

PECEM

**20 anos de pesquisas em Ensino de
Ciências e Educação Matemática**



Conselho Editorial da Editora Livraria da Física

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

Maria 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

Mariana A. Bologna Soares de Andrade
Fabiele Cristiane Dias Broietti
Organizadoras

PECEM

**20 anos de pesquisas em Ensino de
Ciências e Educação Matemática**



2022

Copyright © 2022 As organizadoras
1ª Edição

Direção editorial: José Roberto Marinho

Capa: Fabrício Ribeiro

Projeto gráfico e diagramação: Fabrício Ribeiro

Edição revisada segundo o Novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa

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

Andrade, Mariana A. Bologna Soares de
PECEM : 20 anos de pesquisas em ensino de ciências e educação matemática / Mariana A.
Bologna Soares de Andrade, Fabiele Cristiane Dias Broietti. – São Paulo, SP: Livraria da Física,
2022.

Bibliografia
ISBN 978-65-5563-272-9

1. Ciências - Estudo e ensino 2. Educação matemática 3. Matemática - Estudo e ensino 4.
Professores - Formação 5. Programa de Ensino de Ciências e Educação Matemática (PECEM) I.
Broietti, Fabiele Cristiane Dias. II. Título.

22-133645

CDD-507

Índices para catálogo sistemático:

1. Ciências e matemática: Estudo e ensino 507

Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380

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 Nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998



Editora Livraria da Física
www.livrariadafisica.com.br

Agradecimento

À CAPES, CNPq e Fundação Araucária
pelo apoio às pesquisas desenvolvidas no PECEM.

Agradecimento especial à CAPES por subsidiar a produção desta obra.

SUMÁRIO

Apresentação	11
<i>Mariana A. B. S. de Andrade, Fabiele Cristiane Dias Broietti</i>	
Prefácio I	13
<i>Dário Fiorentini</i>	
Prefácio II.....	17
<i>Marco Antonio Moreira</i>	

APRESENTAÇÃO DO PECEM

Capítulo 1 Programa de Ensino de Ciências e Educação Matemática (PECEM/UEL) 2001-2021	21
<i>Sergio de Mello Arruda, Lourdes Maria Werle de Almeida, Irinéa de Lourdes Batista, Marcia Cristina de Costa Trindade Cyrino, Angela Marta Pereira das Dores Savioli, Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade</i>	

CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Capítulo 2 Aprendizagem em atividades de modelagem matemática: o caso da geometria	43
<i>Lourdes Maria Werle de Almeida, Dirceu dos Santos Brito</i>	
Capítulo 3 Avaliação como Prática de Investigação (alguns apontamentos).....	71
<i>Regina Luzia Corio de Buriasco, Pamela Emanuelli Alves Ferreira, Andréia Büttner Ciani</i>	
Capítulo 4 Educação científica e convergências com a literacia em saúde: reflexões para a formação do indivíduo.....	97
<i>Andreia de Freitas Zômpero, Amâncio Antônio de Sousa Carvalho, Bruna Lauana Crivelaro</i>	
Capítulo 5 Equívocos conceituais e Procedimentais influenciados por <i>affordances</i> negativos no processo de aprendizagem em química.....	121
<i>Ana Paula Hilário Gregório, Carlos Eduardo Laburú</i>	

FORMAÇÃO DE PROFESSORES EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Capítulo 6 | A Colaboração na formação de professores que ensinam matemática: aprendizagem docente em Comunidades de Prática 151

Márcia Cristina de Costa Trindade Cyrino

Capítulo 7 | Os saberes docentes de futuros professores de física em um contexto de inovação curricular 173

Marcelo Alves Barros, Carlos Eduardo Laburú, Paulo Sérgio de Camargo Filho

Capítulo 8 | Percepções de acadêmicos em química sobre aspectos da atividade docente: uma análise a partir da matriz do professor 191

Juliana Marciotto Jacob, Fabiele Cristiane Dias Broietti

Capítulo 9 | Pesquisas desenvolvidas a partir de escritas reflexivas de futuros professores de matemática: uma síntese 217

Edilaine Regina dos Santos, Bruno Rodrigo Teixeira

Capítulo 10 | Tendências e perspectivas da formação de professores de ciências 229

Joseana Stecca Farezim Knapp, Álvaro Lorencini Júnior

Capítulo 11 | Uma proposta de unidade didática para o ensino da física de plasmas na formação inicial de professores 245

Lígia Ayumi Kikuchi, Irinéa de Lourdes Batista

HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA E DA MATEMÁTICA

Capítulo 12 | Apontamentos teóricos e históricos do ensino por investigação 287

Paulo Venâncio de Souza, Mariana A. Bologna Soares de Andrade

Capítulo 13 | Mapeando políticas ambientais no Facebook: o caso das discussões em torno da expressão “ir passando a boiada” 317

Leonardo Wilezelek Soares de Melo, Moisés Alves de Oliveira

GRUPOS DE PESQUISAS DO PECEM

Capítulo 14 | Duas décadas de Educim: uma história das pesquisas realizadas 345

Marinez Meneghello Passos, Sergio de Mello Arruda, Fabiele Cristiane Dias Broietti

Capítulo 15 | Doze anos de pesquisas do GEPPMat: um breve panorama de suas teses e dissertações..... 377

Geraldo Aparecido Polegatti, Angela Marta Pereira das Dores Savioli

Biografia dos autores 405

APRESENTAÇÃO

O Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática – PECCEM – da Universidade Estadual de Londrina – UEL – completa em 2022 vinte anos de existência e uma história de pioneirismo, avanços, referência e novas perspectivas na área de Ensino.

O PECCEM iniciou suas atividades oficialmente no ano de 2002, por meio do trabalho coletivo de professores com já reconhecida atuação na área de Ensino (à época denominada de Ensino de Ciências), período em que ainda havia poucos programas nesta área no Brasil. No Paraná, o PECCEM foi pioneiro no que se refere a programas de pós-graduação do Ensino, contribuindo na formação de novos pesquisadores que atuam em diversas universidades da região, do país e de outros países.

Ao longo dos vinte anos de existência, o PECCEM foi avançando de conceito nas avaliações da CAPES. Inicia com o conceito 3, no triênio seguinte conquista o conceito 4, atinge o conceito 5 no triênio posterior, na avaliação quadrienal subsequente obteve o conceito 6 e, no quadriênio (2013-2016), alcança o conceito 7 (conceito de excelência).

Nos dias que antecederam a finalização deste livro – setembro de 2022 – recebemos o resultado da avaliação quadrienal (2017-2020) e o PECCEM permaneceu com o conceito 7, considerada a maior nota nas avaliações da CAPES. Assim, o programa se mantém como uma referência nacional da área de Ensino.

Os docentes, orientadores no PECCEM, estão inseridos em uma ou mais das três linhas de pesquisa que originam a produção intelectual de alto impacto em nível nacional e internacional. A produção reflete-se em referência teórica e metodológica para outros pesquisadores em diferentes regiões do país.

Neste sentido, a elaboração deste livro levou em consideração não apenas o momento presente do programa, mas todas as pessoas, docentes, discentes e egressos que transformaram o PECCEM neste programa tão expressivo.

Na presente obra – **PECCEM: 20 anos de pesquisas em Ensino de Ciências e Educação Matemática** – buscou-se, por meio de resultados de pesquisas, apresentar o trabalho deste programa referência na área de Ensino.

Para refletir essa história, o livro está organizado em quatro unidades. As três primeiras unidades apresentam textos relacionados às três linhas de pesquisa do PECEM – **Construção do Conhecimento em Ciências e Matemática**; **Formação de Professores em Ciências e Matemática** e; **História e Filosofia da Ciência e da Matemática** –. A quarta unidade do livro – **Grupos de Pesquisa do PECEM** –, compreende dois capítulos nos quais os autores, apresentam direcionamentos investigativos por meio da história dos seus grupos de pesquisa.

Os grupos de pesquisa do PECEM têm papel fundamental nas atividades do Programa, uma vez que nestes grupos ocorre o centro de articulação entre orientadores, orientandos, egressos, alunos de graduação e pesquisadores externos. São nesses espaços integradores que a criação, a expansão e a disseminação da produção científica do PECEM ocorrem. Além disso, para tornar este livro ainda mais representativo da história do PECEM, neste marco comemorativo, foram convidados para a autoria de capítulos, docentes que não estão mais credenciados, mas que continuam acompanhando o desenvolvimento do programa por meio de parcerias acadêmicas.

Por fim, consideramos primordial salientar que este livro demonstra o princípio mais basilar do PECEM – a ideia do trabalho coletivo –, um coletivo de professores que ao longo desses 20 anos vem conduzindo de forma comprometida pesquisas, orientações e parcerias para um bem comum, resultando em uma produção científica de qualidade e busca constante de novas perspectivas na área de Ensino de Ciências e Educação Matemática.

As organizadoras

PREFÁCIO I

Foi com grande satisfação que recebi o convite para prefaciar esta obra comemorativa dos 20 anos do Programa de Ensino de Ciências e Educação Matemática (PECEM) da UEL. Um Programa do qual tive o privilégio, em 2001, de ser um dos consultores externos indicados pela Área 46 da CAPES, para assessorar e avaliar a proposta de Mestrado em elaboração por um grupo jovem e promissor de pesquisadores do Ensino de Ciências e da Educação Matemática da UEL.

Lembro que nossas conversas com o grupo proponente da Proposta foram muito ricas e meu parecer favorável não foi devido apenas ao fato de ser o primeiro Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e matemática do Paraná, mas por este possuir uma estrutura curricular de curso que tinha a pesquisa e a formação do pesquisador como eixos organizadores. Além disso, contava com a participação efetiva de três grupos experientes e qualificados de pesquisa e com plenas condições de oferecer disciplinas e seminários de pesquisa que poderiam proporcionar apoio teórico-metodológico aos projetos de pesquisa não só para os mestrandos, mas também para os docentes.

Acompanhei com carinho e admiração a evolução do PECEM mediante participação em bancas de qualificação ou defesa de dissertações e teses do programa. Ademais, tive a honra, em 2007, de ministrar a aula inaugural do curso de doutorado. Com a implementação do curso de doutorado, ficou visível o salto de qualidade do programa, superando nossas expectativas iniciais, pois as avaliações sucessivas da CAPES, o fizeram passar gradativamente, em apenas uma década, da nota 4 (em 2007) para a nota máxima 7 (em 2017), sendo o primeiro e, até hoje, o único programa da área 46 a atingir esta nota e este nível de excelência.

Os autores do capítulo introdutório deste livro – que exerceram a coordenação do PECEM ao longo de seus vinte anos de existência – apresentam nove hipóteses possíveis sobre as razões que levaram um programa pequeno como o PECEM a ser reconhecido como um programa de excelência pela CAPES. Uma das hipóteses faz referência ao fato de ser um programa *enxuto*, com pequeno número de docentes que se destacam por possuírem larga experiência em atividades típicas do Ensino de Ciências e matemática, de formação

de professores, de desenvolvimento de projetos de extensão e de pesquisa. Embora concorde com esta hipótese, eu destacaria o fato de serem todos os docentes altamente comprometidos e engajados com as atividades de pós-graduação, com a pesquisa e com a formação de pesquisadores e, sobretudo, com uma produção bibliográfica qualificada, sendo o PECEM o programa da Área de Ensino da CAPES com maior pontuação média anual por docente (233 pontos), relativa ao quadriênio 2013-2016, se comparada com outros programas. Reafirma isso o fato de 50% dos docentes permanentes serem bolsistas produtividade (CNPq ou Fundação Araucária).

São também bastante plausíveis outras hipóteses apontadas como relevantes para o sucesso do programa, tais como: União da equipe docente, embora composta por docentes de vários departamentos da UEL; a rotatividade ou alternância da coordenação do PECEM, variando os grupos de pesquisa ou os departamentos de origem; o cumprimento rigoroso dos prazos de integralização de curso dos estudantes; etc. Entretanto, tendo por base o que nos apresentam os demais capítulos deste livro, organizado por Linha de Pesquisa do PECEM, eu acrescentaria outra hipótese: a relevância e o papel atuante e fundamental dos grupos de pesquisa vinculados ao Programa na concepção, fundamentação teórica e metodológica e análise dos projetos de pesquisa de docentes e discentes do PECEM, bem como a qualidade acadêmica de seus produtos em forma de dissertações, teses, artigos ou capítulos de livro.

Neste livro, portanto, o leitor tem a oportunidade de conhecer boa parte da riqueza e dos estudos produzidos no âmbito do PECEM, bem como suas contribuições e sua abrangência e consistência teórica, sendo muitos deles reconhecidos internacionalmente ou produzidos em parceria com pesquisadores do exterior. Na linha de pesquisa “**Construção do Conhecimento em Ensino de Ciências e Matemática**”, o leitor pode conhecer quatro estudos sobre: “Avaliação como prática de investigação” (GEPEMA); Aprendizagem no contexto da Modelagem Matemática; Educação Científica e literacia em saúde; os *affordances* negativos na aprendizagem em química. Na linha “**Formação de professores em Ciências e Matemática**”, o leitor pode conhecer seis estudos sobre: A aprendizagem e identidade docente em comunidades de prática (GEPEFOPEM); saberes docentes de professores de Física; Percepções de acadêmicos em química sobre a atividade docente; Pesquisas a partir de escritas reflexivas de futuros professores de matemática; Tendências

sobre o ensino da Física de Plasmas na formação inicial de professores. Além disso, há mais dois estudos relativos à linha “**História e Filosofia da Ciência e da Matemática**” e finaliza com dois **estudos de revisão de pesquisas** produzidas pelos grupos de pesquisa GEPPMat e EDUCIM.

Parabéns a todos que colaboraram pelo sucesso do PECSEM/UEL.

Prof. Dr. Dario Fiorentini (FE/Unicamp)

PREFÁCIO II

Livros fazem parte da educação, em todos os níveis, em todas as áreas, nas mais diversas estratégias de ensino e aprendizagem, tradicionais ou digitais, presenciais ou remotas. Apesar dessa amplitude vou focalizar o Ensino de Ciências e a Educação Matemática. É para mim uma honra fazer o prefácio de um livro que pode contribuir muito nessa área.

Embora seja bem conhecido no ensino da Física, tenho também formação em Matemática e fui professor nessa disciplina, no Ensino Médio, durante cinco anos. Isso me deixa à vontade para prefaciá-lo.

Mas o que tenho a dizer vai muito além de tópicos de Ensino de Ciências e Educação Matemática nele abordados, pois é um documento histórico nessa área, um relato de vinte anos (2001-2021) de um Programa em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PECEM) da Universidade Estadual de Londrina (UEL),

Começou como um pequeno programa de Mestrado, em uma universidade sem forte tradição de pesquisa e pós-graduação, chegou ao doutorado em 2006 e hoje é o único programa nota 7, no Brasil, na Área de Ensino na CAPES, segundo a última avaliação quadrienal. É um resultado excelente, fruto de um trabalho intenso de docentes que acreditaram na proposta inicial do PECEM e a ela se dedicaram.

No PECEM já foram formados muitos Mestres e Doutores em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Atividades acadêmicas foram desenvolvidas em nível regional, nacional e internacional. Certamente foram também produzidas muitas publicações como resultados naturais das pesquisas feitas em Ensino de Ciências e Educação Matemática. No entanto, a formação de professores, em nível de pós-graduação, sempre foi um objetivo predominante.

Fiquei emocionado ao ler o relato desses vinte anos do PECEM porque como Coordenador da Área de Ensino de Ciências e Matemática, hoje Área de Ensino, de 2000 a 2007, de certa forma participei da criação desse Programa, pois indiquei consultores para a proposta inicial e visitei a UEL para avaliar as condições de oferecer um doutorado, as quais foram satisfatórias. Como disse antes, hoje me sinto emocionado com o sucesso do PECEM, o qual pode ser

tomado como exemplo para outros programas de pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

Mas além da descrição do desempenho do PECEM ao longo de vinte anos, este livro inclui vários capítulos que podem contribuir para a prática docente nessa área. Por exemplo, temas como modelagem matemática, avaliação como prática de investigação, equívocos conceituais e procedimentais na aprendizagem em ciências, formação de futuros professores em ciências e Educação Matemática, unidade didática. Esses e outros temas são muito bem abordados nos vários capítulos que constituem este livro que certamente será uma referência bibliográfica na pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática nos próximos anos.

Prof. Dr. Marco Antonio Moreira

APRESENTAÇÃO DO PECEM

