados em série e dessa forma apenas duas correntes são medidas ao invés das três como proposto no trabalho. Neste caso é possível observar que o estudante também não usou a placa de montagem.



Fonte: Elaboração própria (2022).

## 4. Considerações Finais

Por fim, foi possível observar um engajamento maior dos estudantes, principalmente os que possuem maiores dificuldades com o conteúdo, permitindo aos mesmos interpretar com maior acurácia o que ocorre num circuito elétrico. Para os estudantes com maior desenvoltura, foi observado que os mesmos conseguiram realizar o experimento completo, mesmo as partes cuja teoria era mais elaborada. Dessa maneira, espera-se que estudantes com maior afinidade com o conteúdo possam se aprofundar mais facilmente. É importante destacar, que esses resultados comprovam a melhoria na aprendizagem, conforme diversos autores defenderam (MONTECIN, 2020. FEITOSA, 2020. CAVALCANTE, 2021), quando se

trata de incentivar os alunos a “viverem” o experimento, no sentido de eles próprios o realizarem ao invés de serem meros expectadores de demonstrações.

## Referências

AUTODESK TINKERCAD. Disponível em:  
<https://www.tinkercad.com/dashboard>. Acesso em: 02 nov. 2022.

CAVALCANTE, M. A., SANTOS, E. M. F. Eletrônica Criativa: Uma estratégia metodológica para o Ensino e Aprendizagem de conceitos de eletricidade e/ou eletrônica na modalidade Híbrida de Ensino: Introdução. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. v. 43, e20210188. 2021. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0188>

FEITOSA, M. C., LAVOR, O. P. Ensino de circuitos elétricos com auxílio de um simulador do PhET. **REAMEC — Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. v. 8, n. 1, p. 125-138, 2020. <http://dx.doi.org/10.26571/reamec.v8i1.9014>.

FILHO, O. L. S., FERREIRA, M. Teorias da aprendizagem da educação como referenciais em práticas de ensino: Ausubel e Lipman. *Revista do Professor de Física*. v. 2, n. 2. 2018. <https://doi.org/10.26512/rpf.v2i2.12315>

MONTECIN, A., RIBEIRO, L., JAQUES, P. **Ensino Remoto de Robótica: Utilização de ferramentas gratuitas e materiais de baixo custo no contexto de pandemia do Coronavírus**. Paper presented at Anais dos Trabalhos de Conclusão de Curso. Pós-Graduação em Computação Aplicada a Educação Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação. Universidade de São Paulo. 2020.

MOREIRA, M. A. Teorias de aprendizagem. São Paulo: E. P. U., 2a Edição ampliada — 2017a, 243p.

MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. Revista do Professor de Física. v. 1, n. 1, p.1-13. 2017b. <https://doi.org/10.26512/rpf.v1i1.7074>.

SILVA, E. F., FERREIRA, R. N. C., SOUZA, E. J. (2021). Aulas práticas de ciências naturais: o uso do laboratório e a formação de docente. **Educação: Teoria e Prática**. v. 31, n. 64, p.1-22, 2021. <http://dx.doi.org/10.18675/1981-8106.v31.n.64.s15360>.



**STRENGTHENING PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE OF  
PRESERVICE PHYSICS TEACHERS: 3 CASES ON ELECTRIC CIRCUITS**  
*FORTALECIMIENTO DO CONTEÚDO DIDÁTICO CONHECIMENTO DOS  
ALUNOS PROFESSORES DE FÍSICA: 3 CASOS EM CIRCUITOS ELÉTRICOS*

*Nicolás Velasco<sup>1</sup>, Laura Buteler<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Facultad de Matemática, Astronomía y Física (FaMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC). nicolas.velasco@unc.edu.ar.

<sup>2</sup> Instituto de Física Enrique Gaviola, FAMAFA - CONICET (IFEG) laura.buteler@unc.edu.ar.

## **Introduction**

Preservice teacher education is the place in which future teachers build the necessary tools to 1) understand the physics of scientists and the physics of the school, and 2) to design bridges between them. This requires a broad and deep knowledge of physics, learners, school, classroom life, secondary school curriculum, and teaching resources, etc.. Although the curriculum for preservice teacher training in the Province of Córdoba provides courses in which the above contents are worked on, these courses are very often crystallized in independent "parcels" of knowledge. It is unlikely that without specific courses in which the integration of this knowledge is promoted, future teachers will be able to do it by themselves when making decisions about teaching in real classroom contexts. This "amalgam" of knowledge is what the literature refers to as Pedagogical Content Knowledge (PCK) (Magnusson y otros, 1999, Shulman, 1986).

Some researchers point out that the physics education courses would be adequate contexts to build this knowledge, but there is literature that argues that these courses are not enough to achieve this learning, being necessary to use the disciplinary courses to strengthen the PCK of the pre service physics teachers (Mäntylä y Nousiainen, 2013; De Longhi y Rivarosa, 2015).

Local and international research shows that the usual physics teaching is superficial and based on algorithmic problem solving (Leonard et al, 2002, Guisasola, 2011). Designing classes that promote learning where students are productively engaged demands a sophisticated PCK from the physics teacher. It involves simultaneously bringing together a deep knowledge of physics, how students learn, how to manage classroom communication, what are students' interests and prior knowledge, what are teaching purposes, what are the teaching resources, etc. The hypothesis underlying this work is that future teachers can build and/or strengthen (at least part of) their PCK in physics courses, when those courses are designed based on science education results.

The present work is part of a PhD thesis in which a reconstructed electromagnetism course to preservice physics teachers has been carried out. The reconstruction of the course was based on science education research results. The principles used for the reconstruction were exposed by Engle and Conant (pp. 402-406; 2002). The purpose of this reconstruction is that future teachers have the opportunity to experience a teaching oriented to learn about physics and about its teaching simultaneously. This research aims to characterize the PCK on electric circuits of students who have taken the reconstructed course. At the same time, we try to characterize the corresponding PCK of a student who has taken an electromagnetism course in a traditional way of teaching (before its reconstruction). The questions guiding the research are: 1) How is the PCK on electrical circuits of preservice physics teachers who have taken an electromagnetism course? 2) What differences are there between the PCK on electrical circuits of preservice physics teachers who

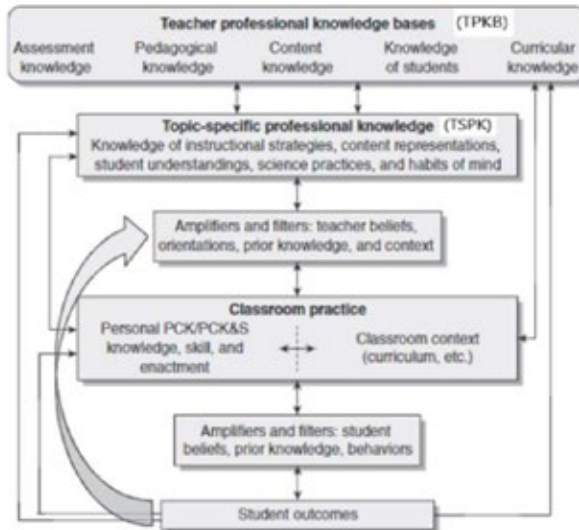
took the reconstructed course, and the corresponding PCK of those who took the electromagnetism course in the traditional way, i.e. before its reconstruction?

## 1. Theoretical framework

Shulman (1986), breaks with the traditional dualism of two types of knowledge of two disciplinary fields (content/subject and its didactics), to establish a new dualism (knowledge of the subject/didactic knowledge) within the knowledge of the content. Under the denomination of PCK they refer to those aspects of the content, whose knowledge is relevant for teaching, including "the topics that are most regularly taught in an area, the most useful forms of representation of ideas, the most powerful analogies, illustrations, examples, explanations and demonstrations, in short, the way of representing and formulating the subject matter to make it understandable to others"(Shulman, 1986). Shulman's introduction of PCK has inspired numerous responses among education scholars, resulting in several models of PCK.

The multiplicity of PCK models resulted in a PCK Consensus Model (CM) called TPK&S (Teacher Pedagogical Knowledge and Skills) in reference to the first PCK summit held in 2012. As a general description, the TPK&S model (Figure 1) originates in the teacher professional knowledge bases (TPKB) that comprises: knowledge about assessment, about the curriculum, about content, about didactics and the way students learn. This is the generalized professional knowledge that results from science education research and best teaching practices. TPKB knowledge shapes and is informed by Topic-Specific Professional Knowledge (TSPK). In this model, the affective dimension of the teacher is recognized as influencing the teacher's knowledge and skills. The teacher's beliefs about the purposes of science teaching act as amplifiers or filters, and mediate the actions teachers take in the classroom.

Figure 1 — The PCK Consensus Model called TPK&S (Teacher Pedagogical Knowledge and Skills)



Source: Gess-Newsome, (2015, pp. 31).

From this model, it is possible to define PCK as a knowledge base used in the planning and teaching practice of a subject in a very specific classroom context. Finally, the TPK&S model is recursive and dynamic. Both student outcomes and classroom practices have the capacity to inform and shape TSPK and TPKB. These feedback loops underscore the complexities of teaching and learning and provide leverage points for growth in teacher knowledge and skills (Gess-Newsome, 2015).

In 2017, the Refined Consensus Model (RCM) of PCK was created, which builds on the model described above but places greater emphasis on making explicit the different variables, layers, and complexities associated with PCK and highlights in a clearer way the relationship between PCK and teaching practice. A key feature of this model is the identification of three distinct domains of PCK: collective (cPCK), personal (pPCK), and enacted (ePCK), which describe the specialized professional knowledge possessed by multiple educators in a field, the knowledge possessed by an individual

science teacher, and the unique subset of knowledge that a teacher relies on to engage in pedagogical reasoning during planning, teaching, and reflecting on a lesson (Figure 2). Inherent in the development of these layers of PCK are the contributions of teachers, students, peers, and others. The model recognizes that the broader professional knowledge bases are fundamental to the science teacher's PCK and that the learning context influences the teaching and learning that takes place in the classroom. Knowledge and skills of cPCK are filtered and amplified in ways that shape personal PCK.(Carlson et al, 2019).

To teach particular content to particular students in a particular context, again moderated by the teacher's own amplifiers and filters, specific professional knowledge is used in teaching practice known as enacted PCK (ePCK). Experiences gained from science teaching practice provide feedback that develops and shapes a science teacher's pPCK. An individual teacher, through conversation and sharing, can contribute to the collective PCK (cPCK) built by a group of teachers or add more canonical knowledge to the field. This flow of knowledge and skills in and out and across concentric circles is a key feature of RCM (Carlson et al, 2019).

Figure 2 — Representation of the PCK Refined Consensus Model (RCM)



Source: Carlson et al (2019, pp. 83).

The pPCK is nourished by those elements belonging to the cPCK that pass through the teacher's filters and amplifiers. Also the pPCK shapes the teaching practice that feeds back into the same pPCK that gives rise to it. Finally another way to strengthen prospective teachers' pPCKs are their own learning experiences of that particular content. The latter is at the heart of the research hypothesis presented in this paper.

## **2. Context**

The research takes place in a physics teaching career. The electromagnetism course and science education course take place at the same time. In the science education course students deal with different topics such as teaching models, classroom discourse and learning by inquiry. The science education class consisted of 5 students of which 3 of them obtained, thanks to their good academic performance, the possibility of accessing a final paper to accredit the course. Of the 3 students (A, B and C), two of them (A and B) took the reconstructed electromagnetic course during that year. On the other hand, student C took the same course the previous year, before it was reconstructed. It is important to note that all students have the same academic career trajectory at the time of this research.

## **3. Methodology**

At the end of the year, those students who had access to the final work of the physics education course had to carry out a sequence of activities of two classes for 16-year-old students on some contents of electric circuits.

Each of the sequences was analyzed based on a rubric created to characterize each student's pPCK. In this case the pPCK is informed from each student's ePCK through their lesson planning. The PCK rubric is an instrument to characterize a teacher's PCK based on observations of the teacher's planning and/or teaching (Park and Oliver. 2008). This

instrument was based on a rubric proposed by Carpendale, & Hume, (2019), on the TPKB components of the TPK&S model, and on the teaching bases proposed in the RCM of PCK. The components to be analyzed are:

- Content knowledge
- Knowledge about evaluation
- Knowledge about instructional strategies
- Knowledge about the way in which students learn
- Knowledge about curriculum

Table 1 shows which aspects of each component of the CDP were analyzed. Each of them was assessed using the following scale: Limited, Basic, Proficient and Advanced. Table 1 explains the criteria used for the respective assessment.

Table 1 - Rubric to characterize each component of the PCK

ePCK indicator	Limited	Basic	Competent	Advanced
<i>Knowledge about the curriculum</i>				
Adequacy of concepts in relation to curriculum design	Non-alignment of the concepts worked with those prescribed by the curriculum	Low alignment of the concepts worked with those prescribed by the curriculum	Adequate alignment of the concepts worked with those prescribed by the curriculum	Total alignment of the concepts worked with those prescribed by the curriculum
<i>Content Knowledge</i>				
Correct scientific explanation of the concepts	Incorrect explanations of most concepts	Inaccurate explanations of most concepts	The explanations are mostly accurate and only minor inaccuracies were observed	The explanations were precise in all cases.
Links and connections to other concepts	No connections to other concepts are generated	Few connections with other concepts are generated	Most of the possible connections with other concepts are made by	All possible connections to other concepts are made
Links (implicit or explicit) to the Nature of Science and/or Scientific Research	There is no work on NOS or SR.	CI is worked from the experimental activity	Activities in relation to the NOS are incorporated	An epistemological analysis of the way in which scientific knowledge is constructed is carried out
<i>Knowledge about students' understanding</i>				
The teacher recognizes possible student background knowledge and/or learning difficulties.	It does not foresee activities to gather the students' previous ideas.	An attempt is made to gather previous ideas with open questions about the context to be worked on.	An attempt is made to survey the students' previous ideas by solving activities designed for this purpose, although they may give a spectrum of answers that are difficult to handle.	The students' previous ideas are surveyed with concrete activities and semi-structured answers.
Teacher uses students' preconceptions to guide instruction	Students' previous ideas are not taken into account by the teacher.	The previous ideas are contrasted with the teacher's words.	Previous ideas are contrasted with empirical results.	A questioning of the models underpinning prior ideas takes place, giving students the opportunity to progress their ideas.
Teacher probes students' understanding with questions	The teacher does not assess the progress of students' preconceptions.	The teacher states that he/she will be asking the students about their understanding of the topic.	Situations are proposed in which the previously stressed models are used again.	Situations are proposed in which the previously stressed models are used again, and possible prior ideas are taken into account according to the students' answers.
<i>Knowledge of instructional strategies</i>				
Appropriate sequencing of concepts	There is no link between one concept and the next.	There is a link, but the order of the contents is not appropriate.	The order of the contents is appropriate	The order of the contents is appropriate and takes into account the possible variants that may arise according to the evolution of the class.



Problematicizes the content	There is no problematizing activity	Propose an introduction to the topic orally, or with a comparison of characteristics without a problem to solve, or with a video about the phenomenon.	Using a lab or problem to problematize the content	Uses a real problem to problematize content
Uses Labs/Simulations	Does not use laboratories	Uses labs to validate theory	Proposes laboratories as part of the learning process.	If proposes laboratories within the learning process, generating instances of anticipation and hypothesis testing
Proposed Classroom Speech	The proposal does not provide for student intervention	The proposal foresees only teacher-student interactions, students have little or no interaction between them.	The teacher foresees discussions in small groups and with the whole class on the resolution of the activities.	The teacher foresees discussions with the whole class about the resolution of the activities
Closing the class	There is no class looking	The closure of the site is unrelated to the activities carried out.	The closing of the class is related to the activities carried out but the students' contributions are not recovered.	The closing of the class is related to the activities carried out and starts from the contributions/conclusions of the students.
Use of strategies that allow metacognition.	There are no instances of metacognition	Implicit instances of metacognition exist	There are instances of explicit metacognition that allow students to assess their prior thinking and progress.	There are instances of explicit metacognition that allow students to assess their previous ideas and their progress. Assessing by comparing the extent of students' prior models and learned models.
<b>Knowledge about evaluation strategies</b>				
Timing and Purpose of Assessing Student Progress	Not evaluated	Only at the end of the sequence in a summative manner in pursuit of accreditation objectives.	Throughout the sequence to assess the progress of students' ideas.	Throughout the sequence to gather feedback on the progress of students' ideas and redirect the proposal accordingly.
Type of evaluation	Questions that aim only at recalling information	Algorithmic problem: solving	Open-ended but decontextualized problem solving	Content reconstruction activities based on the resolution of open and contextualized problems.

## 4. Results and Discussion

After analyzing each of the sequences developed by the preservice physics teachers with the rubric shown in Table 1, the number of aspects that have been classified as limited, basic, proficient and advanced are counted. Some aspects could not be assessed with the information provided by the text of the sequence, and therefore have been categorized as Not distinguishable. Figures 3 and 4 show the results obtained in percentage terms, for each component of PCK analyzed in the sequences elaborated by students A and B respectively.

Figure 3 — PCK results based on student sequence A

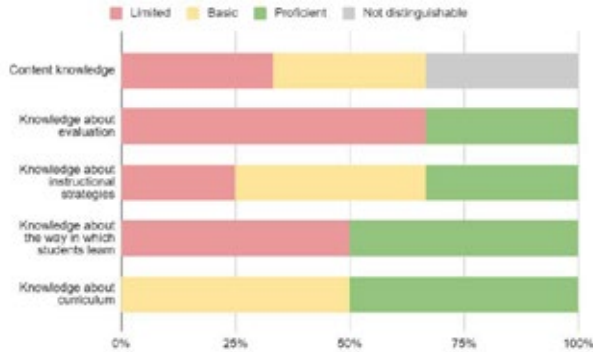
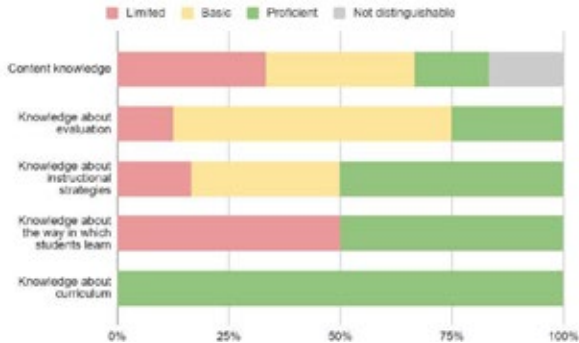
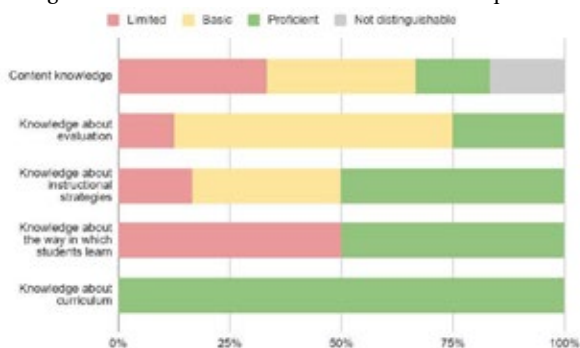


Figure 4 — PCK results based on student sequence B



Both graphs show that knowledge about the discipline in both cases is improvable, since it oscillates in the lowest characterizations. The use of some instructional strategies worked on in the reconstructed electromagnetic course is observed. It is appreciated that the proposals try to consider issues linked to the way in which students learn. There is also evidence of a competent use of evaluation when it is implemented, although not all classes generate evaluation instances. In relation to knowledge of the curriculum, it is observed that students are aware of the official curriculum and align their proposals to those prescribed by said document.

Figure 5 — PCK results based on student sequence C



In this case, it is evident that most of the components of student C's PCK are characterized as limited (Figure 5). It is important to remember that this student has managed to pass the previous subjects, and has reached the final stage of the physics education course due to his academic merits, just like students A and B. Although the knowledge about the discipline can be improved in students A and B, there is a significant difference with student C. This may be due to the fact that students A and B took the reconstructed electromagnetic course and student C did not. A more sophisticated knowledge of students A and B compared to C is observed, both on how students, instructional strategies, assessment strategies and curriculum.

## 5. Conclusions

Returning to the guiding questions of this research on 1) What is the PCK on electrical circuits of physics preservice teachers, who have taken an electromagnetic course? It is possible to say that the components of the PCK of these students on the topic in question, acquires different degrees of development and it is observed that it is a PCK in formation. That is, an important part of the PCK components are characterized as limited or basic. However, in response to the question 2) What differences exist between the PCK on electrical circuits of the students who took the reconstructed electromagnetic course, and the corresponding PCK of those who took the same course but prior to the reconstruction? Significant differences were observed when comparing the students' PCKs. All the components of the PCK acquire characteristics of further development in students who have taken the reconstructed course compared to those who have taken this subject in its traditional version. Although the research presented is of an exploratory nature and the analysis corresponds to only three cases, the results support what Mavhunga (2019) stated in relation to how promising it can be for the training of future teachers to think of proposals aimed at developing the pPCK topic by topic.

## Reference

CARLSON, J., DAEHLER, K. R., ALONZO, A. C., BARENDSSEN, E., BERRY, A., BOROWSKI, A., ... & WILSON, C. D. (2019). The refined consensus model of pedagogical content knowledge in science education. **In Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching Science** (pp. 77-94). Springer, Singapore.

CARPENDALE, J., & HUME, A. (2019). Investigating practising science teachers' pPCK and ePCK development as a result of collaborative CoRe design. **In Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching Science** (pp. 225-252). Springer, Singapore.

DE LONGHI, A. L., & RIVAROSA, A. (2015). Los nuevos estándares para la formación docente: reflexiones y tensiones. **Revista de Educación En Biología**, 18(2), (pp. 5-10).

ENGLE, R. A., & CONANT, F. R. (2002). Guiding principles for fostering productive disciplinary engagement: Explaining an emergent argument in a community of learners classroom. **Cognition and instruction**, 20(4), 399-483.

GESS-NEWSOME, J. (2015). A model of teaching professional knowledge and skill including PCK:Results of the thinking from the PCK summit. **In Re-examining pedagogical content knowledge in science education** (pp. 28-42). New York, NY:Routledge.

GUISASOLA, J., CEBERIO, M., ALMUDÍ GARCÍA, J. & ZUBIMENDI, J. (2011) Problem solving by developing guided research in introductory university physics courses. **Enseñanza de las Ciencias**, 29(3), 439-452.

LEONARD, W., GERACE, W. & DUFRESNE, R. (2002). Resolución de problemas basada en el análisis: Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la Física. **Enseñanza de las Ciencias**, 20(3), 387-400.

MAGNUSSON S., KRAJCIK J. & BORKO H. (1999) Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. **In Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education.** (pp. 95-132). Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publisher.

MANTYLA, T. & NOUSIAINEN, M. (2013) Consolidating Pre-service Physics Teachers' Subject Matter Knowledge Using Didactical Reconstructions. **Science & Education** DOI 10.1007/s11191-013-9657-7

MAVHUNGA, E. (2019). Exposing pathways for developing teacher pedagogical content knowledge at the topic level in science. **In**

**Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching Science** (pp. 131-150). Springer, Singapore.

PARK, S., & OLIVER, J. S. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in science Education*, 38(3), 261-284.

SHULMAN, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.



**E**m caráter descritivo e aplicado, este livro reúne contribuições apresentadas nos Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022 (EIFE 2022), que tiveram lugar na Universidade de Brasília (UnB) entre os dias 12 a 16 de dezembro de 2022: II Encontro Nacional do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (En-MNPEF), VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF) e XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS). Os temas, os referenciais e as metodologias são bastante diversos, transversalizando abordagens em conteúdos científicos e sua didática; incursões epistemológicas; relações psicológicas da aprendizagem; materiais e tecnologias digitais aplicadas ao ensino; metodologias ativas; experimentação e investigação; resolução de problemas e conceitualização; currículo; avaliação; abordagens ciência-tecnologia-sociedade; alfabetização, letramento e divulgação científica; ensino em espaços não formais; tendências e inovações etc. Também tiveram ênfases descrições decorrentes de aplicações educacionais, abrangendo: sequências didáticas; materiais instrucionais; soluções computacionais e outras tecnologias digitais; roteiros experimentais etc. As contribuições deram-se em fundamentos, pesquisas, contemporaneidades e tendências no ensino de física no Brasil, passando por temas clássicos e de fronteira e por abordagens que recuperam discussões sociais, políticas, organizacionais, de diversidade e inclusão. Uma característica que se pode haurir do conjunto de textos é a renovada tentativa translacional de aproximar abordagens acadêmicas voltadas para o ensino da Física à concretude da atuação na Educação Básica.



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



ISBN 978-65-5563-290-3



9 786555 632903