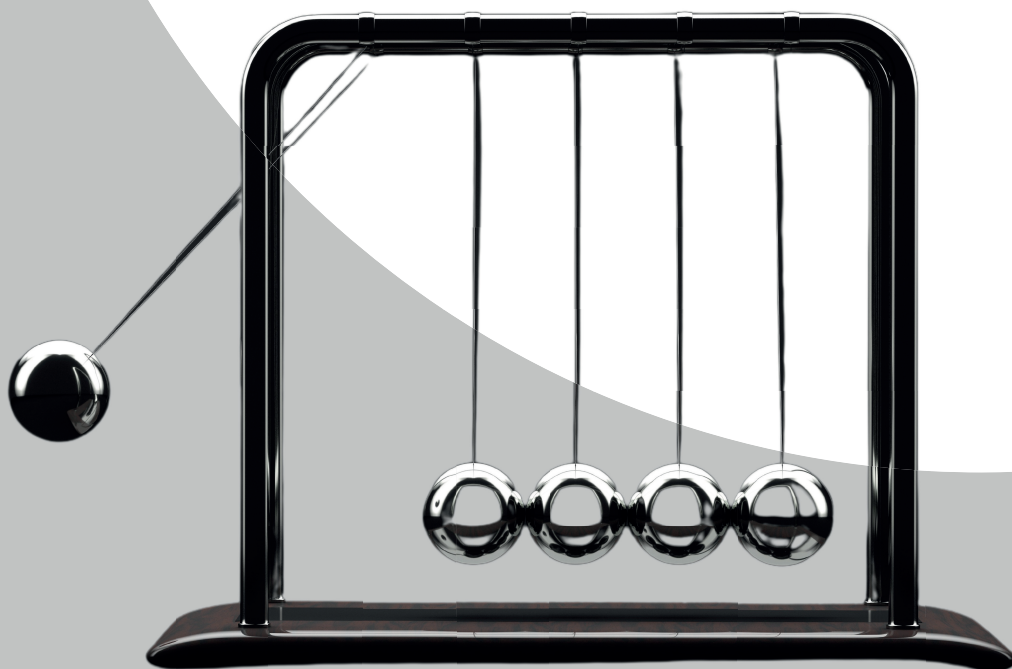


Ensino de Física *e* de Matemática

Múltiplos olhares sobre
o Ensino e a Aprendizagem



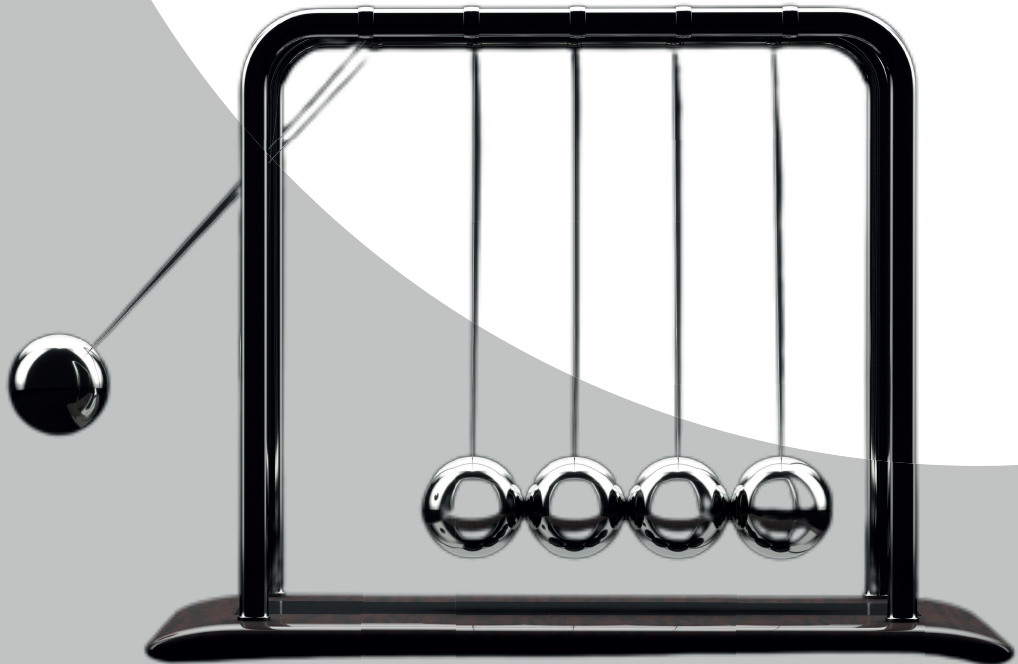


Antônio Nunes de Oliveira
José Wally Mendonça Menezes
Josias Valentim Santana
Marcos Cirineu Aguiar Siqueira

ORGANIZADORES

Ensino de Física *e* de Matemática

Múltiplos olhares sobre
o Ensino e a Aprendizagem



Editora Livraria da Física
São Paulo | 2023

Copyright © 2023 Antônio Nunes de Oliveira, José Wally Mendonça Menezes,
Josias Valentim Santana, Marcos Cirineu Aguiar Siqueira

Editor: JOSÉ ROBERTO MARINHO

Editoração Eletrônica: HORIZON SOLUÇÕES EDITORIAIS

Capa: HORIZON SOLUÇÕES EDITORIAIS

Revisão: HORIZON SOLUÇÕES EDITORIAIS

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Ensino de física e de matemática: múltiplos olhares sobre o ensino e a aprendizagem /
organização Antônio Nunes de Oliveira...[et al.]. – São Paulo: Livraria da Física, 2023.

Vários autores.

Outros organizadores: José Wally Mendonça Menezes, Josias Valentim Santana,
Marcos Cirineu Aguiar Siqueira.

Bibliografia.

ISBN 978-65-5563-350-4

1. Física (Ensino médio) 2. Matemática (Ensino médio) I. Oliveira, Antônio Nu-
nes de. II. Menezes, José Wally Mendonça. III. Santana, Josias Valentim. IV. Siqueira,
Marcos Cirineu Aguiar.

23-165390

CDD-373.19

Índices para catálogo sistemático:

1. Ensino integrado: Ensino médio 373.19

Aline Grazielle Benitez – Bibliotecária – CRB-1/3129

ISBN: 978-65-5563-350-4

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

Impresso no Brasil • *Printed in Brazil*



Editora Livraria da Física

Fone: (11) 3815-8688 / Loja (IFUSP)

Fone: (11) 3936-3413 / Editora

www.livrariadafisica.com.br | www.lfeditorial.com.br



Conselho Editorial

Amílcar Pinto Martins

Universidade Aberta de Portugal

Arthur Belford Powell

Rutgers University, Newark, USA

Carlos Aldemir Farias da Silva

Universidade Federal do Pará

Emmánuel Lizcano Fernandes

UNED, Madri

Iran Abreu Mendes

Universidade Federal do Pará

José D'Assunção Barros

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Luis Radford

Universidade Laurentienne, Canadá

Manoel de Campos Almeida

Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Maria Aparecida Viggiani Bicudo

Universidade Estadual Paulista - UNESP/Rio Claro

Maria da Conceição Xavier de Almeida

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Maria do Socorro de Sousa

Universidade Federal do Ceará

María Luisa Oliveras

Universidade de Granada, Espanha

Maria Marly de Oliveira

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Raquel Gonçalves-Maia

Universidade de Lisboa

Teresa Vergani

Universidade Aberta de Portugal



Às nossas famílias, por nos fazerem acreditar na educação como fonte de transformação social, e a todos os nossos professores, pelos seus bons exemplos.

Aos nossos alunos, para quem nos empenhamos ao repassar conhecimentos e cultivar atitudes de curiosidade.



AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), por ter nos possibilitado um ambiente satisfatório, acolhedor e propício ao desenvolvimento de nossos projetos. A todos os servidores dos *campi* de Sobral, Cedro e Maracanaú que contribuíram para a concretização deste empreendimento.



SUMÁRIO

1. Ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: o que pensam os envolvidos?, 13

*Jonas Guimarães Paulo Neto
Antônio Nunes de Oliveira
Marcos Cirineu Aguiar Siqueira*

2. As Teorias da Relatividade no Ensino Básico: uma revisão de Literatura para traçar o perfil dos trabalhos publicados no Brasil entre 2000 e 2018, 37

*Wilton Souza Sampaio
Antônio Nunes de Oliveira
Marcos Cirineu Aguiar Siqueira*

3. Uma abordagem de tópicos de Relatividade Geral através da construção de experimentos de baixo custo para a facilitação da transposição didática, 57

*Wilton Souza Sampaio
Antônio Nunes de Oliveira
Marcos Cirineu Aguiar Siqueira
George Frederick Tavares Da Silva*

4. Contextualização e Interdisciplinaridade num curso de Licenciatura em Física: uma experiência vivenciada no IFCE Campus Sobral, 75

*Antônio Nunes de Oliveira
Marcos Cirineu Aguiar Siqueira
Rodrigo Martins Lima*

5. Equações Diferenciais aplicadas ao pêndulo com massa dependente do tempo: estudo de uma massa com variação exponencial e polinomial, 95

*Otávio Floriano Paulino
Antônio Nunes de Oliveira*

6. Ensino remoto de áreas de figuras planas não poligonais: círculo e algumas partes associadas, 113

Italândia Ferreira de Azevedo

Georgyana Gomes Cidrão

Francisco Régis Vieira Alves

7. O Geogebra contribuindo na formação inicial de professores de Matemática: um relato de experiência no interior do Ceará, 129

Italândia Ferreira de Azevedo

Sobre os Autores, 137

1. ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO: O QUE PENSAM OS ENVOLVIDOS?¹

*Jonas Guimarães Paulo Neto
Antônio Nunes de Oliveira
Marcos Cirineu Aguiar Siqueira*

Resumo

A presente pesquisa aborda o ensino de Física no Ensino Médio (EM), contrastando as realidades vivenciadas por professores e alunos, à medida que se verificam as expectativas dos estudantes e seus desejos quanto à abordagem da Física Clássica (FC) e da Física Moderna e Contemporânea (FMC). Considerando a bibliografia existente sobre o tema, o trabalho partiu do interesse em conhecer as aspirações dos discentes sobre tópicos de FC e FMC, para identificar os temas de FMC que eles já estudaram, assim como questões relacionadas ao ensino de Física. Para tanto, foi elaborado um questionário estruturado e aplicado aos estudantes de quatro escolas da região norte do Ceará, sendo três públicas e uma particular, visando verificar suas concepções acerca do objeto de pesquisa. Observou-se que há uma diminuição progressiva na preferência por tópicos de FMC ao longo das séries do EM e que, no 1º e 2º ano, a preferência por FMC supera a de FC. Constatou-se também que os livros didáticos nem sempre favorecem a compreensão dos conteúdos e que cerca de 37% dos alunos questionados afirmam não conseguir entender ou aplicar os conteúdos de Física ensinados.

Introdução

A FÍSICA é dividida, segundo a tradição, em três grandes partes de acordo com a sua evolução histórica (DOMINGUINI, 2012). A primeira delas é a Física Clássica (FC), que compreende as teorias clássicas da Mecânica, Termodinâmica e do Eletromagnetismo, fundamentada nos trabalhos desenvolvidos por cientistas como Kepler (1571 – 1630), Galileu (1564 – 1642), Newton (1643 – 1727), Carnot (1796 – 1832), Gauss (1777 – 1855), Faraday (1791 – 1867), Ampère (1775 – 1836) e Maxwell (1831 – 1879). Em seguida, vem a Física Moderna (FM), que por sua vez originou-se das tentativas de explicar as assimetrias detectadas, no final do

¹ Artigo publicado inicialmente no periódico *ScientiaTec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*, do IFRS, v. 6, n. 1, p. 65-89, jan./jul. 2019.

século XIX, entre as teorias clássicas da Mecânica e do Eletromagnetismo e entre este último e os resultados experimentais da Termodinâmica. Os pressupostos básicos da FM (Teoria Quântica da Radiação e da Matéria e as Teorias da Relatividade) surgem a partir dos trabalhos revolucionários de cientistas como Max Planck (1858 – 1947), Albert Einstein (1879 – 1955), De Broglie (1891 – 1987), Niels Bohr (1885 – 1962), Erwin Schrödinger (1887 – 1961) e Werner Heisenberg (1901 – 1976). Por fim, vivenciamos atualmente a construção da chamada Física Contemporânea (FCO), que se desenvolve a partir dos fundamentos da FM e inclui, em seu campo de estudo, a investigação e discussão de assuntos como nanotecnologia, computadores quânticos, bóson de Higgs, ondas gravitacionais, dentre outros. A FCO não possui um marco teórico formalizado como a FM. Atualmente, consideramos que a FCO se iniciou em cerca da década de 40 do século passado, assim, as próximas gerações também vivenciarão a FCO. Trata-se, portanto, de uma “parte” da Física que é marcada pelo tempo em que a sociedade vive, de maneira contínua.

Comparando o estágio atual de desenvolvimento científico e tecnológico com a situação do ensino de Física nas escolas do Ensino Médio (EM), percebe-se por meio de uma análise panorâmica dos seus currículos que, embora estejamos no século XXI e que muitas descobertas relevantes e construções revolucionárias tenham sido concretizadas desde o final do século XIX, grande parte das escolas continuam com um currículo onde a Física ensinada é predominantemente (e quase que exclusivamente, em algumas escolas) aquela desenvolvida anteriormente ao século XX, fato que pode trazer prejuízos aos estudantes quanto à compreensão do mundo atual. Segundo Terrazzan (1992), a maioria dos tópicos abordados em sala de aula são referentes à Física desenvolvida aproximadamente entre 1600 e 1850. Para Jardim, Guerra e Chrispino (2011):

Focada basicamente em estudos que vão pouco além da mecânica clássica, a Física do Ensino Médio não apresenta agentes motivadores para um aluno que se vê diante de uma física que não se dispõe à discussão ou modificações e, não lhe permite compreender a atualidade que lhe é exposta no cotidiano. Questões científicas mais interessantes a esse alunado podem ser encontradas na internet, revistas de divulgação, reportagens exibidas em telejornais

e documentários na televisão (...), mas não em sala de aula. Essa distância parece incoerente com os interesses atuais. Além dos PCN+ e da motivação gerada nos alunos, os professores também compartilham as ideias do ensino de FMC nas salas de aula como importância de uma Física que é extremamente necessária para se entender as grandes inovações teóricas e tecnológicas atuais e que poderia trazer mais sentido ao aprendizado em sala de aula (JARDIM; GUERRA; CHRISPINO, 2011, p. 3).

É preciso transformar o ensino de Física tradicionalmente oferecido nas escolas em um ensino que contemple o desenvolvimento da FM, não como uma mera curiosidade, mas como uma Física que surge para explicar fenômenos que a FC não consegue explicar, constituindo uma nova visão de mundo e, sobretudo, como uma Física que hoje é responsável pelo atendimento de necessidades que surgem a cada dia, tornando-se cada vez mais relevante para o homem contemporâneo. Nesse sentido, os vários campos abertos pela Física do século XX devem ter sua presença garantida nos currículos de nossas escolas de Ensino Médio (EM), particularmente a Física Quântica e a Física Relativística, que abriram novos horizontes de exploração científica inimagináveis aos olhos dos cientistas clássicos (PINTO; ZANETIC, 1999).

Para Júnior e Cruz (2003), várias propostas têm sido apresentadas objetivando a inclusão da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no EM. Apesar disso, ainda há vários questionamentos acerca dessa inclusão:

Os tópicos de FMC devem apenas informar de forma que amplie a cultura científica dos alunos, ou pretende-se dar ao aluno todo o embasamento conceitual da FMC para que ele seja capaz de pensar e modelar os diversos temas que a constituem? Se o objetivo for mais formativo, qual a profundidade adequada para alunos do EM? (JÚNIOR; CRUZ, 2003, p. 1).

Ostermann e Moreira (1998), através de uma técnica de consulta conhecida como Delphi, tentaram estabelecer junto à comunidade brasileira de pesquisadores em ensino de Física, os tópicos de FMC que poderiam ser ensinados no EM, sendo eles: Efeito Fotoelétrico, Átomo de Bohr, Leis de Conservação, Radioatividade, Forças Fundamentais, Dualidade Onda-

Partícula, Fissão e Fusão Nuclear, Origens do Universo, Raio-X, Metais e Isolantes, Semicondutores, Laser, Supercondutores, Partículas Elementares, Relatividade Restrita, Big-Bang, Estrutura Molecular, Fibras Ópticas.

Apesar de haver muitas considerações acerca da importância e da necessidade da presença de tópicos de FMC no EM, observa-se que muitas vezes não é possível essa presença por outras razões, como ressalta Menezes (2000):

É claro que precisa ser cautelosa a sinalização para a inclusão desses novos conteúdos, seja pelos desafios didáticos que implica, encontrando professores despreparados e os textos escolares desguarnecidos, seja porque as próprias universidades, ainda por algum tempo, continuarão a solicitar os velhos conteúdos em seus vestibulares. Será preciso algum tempo para que a mensagem seja, primeiro, compreendida e, mais tarde, aceita (MENEZES, 2000, p. 7).

Os conhecimentos de FMC podem despertar a curiosidade científica dos alunos e os motivar para aprender Física e, desta forma, compreender fenômenos que ocorrem ao seu redor. Se expostos de forma sistemática e experimental, dentro de uma perspectiva de aprendizagem significativa, os tópicos de FMC podem desenvolver no aluno a capacidade de observação e de análise de questões cotidianas relacionadas à Física, e ainda possibilitaria aos alunos uma reflexão sobre os fatos atuais (RENNER; KRUEGER, 2016).

Carvalho e Vannuchi (1996) defendem que o fator que deveria promover e influenciar a atualização dos currículos de Física no EM deveria estar relacionado com os grandes avanços conquistados por esta Ciência nas últimas décadas. Essas influências seriam, talvez, a porta de entrada para desfazer a contradição latente entre a vivência em um mundo cercado de novas tecnologias de última geração e um ensino de Física praticada por Galileu Galilei (1564 - 1642), Isaac Newton (1643 -1727), Georg Simon Ohm (1789 - 1854), por exemplo.

É importante dizer que este trabalho não tem por objetivo menosprezar os conteúdos de FC, pois ela continua válida e é de essencial conhecimento. O que se defende é mostrar aos alunos a evolução da Física, do

conhecimento, transmitir para eles a ideia de que a Ciência está em constante construção. Terrazzan (1994, p. 70-71) corrobora afirmando que a inserção de tópicos de FMC no EM “não se trata, é claro, de abandonar o estudo da Física Clássica, mesmo porque, em muitos momentos, ela foi o suporte para o entendimento dos conceitos desenvolvidos na Física Moderna, a qual lhe sucedeu historicamente”.

A presente pesquisa pretendeu saber dos estudantes do EM sobre seus interesses acerca de tópicos de FMC, assim como analisar a quantidade de alunos que já tiveram contato com tais conteúdos. A relação com o livro didático está intrinsecamente ligada ao trabalho. Dessa forma, a pesquisa pode contribuir com o processo de ensino-aprendizagem Física na medida que mostra a quantidade de estudantes que têm interesse em estudar conteúdos mais modernos e a quantidade dos que já estudaram.

Metodologia

A pesquisa caracteriza-se como um estudo exploratório de caráter qualitativo que tem por interesse discutir as aspirações de discentes do EM acerca de tópicos de FMC e FC, além de pontos que permeiam o ensino de Física. Realizou-se mediante a elaboração e aplicação de um questionário estruturado aos alunos de todos os anos do EM de escolas públicas e particulares de quatro municípios do estado de Ceará. Seu objetivo foi coletar dados e opiniões dos educandos acerca da problemática deste trabalho e analisá-los de forma crítica, contrastando-os com as pesquisas na área.

A pesquisa foi atestada pelos representantes das escolas e envolveu 215 estudantes das três séries do EM. O Quadro 1 denota a relação escola, local e sua natureza, particular ou pública.

Inicialmente, elaborou-se um questionário com cinco questões direcionadas aos alunos do EM: a primeira questão objetivava saber deles quais conteúdos são postos por eles como de maior prioridade, na qual os estudantes marcaram de 1 a 20, onde os maiores números indicaram as maiores preferências e vice-versa, sendo possível assim verificar quais conteúdos de Física despertam neles maior interesse; a segunda tencionava conhecer quais conteúdos de FMC eles já estudaram,

onde foram incluídos tópicos de FMC; a terceira trazia proposições acerca da Física estudada em suas escolas; a quarta pretendia tratar sobre a interdisciplinaridade das matérias do EM; e a quinta visava abordar acerca dos conteúdos de Física ministrados até então. As últimas três questões eram compostas por itens nos quais os alunos poderiam marcar como correto ou falso. A pesquisa ocorreu exclusivamente nas escolas analisadas e foi intermediada pelos professores.

Quadro 1 – Características das escolas participantes

Nome da Escola	Local	Natureza
Escola A	Sobral	Particular
Escola B	Forquilha	Pública
Escola C	Irauçuba	Pública
Escola D	Viçosa do Ceará	Pública

Fonte: Os autores (2019)

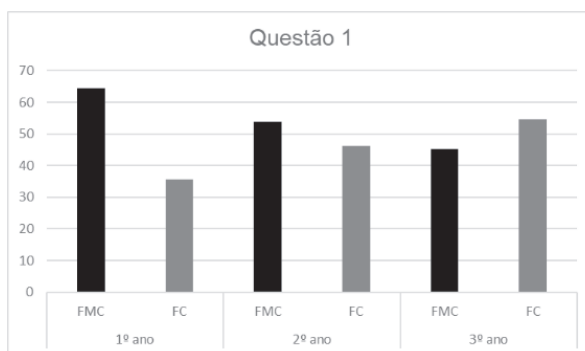
Sobre os conteúdos de FMC que podem ser ensinados no EM, é importante citar que foi encontrada apenas a pesquisa realizada por Ostermann e Moreira (1998), a qual, embora tenha sido realizada há cerca de duas décadas, demonstrou enveredar por uma discussão bastante atual.

Resultados e Discussão

O A Figura 1 refere-se a análise feita das respostas à primeira pergunta e mostra os resultados dos dados obtidos após comparar as opções escolhidas pelos alunos participantes da pesquisa. Nela é possível perceber que no 1º e no 2º ano os alunos têm maior preferência por conteúdos de FMC, todavia a diferença cai do 1º para o 2º ano. Já no 3º ano, a opção por conteúdos de FC supera a de FMC.

Os dados obtidos corroboram com as falas de Alves e Miltão (2014), Renner e Krueger (2016) e Torre (1998) quando eles ressaltam a necessidade de inserção de conteúdos de FMC no EM, uma vez que, conforme se percebe na pesquisa, é desejo dos discentes aprender sobre tais conteúdos, chegando a superar até mesmo suas expectativas quanto à aprendizagem de temas de FC.

Figura 1 – Comparativo entre os níveis de preferência quanto à aprendizagem de conteúdos de FC e FMC



Fonte: Os autores (2019)

Ao se comparar o fato reportado por D'Agostin (2008) e Menezes (2000), onde foram verificadas as dificuldades enfrentadas pelos professores do EM ao se deparar com a missão de ensinar conteúdos vinculados a FMC, e os resultados da pesquisa, conclui-se que a Física do EM não corresponde às expectativas de aprendizagem dos estudantes e, portanto, como afirmam Jardim, Guerra e Chrispino (2011) e Moreira (2011), ela se encontra defasada e descontextualizada, não tendo acompanhado a evolução científica e tecnológica do nosso século.

A queda na preferência dos alunos pela FMC em comparação com a FC, mostrado no gráfico 1, quando se comparam as respostas dos alunos dos 1º, 2º e 3º anos, consecutivamente, pode estar relacionada a fatos como:

- A má qualidade dos materiais de ensino, pois a maioria dos livros didáticos não traz informações com riqueza de detalhes sobre tais conteúdos. Não há conteúdos de FMC pré-estabelecidos para estarem presentes nas coleções de livros didáticos e nem para serem cobrados dos estudantes. Essa realidade, aliada ao fato de que, quando esses assuntos estão contidos nos livros eles costumam aparecer no final do último volume, colaboram para que o ensino de FMC não tome espaço nas escolas, pois o dilema entre tempo e conteúdo ainda persiste em sala de aula.

- Os tópicos de FMC não são ensinados como deveriam por conta da deficiência existente na formação dos professores, inicial e continuada, aliada ao tempo insuficiente que é disponibilizado para as aulas de Física, e à extensa programação curricular, principalmente nas escolas públicas, onde o número de aulas da disciplina é reduzido. Quanto à formação de professores, Ostermann e Moreira (2001, p. 146) questionam: “como queremos atualizar o currículo de Física das escolas de Nível Médio se não viabilizamos a atualização da própria formação inicial do professor?”. Os autores ainda acrescentam que é fundamental preparar, nesse nível, os professores para a difícil tarefa de inovação curricular, se o objetivo é implementá-la nas escolas;
- Desmotivação dos professores frente aos baixos salários e à sobrecarga de atividades de preparação e aplicação de aulas e provas;
- Imagem preconcebida que os alunos têm da Física como algo impossível de se aprender;
- A partir do segundo ano do EM, o objetivo principal dos discentes torna-se, quase que completamente, a realização de uma boa prova de vestibular para garantir uma vaga na universidade. A não abordagem de tópicos de FMC em alguns programas dos vestibulares mais visados no país, como por exemplo o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), acarreta um desinteresse imediato nos estudantes pelos aprendizados relativos à FMC, uma vez que tais conteúdos não são focados nos exames. Segundo Zimmermann (2018), os oito assuntos de Física que mais caem no Enem estão dentro dos tópicos: Mecânica, Eletricidade e Energia, Ondulatória, Termodinâmica e Óptica.

A segunda questão tencionou saber dos estudantes quais conteúdos eles já haviam estudado até o momento da pesquisa. Deste modo, seria possível concluir se alguns tópicos de FMC são ensinados no decorrer do EM