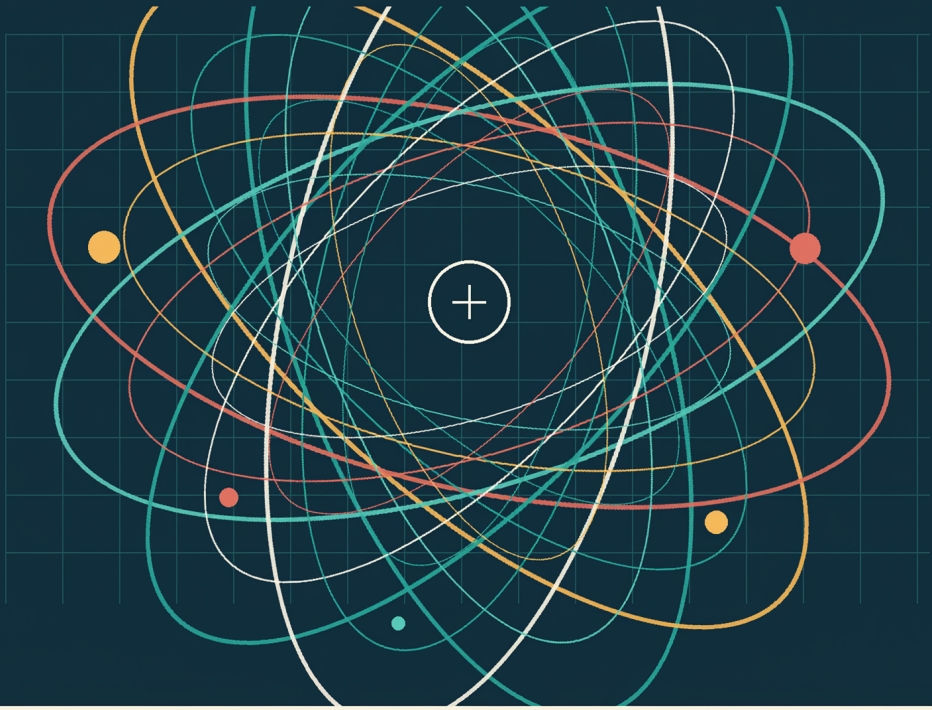
12 ANOS DO CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS EXATAS

FORMAR * INVESTIGAR * TRANSFORMAR



ORGANIZADORAS

Danilene Gullich Donin Berticelli

Simone Francisco Ruiz

Texto e Contexto
EDITORA

12

ANOS DO CURSO DE
LICENCIATURA EM

CIÊNCIAS EXATAS

FORMAR * INVESTIGAR * TRANSFORMAR

ORGANIZADORAS

Danilene Gullich Donin Berticelli
Simone Francisco Ruiz

Texto e Contexto
EDITORA

Copyrigth © 2026 by Danilene Gullich Donin Berticelli e Simone Francisco Ruiz
Todos os direitos reservados às organizadoras

Diretor: Vendelino Hauer
Projeto gráfico, capa e revisão final de edição: Equipe Texto e Contexto Editora

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

12 anos do curso de licenciatura em ciências exatas [livro eletrônico] : formar, investigar, transformar / organização Danilene Gullich Donin Berticelli, Simone Francisco Ruiz. -- Ponta Grossa, PR : Texto e Contexto Editora, 2026.
PDF

Vários autores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-6080-124-0

1. Ciências exatas 2. Ensino superior - Brasil - História 3. Licenciatura 4. Matemática I. Berticelli, Danilene Gullich Donin. II. Ruiz, Simone Francisco.

26-402800.0 CDD-500

Índices para catálogo sistemático:

1. Ciências exatas 500

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415



Texto e Contexto Editora
www.textoecontextoeditora.com.br
contato@textoecontexto.com.br
Tel. (42) 98883-4226

Sumário

6 – Prefácio

9 – Capítulo 1
Tecendo a formação de uma professora pesquisadora a partir de uma narrativa autobiográfica, com olhares de seus formadores: a licenciatura em ciências exatas como lócus de transformação
Victoria Martins; Tiago Venturi e Roberta Chiesa Bartelmebs

18 – Capítulo 2
A criptografia RSA como aplicação da Teoria dos Números
Simone Francisco Ruiz e Eloisa Manteufel Lopes

27 – Capítulo 3
Pontes de Einstein-Rosen
Larissa Núbia Juliano Lopes; Eddy Oliveira de Almeida e Carlos Henrique Coimbra Araújo

38 – Capítulo 4
O tripé que sustenta a formação: relato de uma vivência entre ensino, pesquisa e extensão
Maisa Fernanda da Cunha; Luciana Paula Vieira de Castro e Denis Rogério Sanches Alves

48 – Capítulo 5
Estimativa da população mundial
Rodrigo Schulz

60 – Capítulo 6
Memórias de um projeto de pesquisa na universidade "Em suspenso pandêmico": experiências de pesquisa em evasão escolar e permanência na Licenciatura em Ciências Exatas
Luciana Paula Vieira de Castro; Tiago Venturi e Ana Maria de Sena

72 – **Capítulo 7**
PIBID e PRP no curso de Licenciatura em Ciências Exatas da UFPR - Setor Palotina
Ana Paula Ramão da Silva; Leidi Cecilia Friedrich; Luciana Paula Vieira de Castro e Mara Fernanda Parisoto

82 – **Capítulo 8**
A experimentação no ensino de Física: análise das práticas docentes no ensino médio
Camila Tonezer; Rita de Cássia dos Anjos e Tailini Bapes Grunewald

95 – **Capítulo 9**
Do estágio à prática: contribuições do PREVEC para a formação docente reflexiva em um curso de Ciências Exatas
Maisa Fernanda da Cunha; Ana Paula Ramão da Silva e Mara Fernanda Parisoto

105 – **Capítulo 10**
Acessibilidade no ensino de física: avanços, desafios e novas tecnologias para a inclusão de alunos com deficiência visual
Rita de Cássia dos Anjos; Camila Tonezer e Larissa Cristina Santos

117 – **Capítulo 11**
Entre a universidade e a sala de aula: diferentes papéis do professor em formação
Juliana Martendal Salla e Danilene Gullich Donin Berticelli

132 – **Sobre os autores**

Prefácio

Quando olho para a trajetória da Licenciatura em Ciências Exatas da UFPR Palotina, é difícil não misturar as memórias pessoais com a própria história do curso. Tive, tanto o privilégio, quanto a responsabilidade de acompanhar os primeiros passos como coordenador inaugural, em um período marcado por desafios, incertezas e muito trabalho coletivo. O que começou como um projeto ousado tornou-se uma realidade construída por professores, estudantes, técnicos e gestores que acreditaram na importância de formar educadores para as áreas de Física, Química e Matemática. Este livro comemorativo é, acima de tudo, um convite para revisitar essa caminhada: recordar conquistas, reconhecer o esforço de tantas pessoas e celebrar uma história que continua sendo escrita.

Antes de falar sobre o livro, é importante contextualizar um pouco a história do curso. Ele está imerso no Setor Palotina da Universidade Federal do Paraná (UFPR), que é hoje um importante centro de ensino, pesquisa e extensão no interior do Paraná. Ao longo de sua trajetória, o inicialmente Campus e, depois, Setor da Universidade, fundado em 1993, passou por um processo contínuo de expansão, ampliando sua oferta de cursos e consolidando-se como referência na formação de profissionais em diferentes áreas do conhecimento. Inicialmente voltado à formação em Ciências Veterinárias, as atividades acadêmicas começaram a se diversificar a partir de 2009, em que passou-se a oferecer cursos em áreas estratégicas para o desenvolvimento regional e nacional.

Lembro que, por meados de 2013, o processo de expansão promovido pelo Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) havia produzido seus principais efeitos, e o então Campus Palotina da UFPR passou a discutir novas perspectivas de crescimento acadêmico. Essa expansão permitiu que estudantes encontrassem oportunidades de formação em áreas como Ciências Biológicas, Agronomia, além de cursos Tecnológicos. Foi nesse contexto que a direção daquele momento solicitou a um grupo de professores, em que eu estava incluído, a realização de levantamentos e estudos que subsidiassem a elaboração de propostas para a criação do curso de Licenciatura em Ciências Exatas (LCE). As propostas elaboradas foram encaminhadas ao Ministério da Educação e receberam parecer favorável para sua implementação.

Assim que o curso foi oficializado em Palotina, fui designado seu primeiro coordenador e, em 2014, as atividades iniciaram efetivamente. Naqueles primeiros momentos, diversas demandas urgentes precisaram ser enfrentadas, como a aquisição dos equipamentos previstos no enxoval dos novos cursos e a implantação dos laboratórios necessários ao funcionamento das atividades acadêmicas. Contudo, o desafio mais complexo foi a organização dos concursos públicos destinados ao preenchimento das vagas docentes. Foram abertos concursos nas áreas de Química, Física, Matemática e Ensino de Ciências.

Excelentes professores foram contratados e, já ao final de abril daquele ano, assumiram suas posições docentes em disciplinas de Química e Matemática. Eu assumi os encargos da Física. Ao longo de 2014, a maior parte dos professores aprovados nos concursos assumiu suas atividades. Em 2015 já ofertávamos, além das aulas das áreas citadas, também aulas nas áreas de Ensino de Ciências, Epistemologia, Políticas Educacionais, entre outras. Com a chegada desses novos colegas, constituímos formalmente o Colegiado do curso e seu Núcleo Docente Estruturante (NDE). Desde então, iniciamos um amplo processo de discussão e aperfeiçoamento do projeto pedagógico, incluindo a revisão das ementas e da própria organização curricular.

Foi nesse ambiente de construção coletiva que o curso começou a consolidar sua identidade. As preocupações iniciais com infraestrutura, contratação de docentes e organização curricular deram lugar a novos desafios: desenvolver projetos de ensino, estruturar grupos de pesquisa, fortalecer ações de extensão e ampliar os vínculos com as escolas da região. Ao longo dos anos, professores e estudantes passaram a construir uma trajetória marcada pela articulação entre formação docente, produção de conhecimento e compromisso social. Os resultados desse processo ultrapassaram os limites das salas de aula e deixaram registros em experiências, projetos e reflexões que ajudaram a definir o perfil da LCE.

Dessa maneira, os capítulos que compõem o presente livro revelam, em conjunto, a riqueza e a diversidade das experiências vividas no curso ao longo de sua trajetória. Neles encontramos histórias de formação pessoal e profissional, reflexões sobre a construção da identidade docente, relatos de programas institucionais e experiências que aproximam a universidade da escola.

Ao mesmo tempo, os textos evidenciam a força da pesquisa desenvolvida no curso. Temas como teoria dos números, criptografia, física contemporânea, modelagem matemática, evasão escolar, experimen-

tação no ensino e acessibilidade demonstram a amplitude dos interesses acadêmicos cultivados por professores e estudantes. Cada capítulo registra uma pequena parcela daquilo que foi produzido em laboratórios, salas de aula, grupos de estudo e projetos de investigação ao longo desses anos.

Os relatos apresentados mostram estudantes transformando-se em professores, pesquisadores e agentes de mudança em suas comunidades; mostram docentes construindo caminhos coletivos e enfrentando os desafios da educação contemporânea; e mostram um curso que, ao completar seus primeiros doze anos, pode celebrar não apenas sua história institucional, mas, sobretudo, as vidas que ajudou a formar e as contribuições que continua oferecendo à sociedade. Que a leitura destas páginas permita ao leitor conhecer um pouco dessa trajetória e, quem sabe, inspirar os próximos capítulos dessa história que ainda está longe de terminar.

Carlos Henrique Coimbra Araújo
Docente da Universidade Federal do Paraná

Capítulo 1

Tecendo a formação de uma professora pesquisadora a partir de uma narrativa autobiográfica, com olhares de seus formadores: a Licenciatura em Ciências Exatas como lócus de transformação

Victoria Martins
Tiago Venturi
Roberta Chiesa Bartelmebs

1. Prólogo: a introdução

O presente texto tem como objetivo refletir sobre os processos de formação docente e acadêmica a partir de uma narrativa autobiográfica, vivenciada no contexto da Licenciatura em Ciências Exatas da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina. Ao articular experiências vividas na graduação, na extensão universitária e na iniciação científica pela primeira autora, os autores trazem evidências de como a universidade pública pode se constituir como espaço de transformação pessoal, profissional e social. Além disso, refletimos sobre o papel da iniciação científica e das ações extensionistas na constituição de uma professora pesquisadora comprometida com a alfabetização científica, midiática e com a defesa da educação pública. A narrativa inicia-se com...

> *Ingressei, em 2019, na Universidade Federal do Paraná (UFPR), no curso de Licenciatura em Ciências Exatas. Desde o início da minha trajetória, fui contemplada com auxílios institucionais que garantiram minha permanência na universidade. Esses auxílios foram muito importantes para mim, pois me permitiram deixar o trabalho que eu exercia antes de entrar no curso e me dedicar exclusivamente à graduação. A partir disso, passei a viver de forma mais intensa a experiência universitária, voltando meu tempo e minha atenção para os estudos e minha formação.*
>
> *Ainda no primeiro ano do curso de Ciências Exatas da UFPR, tive a oportunidade de participar de um projeto de extensão na área de Ensino de Física. Foi nesse momento que tive meus primeiros contatos com a docência. Atuei em um curso pré-vestibular vinculado à universidade, no qual ministrei aulas, e desenvolvi atividades com crianças atendidas pelo Centro de Referência de Assistência Social (CRAS) de Palotina-PR, oferecendo oficinas de minifoguetes. Essas experiências foram marcantes, pois me colocaram pela primeira vez na posição de professora e me permitiram entender, na prática, o que significa ensinar.*

Como aponta o relato da aluna, e já evidenciado pelas pesquisas acerca da importância da extensão e de atividades fora da sala de aula para a formação de professores (Rodrigues *et al.*, 2013; Silva, 2020), a possibilidade de vivenciar o ambiente não formal de ensino e de estar em contato com a comunidade impacta positivamente a formação de nossos estudantes. Assim como existem evidências que apontam que a participação em atividades de extensão pode potencializar a alfabetização científica e tecnológica dos futuros professores (Pereira; Venturi; Bartelmebs, 2025). Como descrito pela egressa "*e colocaram pela primeira vez na posição de professora*". Esse vivenciar a experiência docente ao longo da graduação fortalece o vínculo da estudante com sua carreira acadêmica, abrindo espaço para novas experiências e aprendizagens que ultrapassam as fronteias da sala de aula na universidade. Motivo pelo qual, propomos o presente texto narrativo, conforme defendem Oliveira e Costa (2021), em que narrar e pesquisar são verbos que comungam, em sua essência, da criação. Assim, criar pode ser considerada uma arte que nos conecta enquanto seres humanos, sempre inventando formas de existir e estar no mundo; por isso, o ato de narrar ocupa um lugar importante em nossa vida, passíveis de circulação histórica, de serem reinterpretadas e carregadas de muitos sentidos (Oliveira; Costa, 2021). Assim, nosso objetivo aqui é de ***narrar e reinterpretar a vivência de uma das licenciandas em Ciências Exatas, cuja trajetória foi modificada e enriquecida pelas vivências no curso***. Na sequência seguimos a narrativa com nossas análises, (re) intepretações e construções de sentidos e evidências para o campo da Educação em Ciências e Formação Docente.

2. Nos caminhos formativos, uma pandemia!

> *no ano seguinte, em 2020, durante o segundo ano da graduação em Ciências Exatas na UFPR, enfrentei o período da pandemia de COVID-19. Esse foi um momento muito difícil para mim. Com a suspensão das atividades presenciais e todas as incertezas daquele período, fiquei desanimada e cheguei a pensar em desistir do curso. Foi nesse contexto que um professor ingressou na universidade e abriu um processo para seleção em iniciação científica. Mesmo desmotivada, decidi me inscrever, e essa escolha mudou o rumo da minha trajetória.*

A pandemia de Covid-19 impactou de diversas formas a trajetória acadêmica dos estudantes do ensino superior, especialmente em cursos de licenciatura. Conforme discutido no estudo de Porfirio *et al.* (2025, p.

4), "houve a suspensão completa das atividades acadêmicas como protocolo de segurança sanitária" e Lisbôa, Venturi e Santos (2024, p. 5) ainda contam que na UFPR,

> Inicialmente, houve a decisão de suspender o calendário acadêmico, impulsionada pela perspectiva inicial de que a emergência de saúde pública seria superada rapidamente. No entanto, diante da gravidade da situação, a UFPR adaptou-se ao isolamento social e optou pela implementação do Ensino Remoto Emergencial (ERE).

Além disso, Porfirio *et al*. (2025) destacam que o contexto da pandemia afetou diretamente a trajetória acadêmica dos estudantes, já que o isolamento social, as dificuldades emocionais e os problemas financeiros contribuíram para a desmotivação e possíveis processos de evasão. Nesse contexto, compreendemos que o período pandêmico foi marcado por sentimento de insegurança, desmotivação e dificuldades emocionais que afetaram diretamente a continuidade dos estudantes na universidade. A egressa expressa esse sentimento ao relatar que, durante o segundo ano da graduação ficou desanimada e chegou a pensar em desistir do curso, evidenciando como ações institucionais evidenciaram a influência sobre sua permanência acadêmica.

Deste modo, percebemos que os impactos desse período também estiveram relacionados às dificuldades sociais, emocionais e financeiras enfrentadas pelos estudantes. Assim, percebemos que a evasão universitária durante a pandemia não esteve associada apenas às dificuldades acadêmicas, mas também às transformações na vida pessoal dos estudantes. Por outro lado, Porfirio *et al.* (2025) evidenciam que houve perspectivas de melhoria de vida e confiança na ciência, fatores que também favoreceram a permanência de muitos discentes no ensino superior, à exemplo da primeira autora deste texto. Nesse sentido, a experiência relatada pela aluna demonstra que a participação em atividades de iniciação científica representou uma possibilidade de reencontro com a universidade, contribuindo para modificar sua trajetória acadêmica em um momento de grande fragilidade emocional. Evidenciado a seguir:

> *Ao ser selecionada para a iniciação científica, passei a ter um novo olhar sobre a universidade e sobre o próprio curso de Ciências Exatas. Durante o primeiro ano de pesquisa, investiguei as relações entre educação e saúde nas redes sociais no contexto da pandemia, analisando conteúdos publicados em plataformas como YouTube, Instagram e Facebook. Essa experiência me ensinou como estudar, como pesqui-*

> *sar e como organizar meu pensamento. Aos poucos, fui retomando o interesse pela graduação e me sentindo mais motivada a continuar. Com o retorno das atividades acadêmicas [presenciais], comecei a me dedicar mais às disciplinas e ao curso.*

Mais uma vez, destacamos aqui a importância das atividades formativas extraclasse que se desenvolvem na Universidade. A iniciação cientifica na formação de professores tem se mostrado um excelente campo de construções teóricas e práticas para os futuros professores (Cunha; Barbosa; Antunes-Souza, 2021). O contato com a pesquisa motivou a estudante a entender seu próprio processo de aprendizagem, criando habilidades metacognitivas que vão para além dos conceitos aprendidos em sala de aula. Destacando a fala da estudante: "*Essa experiência me ensinou como estudar, como pesquisar e organizar o meu pensamento*". Muitas vezes nossos estudantes de graduação chegam à Universidade com a concepção do estudante da escola básica, isto é, de que sua aprendizagem ocorre na medida em que assiste aulas e responde provas. Esse movimento, que reconhece a autonomia crítica e criativa leva tempo, e pode ser potencializado por sua participação em atividades de pesquisa e extensão oferecidas para além das aulas de seu curso (Santos; Ramos, 2023).

> *Já no segundo ano de iniciação científica, que também se tornou o tema do meu Trabalho de Conclusão de Curso, passei a estudar os livros didáticos do ensino médio, com foco nos conteúdos relacionados às fake news. Foi nesse momento que tive meu primeiro contato com os temas de alfabetização científica e alfabetização midiática. Esses estudos fizeram muito sentido para mim, principalmente por estarem ligados ao contexto que estávamos vivendo na pandemia. Durante a graduação, também consegui produzir um artigo científico[1] a partir dos meus estudos, além de concluir o curso sendo a primeira da minha turma a se formar. Esses resultados não aconteceram por acaso, mas foram construídos ao longo do percurso que tive no curso de Ciências Exatas da UFPR, principalmente a partir das oportunidades que a iniciação científica me proporcionou.*

As tensões sociais vividas no presente momento em relação ao negacionismos e aos constantes ataques a educação e a ciência também foram sentidos pela estudante. Como apresentado por Bartelmebs, Venturi e Sousa (2021), o papel da graduação e da pós-graduação é fundamental para ampliar os horizontes críticos dos estudantes e professores,

1. MARTINS, Victória Emília Gomes; VENTURI, Tiago. Fake news e a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias: uma análise de livros dos projetos integradores do ensino médio. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 8, n. 2, 2023. DOI: https://doi.org/10.3895/actio.v8n2.16881.

e possibilitar a construção de conhecimentos profissionais juntamente com uma postura reflexiva e crítica. E conforme evidenciado no excerto narrativo a seguir, importância como constituição da identidade docente da discente:

> *A iniciação científica também teve um papel importante em uma decisão que precisei tomar dentro do curso de Ciências Exatas da UFPR. Como se trata de uma licenciatura que envolve habilitações em Química, Física ou Matemática, é necessário escolher uma habilitação ao longo da graduação. Foi por meio das experiências com a pesquisa que consegui entender melhor minhas afinidades e, assim, optei pela habilitação em Química. Essa escolha foi feita com mais segurança justamente porque eu já estava envolvida com a pesquisa e com a universidade de uma forma mais próxima.*
>
> *Após concluir a graduação, em março de 2023, ingressei no mestrado no mês seguinte, também com bolsa. Esse passo só foi possível por tudo o que vivi durante a graduação em Ciências Exatas na UFPR, especialmente pelas experiências com pesquisa, escrita acadêmica e participação em projetos. No mestrado, continuei estudando alfabetização científica e alfabetização midiática, agora voltando meu olhar para a formação inicial de professores.*

Novamente, a evidência de que a participação na iniciação científica traz benefícios aos estudantes, possibilitando ao futuro professor esse movimento de ver-se constantemente como aprendiz (Lima, 2025). Desta forma, ao observarmos a fala da aluna, percebemos que a continuidade da trajetória acadêmica no mestrado esteve relacionada às contribuições formativas proporcionadas pelo curso de Licenciatura em Ciências Exatas da UFPR. Em Martins (2025, p. 17), ao discutir a formação inicial de professores, especialmente o curso de Licenciatura em Ciências Exatas (*lócus* formativo e de pesquisa), foi possível observar que os projetos e atividades desenvolvidos ao longo do curso "possibilitam uma formação acadêmica completa, integrando teoria e prática em uma comunicação com a sociedade, resultando na troca de saberes, socialização e construção de novos conhecimentos". Nesse contexto, compreendemos que as experiências com pesquisa, extensão e iniciação científica contribuíram para o desenvolvimento acadêmico da egressa, fortalecendo aprendizados relacionadas à escrita científica, à reflexão crítica e à própria prática docente.

Essas experiências e vivências no curso de Ciências Exatas contribuíram para a continuidade da trajetória acadêmica da egressa na pós-graduação. Em Martins (2025), é destacado que as pesquisas realizadas ao longo da graduação permitiram investigar temas relacionados à alfa-

betização científica, alfabetização midiática, divulgação científica e *fake news* no ensino de Ciências. Assim, compreendemos que o curso de Licenciatura em Ciências Exatas apresenta potencialidades importantes relacionadas ao incentivo à pesquisa, à formação crítica e ao desenvolvimento acadêmico dos licenciandos. Que resultaram em uma formação profissional docente à primeira autora.

3. Epílogo: em defesa da licenciatura em ciências exatas

> *concluí o mestrado em fevereiro de 2025 e, em março do mesmo ano, iniciei o doutorado, também com bolsa. Hoje, em 2026, estou no segundo ano do doutorado como bolsista de demanda social. Quando olho para esse percurso, consigo ver que tudo começou lá em 2019, quando entrei no curso de Ciências Exatas da UFPR. Foi nesse espaço que tive acesso às oportunidades que me trouxeram até aqui.*
>
> *A Licenciatura em Ciências Exatas na Universidade Federal do Paraná impactou diretamente minha vida. Foi nesse curso que tive meu primeiro contato com a docência, que aprendi a pesquisar, que desenvolvi minha escrita e que passei a entender melhor o papel da educação. Também foi ali que encontrei caminhos que eu não imaginava seguir, como o mestrado e o doutorado. Tudo isso mostra o quanto essa formação foi importante para mim, não apenas como estudante, mas também como pessoa e como pesquisadora em formação. Foram experiências que transformaram minha vida e de minha família, em busca de melhores condições sociais, por isso, acredito que os cursos de licenciatura também contribuem com a justiça social nesse país tão desigual e injusto.*

A trajetória apresentada demonstra que a formação de professores é marcada por vivências pessoais e por experiências de pesquisa, ensino, bem como inserção comunitária extensionistas que fortalecem a permanência estudantil, a construção da autonomia intelectual e o desenvolvimento de uma postura crítica diante dos desafios contemporâneos da educação, da ciência e da educação em ciências.

A narrativa apresentada ao longo deste texto evidencia que a formação docente constitui um processo complexo, atravessado por dimensões acadêmicas, sociais, emocionais e humanas que extrapolam os limites da sala de aula e das disciplinas curriculares. Ao revisitar a trajetória vivida na Licenciatura em Ciências Exatas da UFPR Setor Palotina, compreendemos como experiências de extensão universitária, iniciação científica, permanência estudantil e inserção em projetos de pesquisa contribuíram para a constituição de uma professora pesquisadora críti-

ca, sensível e comprometida com a educação pública e com a transformação social, à exemplo da primeira autora deste texto.

As vivências narradas também revelam que a universidade pública possui papel fundamental na democratização do acesso ao conhecimento e na construção de possibilidades concretas de permanência e ascensão acadêmica para estudantes das licenciaturas. Em um contexto marcado pelas dificuldades impostas pela desvalorização da educação, pelas pressões emocionais, pelas ameaças de evasão e pelos constantes ataques à ciência e à educação, a iniciação científica e os projetos formativos mostraram-se espaços de acolhimento, pertencimento e ressignificação da trajetória acadêmica. Nesse sentido, a narrativa aqui discutida demonstra que formar professores não significa apenas transmitir conteúdos específicos, mas possibilitar experiências que desenvolvam autonomia intelectual, pensamento crítico, compromisso ético e capacidade de atuação diante dos desafios contemporâneos.

Além disso, o percurso apresentado reforça a relevância das narrativas autobiográficas como elemento de reflexão e produção de sentidos sobre os processos formativos. Narrar a própria trajetória permite compreender como as experiências vividas produzem marcas identitárias e influenciam diretamente a constituição docente. Assim, a narrativa aqui apresentada, para além de relato individual da primeira autora, é atravessada por seus professores, orientadores e formadores, segundo e terceira autora, constituindo-se em evidências das potencialidades existentes nos cursos de licenciatura quando articulam ensino, pesquisa e extensão de maneira integrada e humanizada.

Diante disso, não podemos deixar de nos manifestar pela manutenção e o fortalecimento do curso de Licenciatura em Ciências Exatas da UFPR Setor Palotina, enquanto política pública estratégica para a formação de professores nas áreas de Matemática, Física e Química. Em um cenário nacional marcado pela escassez de docentes nas áreas das Ciências Exatas, cursos como este assumem papel essencial na formação de profissionais críticos, pesquisadores e comprometidos com a educação básica. A Licenciatura em Ciências Exatas no Setor Palotina pode configurar-se como espaço de transformação de vidas, produção de conhecimento e fortalecimento da ciência e da educação pública.

Ainda que desafios institucionais, gerenciais, estruturais e pedagógicos estejam presentes, compreendemos que estes não justificam o enfraquecimento ou fechamento de uma curso, mas sim a necessidade de investimentos, adaptações e ampliação de suas potencialidades.

Entre essas possibilidades, destacam-se a **ampliação das habilitações, o fortalecimento de políticas de permanência estudantil, a consolidação de propostas semipresenciais e o incentivo às atividades de pesquisa e extensão**. Tais movimentos podem ampliar o alcance social do curso e responder de maneira mais efetiva às demandas contemporâneas da formação docente.

Por fim, esta narrativa reafirma que a defesa das licenciaturas e da universidade pública é também a defesa da ciência, da educação e da construção de futuros mais democráticos e socialmente comprometidos. A trajetória aqui apresentada demonstra que oportunidades formativas oferecidas por cursos como a Licenciatura em Ciências Exatas podem transformar percursos individuais e coletivos, formando professores e professoras, sujeitos críticos, capazes de atuar na construção de uma sociedade mais justa, reflexiva e humanizada.

Agradecimentos

A primeira autora agradece as bolsas de iniciação científica, mestrado e doutorado proporcionadas para sua formação pelo CNPq e CAPES; O segundo autor agradece a bolsa Produtividade em Pesquisa do CNPq, e a terceira autora agradece a Bolsa Produtividade em Pesquisa da Fundação Araucária.

Referências

BARTELMEBS, Roberta Chiesa; VENTURI, Tiago; SOUSA, Robson Simplicio de. Pandemia, negacionismo científico, pós-verdade: contribuições da Pós-graduação em Educação em Ciências na Formação de Professores. **Revista Insignare Scientia - RIS**, Brasil, v. 4, n. 5, p. 64–85, 2021. DOI: 10.36661/2595-4520.2021v4i5.12564. Disponível em: https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/12564. Acesso em: 14 maio. 2026.

CUNHA, Renata Cristina Oliveira Barrichelo; BARBOSA, Andreza; ANTUNES-SOUZA, Thiago. Iniciação científica nos cursos de licenciatura e contribuições para a formação de professores. Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v. 21, n. 70, p. 1350–1371, jul./set. 2021. DOI: 10.7213/1981-416X.21.070.AO04. Disponível em: **Revista Diálogo Educacional**. Acesso em: 14 maio 2026.

LIMA, Francisco José. INTERFACE ENTRE A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA E INICIAÇÃO CIENTÍFICA (IC): um diálogo entre a licenciatura e a aprendizagem de elementos de pesquisa. **Revista Docentes**, [S. l.], v. 10, n. 37, p. 79–89, 2025. Disponível em: https://revistadocentes.seduc.ce.gov.br/revistadocentes/article/view/1511. Acesso em: 14 maio. 2026.

LISBÔA, Eliana Santana; VENTURI, Tiago; SANTOS, Myllena Aparecida de Souza. Medidas Institucionais da Universidade Federal do Paraná para o Enfrentamento da Pandemia de Covid-19:: implicações no contexto dos cursos de licenciatura da área de Ciências da Natureza e Matemática. **Educação em Foco**, [S. l.], v. 27, n. 52, p. 1–29, 2024. DOI: 10.36704/eef.v27i52.7763. Disponível em: https://revista.uemg.br/educacaoemfoco/article/view/7763. Acesso em: 14 maio. 2026.

MARTINS, Victoria Emilia Gomes. Alfabetização científica e alfabetização midiática: contribuições formativas do curso de licenciatura em Ciências Exatas sob a percepção discente. 2025. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas) – Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, Palotina, 2025.

OLIVEIRA, C. B.; COSTA, M. O. Narrar, pesquisar e educar em ciências e matemática. In: MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira; BATISTA, Michel Corci (org.). *Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências*. 1. ed. Maringá, PR: Gráfica e Editora Massoni, 2021.

PEREIRA, Larissa Naiara Gomes; VENTURI, Tiago; BARTELMEBS, Roberta Chiesa. Projetos de extensão universitária como possibilidade para a promoção da alfabetização científica e tecnológica: um olhar para professores em formação na educação em ciências. **Vivências**, v. 21, n. 43, p. 231-254, 2025.

PORFIRIO, Gabriel Torres; VENTURI, Tiago; MARTINS, Victoria Emilia Gomes; SENA, Ana Maria de. Análise da evasão nos cursos de Ciências Biológicas: impactos da pandemia de Covid-19. TANGRAM - **Revista de Educação Matemática**, v. 8, n. 1, e025054, 2025. DOI: https://doi.org/10.30612/tangram.v8i1.20368

RODRIGUES, Andréia Lilian Lima; COSTA, Carmen Lucia Neves do Amaral; PRATA, Michelle Santana; BATALHA, Taila Beatriz Silva; PASSOS NETO, Irazano de Figueiredo. Contribuições da extensão universitária na sociedade. **Caderno de Graduação - Ciências Humanas e Sociais** - UNIT - SERGIPE, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 141–148, 2013. Disponível em: https://periodicos.set.edu.br/cadernohumanas/article/view/494. Acesso em: 14 maio. 2026.

SANTOS, Winner; RAMOS DOS SANTOS, Arlete. O papel da extensão universitária: Programa de Formação de Educadores do Campo – Formacampo. **Revista Extensão & Cidadania**, [S. l.], v. 11, n. 20, p. 131–154, 2023. DOI: 10.22481/recuesb.v11i20.13024. Disponível em: https://periodicos2.uesb.br/recuesb/article/view/16273. Acesso em: 14 maio. 2026.

SILVA, Wagner Pires da. EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA: Um conceito em Construção. **Revista Extensão & Sociedade**, [S. l.], v. 11, n. 2, 2020. DOI: 10.21680/2178-6054.2020v11n2ID22491. Disponível em: https://periodicos.ufrn.br/extensaoesociedade/article/view/22491. Acesso em: 14 maio. 2026.

A CRIPTOGRAFIA RSA COMO APLICAÇÃO DA TEORIA DOS NÚMEROS

Eloisa Manteufel Lopes
Simone Francisco Ruiz

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço tecnológico, é cada vez mais comum que o ser humano enfrente dificuldades para armazenar suas informações de forma sigilosa. Na era da informação, essa tarefa seria praticamente impossível se não fosse garantida por um sistema sólido de criptografia. A partir dessa necessidade, surgiu a Criptografia RSA, um dos métodos mais seguros conhecidos atualmente. O nome RSA está relacionado às iniciais dos sobrenomes de seus criadores, Rivest, Shamir e Adleman, matemáticos do Instituto de Tecnologia de Massachusetts.

Esse sistema utiliza duas chaves: uma pública, indicada pela notação (e, n), e outra privada, denotada por (d, n). Sua segurança baseia-se na dificuldade em fatorar números relativamente grandes em produtos de números primos. Assim, é natural supor que a criptografia RSA se fundamenta em resultados clássicos da Teoria dos Números.

O estudo apresentado neste capítulo é fruto de um projeto de Iniciação Científica desenvolvido pelas autoras entre os anos de 2024 e 2025, sendo uma delas docente do Curso de Licenciatura em Ciências Exatas da Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina, que atou como orientadora, e a outra, discente do quarto período do mesmo curso, na condição de orientanda. O projeto teve como objetivo realizar um estudo bibliográfico acerca dos principais resultados da Teoria dos Números que fundamentam a construção do sistema de criptografia RSA e, a partir disso, compreender sua estrutura e funcionamento.

No curso de Licenciatura em Ciências Exatas da UFPR- Setor Palotina, os estudantes que optam pela habilitação em Matemática têm contato com as disciplinas específicas da matemática pura a partir do quinto período do curso. Em particular, a disciplina de Teoria dos Números compõe a grade do sexto período. Desta forma, um dos objetivos específicos do projeto de Iniciação Científica de que trata este capítulo foi proporcionar à discente a familiarização com técnicas de demonstração e o rigor da escrita matemática formal. Embora desafiadora, esta experiência alicerçou a discente para cursar as disciplinas finais do curso com mais confiança e autonomia.

2 NÚMEROS INTEIROS

A Teoria dos Números é uma das grandes áreas da Matemática e tem como objetivo investigar as propriedades dos números inteiros. Ela estuda conceitos e resultados que envolvem noções de divisibilidade, congruências, números primos, entre outros, que estruturam esse conjunto numérico. Neste capítulo, apresentaremos algumas definições e resultados da Teoria dos Números que serão essenciais para a compreensão da criptografia RSA. Não nos deteremos em detalhes de demonstrações e exemplos, a fim de não nos afastarmos do objetivo deste trabalho, que é descrever o sistema criptográfico RSA. Destaca-se, contudo, que os resultados e definições aqui apresentados podem ser consultados em (Milies; Coelho, 2013).

Ao longo do texto, $\mathbb{Z}$ representará o conjunto dos números inteiros, $\mathbb{Z}^*$ representará os inteiros não nulos e $\mathbb{Z}_+$ os inteiros positivos.

Iniciaremos apresentando os conceitos de máximo e mínimo em $\mathbb{Z}$, bem como o Princípio da Boa Ordem.

Definição 1: Sejam $A \subseteq \mathbb{Z}$ e $a_0 \in A$.

a) Dizemos que A é limitado inferiormente se existe $k \in \mathbb{Z}$ tal que $k \leq a$, para todo $a \in \mathbb{Z}$. Nesse caso, k é denominado limitante inferior de A.
b) Dizemos que A é limitado superiormente se existe $k \in \mathbb{Z}$ tal que $a \leq k$, para todo $a \in \mathbb{Z}$. Nesse caso, k é denominado limitante superior de A.
c) Dizemos que a_0 é o elemento mínimo de A, se $a_0 \leq a$, para todo $a \in A$. Nesse caso, denotamos por $a_0 = minA$.
d) Dizemos que a_0 é o elemento máximo de A, se a $\leq a_0$, para todo $a \in A$. Nesse caso, denotamos por $a_0 = maxA$.

Axioma da Boa Ordem (ou Princípio da Boa Ordem - PBO): Todo subconjunto não vazio de $\mathbb{Z}_+$ possui elemento mínimo.

2.1 DIVISIBILIDADE

Nesta seção, discutiremos a importância da divisibilidade em $\mathbb{Z}$, a fim de compreender o Algoritmo da Divisão.

Definição 2: Sejam $a, b \in \mathbb{Z}$ com $b \neq 0$. Dizemos que b divide a, e denotamos por $b|a$, se existe $c \in \mathbb{Z}$ tal que $b \cdot c = a$. Quando b não divide a, denotamos por $b \nmid a$.

Exemplo 1: Dizemos que $4|20$**,** pois $20 = 4 \cdot 5$. Por outro lado, $4 \nmid 15$, pois não existe $c \in \mathbb{Z}$ tal que $15 = 4 \cdot c$.

Definição 3: Seja $p \in \mathbb{Z}^*$, com $p \neq 1, -1$. Dizemos que p é primo se seus únicos divisores forem 1 e $|p|$. Caso contrário, dizemos que p é composto.

Definição 4: Sejam $a, b \in \mathbb{Z}^*$. Dizemos que $c \in \mathbb{Z}$ é um divisor comum de a e b se $c|a$ e $c|b$.

Se a e b são inteiros, pelo Princípio da Boa Ordem, o conjunto de todos os divisores comuns de a e b possui elemento máximo. Esse elemento é denominado máximo divisor comum de a *e* b, e é denotado por $mdc(a, b)$.

Definição 5: Sejam $a, b \in \mathbb{Z}^*$. Se $mdc(a, b) = 1$, dizemos que a e b são relativamente primos (ou primos entre si).

Finalizamos esta seção com o Algoritimo da Divisão, que garante a existência de um único par de quociente e resto ao realizarmos a divisão entre dois inteiros.

Teorema 1 (Algoritmo da Divisão): Sejam $a, b \in \mathbb{Z}$, com $b \neq 0$. Existem únicos inteiros q, r, tais que $a = b \cdot q + r$, com $0 \leq r < |b|$.

Os elementos q e r são denominados, respectivamente, quociente e resto da divisão de a por b.

2.2 CONGRUÊNCIA MÓDULO M

A partir da noção de divisibilidade apresentada na seção anterior, podemos compreender o conceito de congruência módulo m, como veremos a seguir.

Definição 6: Sejam $m \in \mathbb{Z}^*$e $a, b \in \mathbb{Z}$. Dizemos que a é congruente a b módulo m, ou que a e b são congruentes módulo m, se m divide $a - b$. Assim, denotamos por $a \equiv b \ mod \ m$. Caso contrário, denotamos por $a \not\equiv b \ mod \ m$.

Exemplo 2: Temos que $6 \equiv 1 \ mod \ 5$, pois $5|(6 - 1)$. Por outro lado, $6 \not\equiv 1 \ mod \ 4$, pois $4 \nmid (6 - 1)$.

A proposição a seguir apresenta uma equivalência para a definição de congruência módulo m e é bastante útil em diversas situações em que a noção de congruência é aplicada.

Proposição 1: Sejam $m \in \mathbb{Z}^*$e $a, b \in \mathbb{Z}$. Então, a é congruente a b módulo m se, e somente se, a e b possuem o mesmo resto na divisão por m.

Como veremos adiante, o sistema de Criptografia RSA é construído com base na função totiente de Euler, que será definida a seguir.

Definição 7: Dado $m \in \mathbb{Z}_+$, definimos a função totiente de Euler, denotada por $\phi(m)$, como a quantidade de números inteiros positivos menores ou iguais a m que são relativamente primos com m. Esta função satisfaz as seguintes propriedades:

(i) $\phi(1) = 1$;

(ii) Se m é primo, então $\phi(m) = m - 1$;

(iii) Se m e n são inteiros positivos primos entre si, então $\phi(m \cdot n) = \phi(m) \cdot \phi(n)$.

De forma equivalente, $\phi(m)$ é a quantidade de inteiros $1 \leq x \leq m$ tais que $mdc(x, m) = 1$.

Exemplo 3: Se $m = 8$, os inteiros menores ou iguais a 8 que são relativamente primos com 8 são $1, 3, 5\ e\ 7$. Logo $\phi(8) = 4$. Por outro lado, se $m = 11$, os inteiros positivos menores ou iguais a 11 que são relativamente primos com 11 são $1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$, ou seja, $\phi(11) = 10$. Sendo 11 primo, pelo item (ii) temos diretamente que $\phi(11) = 11 - 1 = 10$.

Embora não entremos em detalhes, a partir da função totiente de Euler e a congruência modular, obtêm-se importantes resultados da Teoria nos Números, como o Pequeno Teorema de Fermat, enunciado a seguir. Além disso, os cálculos necessários para codificar e decodificar mensagens no sistema de criptografia RSA baseiam-se nesses resultados.

Teorema 2 (Pequeno Teorema de Fermat): Sejam $a, p \in \mathbb{Z}$, com p primo e a não divisível por p. Então $a^{p-1} \equiv 1\ (mod\ p)$.

3 CRIPTOGRAFIA RSA

A criptografia RSA é um dos métodos de criptografia mais seguros atualmente e foi criada por Adi Shamir, Leonard Adleman e Ronald Rivest, matemáticos do Instituto de

Tecnologia de Massachusetts. O sistema de criptografia RSA é constituído por duas chaves assimétricas entre si, uma pública e outra privada. A chave pública é utilizada para cifrar uma mensagem e pode ser divulgada livremente. Já a chave privada é utilizada para decifrar a mensagem e deve ser mantida em sigilo por seu detentor. Esse sistema é amplamente utilizado na proteção de dados em ambientes digitais, sendo empregado, por exemplo, em sistemas bancários e em mecanismos de segurança da informação. A seguir, apresentamos o funcionamento básico do método.

Para criptografar uma mensagem, é necessário determinar os seguintes elementos:

- Escolher dois números primos, p e q, tais que $mdc(p, q) = 1$;
- Definir n, sendo $n = p \cdot q$;
- Determinar a função totiente de n. Como $n = p \cdot q$ e p e q são primos, pelos itens (ii) e (iii) da Definição 7, temos que $\phi(n) = (p-1) \cdot (q-1)$.
- Determinar $e \in \mathbb{Z}$, com $1 < e < \phi(n)$, tal que mdc(e, $\phi(n)$) = 1.
- Determinar $d \in \mathbb{Z}_+^*$, com $d < \phi(n)$, tal que $d \cdot e \equiv 1\ (mod\ \phi(n))$.

Assim, o par (e, n) é denominado chave pública, enquanto o par $(d, \phi(n))$ constitui a chave privada.

3.1 PRÉ-CODIFICAÇÃO

Para exemplificar a utilização do sistema de criptografia RSA na codificação de uma mensagem, consideraremos a palavra MATEMÁTICA. Inicialmente, atribuiremos valores numéricos a cada letra da palavra e, em seguida, procederemos à sua divisão em blocos. Para evitar ambiguidades, cada letra será representada por dois algarismos. Além disso, os números atribuídos a cada letra devem ser menores ou iguais a n.

Para manter a organização, adotaremos o Quadro 1. Ressalta-se que, nesse método, a acentuação gráfica da Língua Portuguesa é desconsiderada.

Quadro1 – Tranformação de letras em números

A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
N	**O**	**P**	**Q**	**R**	**S**	**T**	**U**	**V**	**W**	**X**	**Y**	**Z**
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35

Fonte: As autoras (2025).

Assim, para a palavra MATEMÁTICA, a separação em blocos é dada por:

$$22 - 10 - 29 - 14 - 22 - 10 - 29 - 18 - 12 - 10 \qquad (*)$$

3.2 CODIFICAÇÃO

Para a decodificação do bloco $22 - 10 - 29 - 14 - 22 - 10 - 29 - 18 - 12 - 10$, é necessário escolher um par de números primos p e q. Para simplificar, escolhemos valores menores, a saber, $p = 5$ e $q = 7$. Assim, obtemos $n = 5 \cdot 7 = 35$. Como 5 e 7 são primos, pela Definição 7, temos $\phi(35) = \phi(5) \cdot \phi(7) = 4 \cdot 6 = 24$.

Na sequência, determinamos e, tal que $1 < e < \phi(35)$ e mdc(e, $\phi(35)$) = 1, isto é, $1 < e < 24$ e mdc(e, *24*) = 1. Escolhemos $e = 5$.

Assim, a chave pública é dada por $(35, 5)$. A partir dessa chave, codificaremos cada bloco de (*) separadamente.

Denotando cada bloco por b e sua codificação por $C(b)$, temos

$$C(b) \equiv b^e \ (mod\ n), \text{ com } 0 < C(b) < n,$$

ou seja, $C(b)$ corresponde ao resto da divisão de b^e por n. Aplicando as propriedades da aritmética modular, obtemos:

- $C(22) \equiv 22^5 \equiv 22^2 \cdot 22^2 \cdot 22 \equiv 29 \cdot 29 \cdot 22 \equiv 18502 \equiv 22\ (mod\ 35)$
- $C(10) \equiv 10^5 \equiv 10^2 \cdot 10^2 \cdot 10 \equiv 30 \cdot 30 \cdot 10 \equiv 9000 \equiv 5\ (mod\ 35)$
- $C(29) \equiv 29^5 \equiv 29^2 \cdot 29^2 \cdot 29 \equiv 1 \cdot 1 \cdot 29 \equiv 29\ (mod\ 35)$
- $C(14) \equiv 14^5 \equiv 14^2 \cdot 14^2 \cdot 14 \equiv 21 \cdot 21 \cdot 14 \equiv 6174 \equiv 14\ (mod\ 35)$
- $C(22) \equiv 22^5 \equiv 22^2 \cdot 22^2 \cdot 22 \equiv 29 \cdot 29 \cdot 22 \equiv 18502 \equiv 22\ (mod\ 35)$
- $C(10) \equiv 10^5 \equiv 10^2 \cdot 10^2 \cdot 10 \equiv 30 \cdot 30 \cdot 10 \equiv 9000 \equiv 5\ (mod\ 35)$
- $C(29) \equiv 29^5 \equiv 29^2 \cdot 29^2 \cdot 29 \equiv 1 \cdot 1 \cdot 29 \equiv 29\ (mod\ 35)$
- $C(18) \equiv 18^5 \equiv 18^2 \cdot 18^2 \cdot 18 \equiv 9 \cdot 9 \cdot 18 \equiv 1458 \equiv 23\ (mod\ 35)$
- $C(12) \equiv 12^5 \equiv 12^2 \cdot 12^2 \cdot 12 \equiv 4 \cdot 4 \cdot 12 \equiv 192 \equiv 17\ (mod\ 35)$
- $C(10) \equiv 10^5 \equiv 10^2 \cdot 10^2 \cdot 10 \equiv 30 \cdot 30 \cdot 10 \equiv 9000 \equiv 5\ (mod\ 35)$.

Assim, obtemos a sequência codificada:

22 - 5 - 29 - 14 - 22 - 5 - 29 - 23 - 17 - 5.

3.3 DECODIFICAÇÃO

Para realizarmos a decodificação, utilizamos a chave privada, dada por $(d, \phi(n))$, em que $d < \phi$(n) e $d \cdot e \equiv 1(mod\ \phi(n))$.

Uma vez que $n = 35$, $\phi(35) = 24$ e $e = 5$, o valor de d deve satisfazer $d < 24$ e $d \cdot 5 \equiv 1\ (mod\ 24)$, o que nos fornece $d = 5$.

Denotando por a um bloco da mensagem codificada, definimos $D(a)$ como bloco decodificado, que deve satisfazer a congruência modular

$$D(a) \equiv a^d\ (mod\ n), \text{com } 0 < D(a) < n,$$

ou seja, $D(a)$ corresponde ao resto da divisão de a^d por n.

O objetivo da decofificação é recuperar o bloco original da mensagem, isto é, espera-se que $D(C(b)) = b$. Aplicando as propriedades da aritmética modular, obtemos:

- $D(22) \equiv 22^5 \equiv 22^2 \cdot 22^2 \cdot 22 \equiv 29 \cdot 29 \cdot 22 \equiv 18502 \equiv 22\ (mod\ 35)$
- $D(5) \equiv 5^5 \equiv 5^2 \cdot 5^2 \cdot 5 \equiv 25 \cdot 25 \cdot 5 \equiv 3125 \equiv 10\ (mod\ 35)$
- $D(29) \equiv 29^5 \equiv 29^2 \cdot 29^2 \cdot 29 \equiv 1 \cdot 1 \cdot 29 \equiv 29\ (mod\ 35)$
- $D(14) \equiv 14^5 \equiv 14^2 \cdot 14^2 \cdot 14 \equiv 21 \cdot 21 \cdot 14 \equiv 6174 \equiv 14\ (mod\ 35)$
- $D(22) \equiv 22^5 \equiv 22^2 \cdot 22^2 \cdot 22 \equiv 29 \cdot 29 \cdot 22 \equiv 18502 \equiv 22\ (mod\ 35)$
- $D(5) \equiv 5^5 \equiv 5^2 \cdot 5^2 \cdot 5 \equiv 25 \cdot 25 \cdot 5 \equiv 3125 \equiv 10\ (mod\ 35)$
- $D(29) \equiv 29^5 \equiv 29^2 \cdot 29^2 \cdot 29 \equiv 1 \cdot 1 \cdot 29 \equiv 29\ (mod\ 35)$
- $D(23) \equiv 23^5 \equiv 23^2 \cdot 23^2 \cdot 23 \equiv 4 \cdot 4 \cdot 23 \equiv 368 \equiv 18\ (mod\ 35)$
- $D(17) \equiv 17^5 \equiv 17^2 \cdot 17^2 \cdot 17 \equiv 9 \cdot 9 \cdot 17 \equiv 1377 \equiv 12\ (mod\ 35)$
- $D(5) \equiv 5^5 \equiv 5^2 \cdot 5^2 \cdot 5 \equiv 25 \cdot 25 \cdot 5 \equiv 3125 \equiv 10\ (mod\ 35)$

Agrupando os blocos, obtemos

22 - 10 - 29 - 14 - 22 - 10 - 29 - 18 - 12 – 10.

Retomando o Quadro 1, recuperamos a mensagem original: MATEMÁTICA.

3.4 PORQUE A CRIPTOGRAFIA RSA FUNCIONA?

Para demonstrar que o método descrito anteriormente é válido, devemos verificar que, ao decodificar um bloco codificado, obtemos o bloco correspondente da mensagem original. Assim, devemos provar que $D(C(b)) \equiv b\ (mod\ n)$.

Como visto anteriormente, $C(b) \equiv b^e \ (mod\ n)$ e $D(a) \equiv a^d \ (mod\ n)$ representam, respectivamente, os blocos codificado e decodificados. Logo, a decodificação de um bloco codificado pode ser expressa por

$$D\big(C(b)\big) \equiv (b^e)^d \equiv b^{ed} \ (mod\ n). \qquad (**)$$

Uma vez que $d \cdot e \equiv 1 \ (mod\ \phi(n))$, segue que

$$d \cdot e = 1 + k \cdot \phi(n), \qquad (***)$$

para algum $k \in \mathbb{Z}$. Como $e, d > 2$ e $\phi(n) > 0$, substituindo (***) em (**), obtemos:

$$b^{ed} \equiv b^{1+k\cdot\phi(n)} \equiv \left(b^{\phi(n)}\right)^k \cdot b \ (mod\ n).$$

Como $n = p \cdot q$, com p e q primos distintos, analisaremos a congruência módulo p e módulo q. Apresentamos o caso módulo p, sendo o caso módulo q análogo.

Temos $d \cdot e = 1 + k \cdot \phi(n)$, ou seja, $d \cdot e = 1 + k \cdot (p-1) \cdot (q-1)$.

Logo, $b^{ed} \equiv b(b^{p-1})^{k(q-1)} (mod\ p)$. Supondo que $p \nmid b$, pelo Pequeno Teorema de Fermat segue que

$$b^{p-1} \equiv 1 \ (mod\ p) \Rightarrow (b^{p-1})^{k(q-1)} \equiv 1^{k(q-1)} \ (mod\ p)$$

$$\Rightarrow b(b^{p-1})^{k(q-1)} \equiv b \cdot 1 \ (mod\ p) \Rightarrow b^{1+k(p-1)(q-1)} \equiv b \ (mod\ p)$$

$$\Rightarrow b^{ed} \equiv b \ (mod\ p).$$

Se, por outro lado, $p|b$, então $b \equiv 0 \ (mod\ p)$ e, assim, $b^{ed} \equiv b \ (mod\ p)$, para todo $b \in \mathbb{Z}$. Portanto, em todos os casos, temos: $b^{ed} \equiv b \ (mod\ p)$. De modo análogo, obtemos $b^{ed} \equiv b \ (mod\ q)$.

Uma vez que $b^{ed} \equiv b \ (mod\ p)$ e $b^{ed} \equiv b \ (mod\ q)$, existem $l, t \in \mathbb{Z}$ tais que $b^{ed} = b + t \cdot p$ e $b^{ed} = b + l \cdot p$, ou seja, $b^{ed} - b = t \cdot p$ e $b^{ed} - b = l \cdot q$. Assim, $b^{ed} - b$ é um divisor comum de p e q e, sendo p e q relativamente primos, segue que $p \cdot q | (b^{ed} - b)$, ou seja $n | (b^{ed} - b)$, pois $n = p \cdot q$. Logo, $b^{ed} \equiv b \ (mod\ n)$ e, de (***) temos que

$$D\big(C(b)\big) \equiv (b^e)^d \equiv b^{ed} \ (mod\ n) \equiv b \ (mod\ n).$$

Portanto, $D\big(C(b)\big) = b$, o que confirma que os métodos descritos nas seções anteriores pra codificar e decodificar uma mensagem estão corretamente definidos.

para a docência. Tais experiências favorecem o desenvolvimento de uma prática pedagógica que articula o rigor formal da Matemática com abordagens que tornam seus conceitos mais claros e acessíveis.

AGRADECIMENTOS

À Pró-Reitoria de Pós-Graduação (PROPG) da Universidade Federal do Paraná, pelo apoio financeiro durante o período de vigência do projeto de Iniciação Científica que deu origem a este trabalho.

REFERÊNCIAS

CASTRO, F. L. **Criptografia RSA:** uma abordagem para professores do ensino básico. Orientador: Alveri Alves Sant'Ana. 2014. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Matemática, Porto Alegre, 2014.

CERQUEIRA JUNIOR, L. **Criptografia RSA:** uma aplicação da teoria dos números. Orientador: Eleazar Madriz Lozada. 2015. 58 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Cruz das Almas, 2015.

MILIES, C.; COELHO, S. **Números:** Uma Introdução à Matemática. 3. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2013.

OLIVEIRA, G.; FONSECA, R. A teoria dos números na formação de professores de matemática: (in)compreensões acerca da primalidade e do Teorema Fundamental da Aritmética. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 23, n. 4, p. 881-898, 2017. DOI. https://doi.org/10.1590/1516-731320170040015. Acesso em 11 mar. 2025.

TEIXEIRA, M. **Números inteiros e Criptografia RSA.** Orientadora: Thaís Monis. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2020.

Capítulo 3

Pontes de Einstein-Rosen

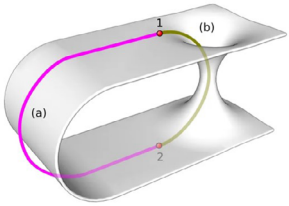
Larissa Núbia Juliano Lopes
Eddy Oliveira de Almeida
Carlos H. Coimbra-Araújo

1. Introdução

Em alguns filmes e histórias de ficção científica, as naves espaciais frequentemente utilizam atalhos para se deslocar entre partes distantes do universo, viajando através de buracos de minhoca, uma espécie de túnel espaço-temporal. Esses túneis são apresentados com bastante recorrência em filmes, séries e desenhos animados. De onde os idealizadores dessas obras retiraram esse conceito? Será que eles existem? Como foram idealizados?

Esses túneis são designados por um termo muito específico: "pontes de Einstein-Rosen", em homenagem aos físicos que primeiro calcularam a física desses objetos. Algumas vezes essas pontes também são chamadas "buracos de minhoca". A Fig. 1 mostra uma situação hipotética e artística de como seriam essas passagens através do espaço-tempo.

Figura 1 - A ponte de Einstein-Rosen (buraco de minhoca) cria um atalho entre dois pontos a partir de um túnel através do espaço-tempo. Veja que o caminho entre os pontos 1 e 2 é menor quando se atravessa o buraco de minhoca

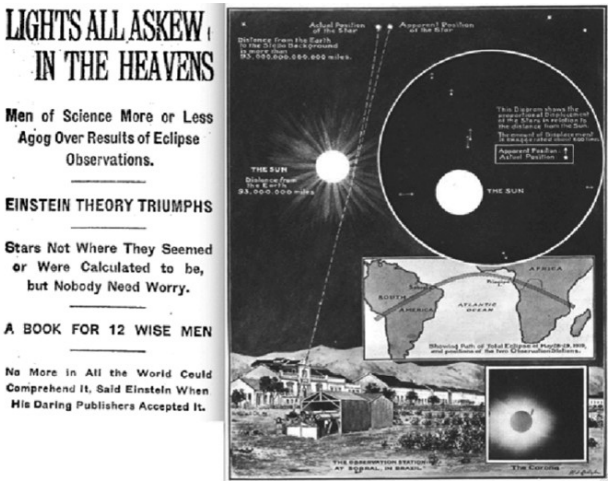


Fonte: NatGeo (2025).

Na época da concepção desse conceito, Albert Einstein morava nos Estados Unidos. Há tempos já era uma celebridade mundial: o símbolo do arquétipo do cientista, uma referência tanto no meio científico quanto na cultura pop. Todos sabiam quem era Einstein e o principal motivo veio, possivelmente, das previsões que fizera usando a sua teoria da relatividade geral. Ao prever com sucesso a distorção da luz de

estrelas ao redor do Sol, seus cálculos teóricos precisos foram confirmados na expedição do astrônomo Arthur Eddington à Ilha do Príncipe e a Sobral, Ceará, Brasil. A expedição mediu o ângulo de deflexão da luz estelar ao redor do Sol durante o eclipse total de 1919. A manchete do *New York Times* do dia 10 de novembro de 1919 dizia estridente: "Luzes distorcidas no céu – teoria de Einstein triunfa" (Fig. 2).

Figura 2 - Matéria do New York Times sobre o eclipse de 1919



LIGHTS ALL ASKEW IN THE HEAVENS

Men of Science More or Less Agog Over Results of Eclipse Observations.

EINSTEIN THEORY TRIUMPHS

Stars Not Where They Seemed or Were Calculated to be, but Nobody Need Worry.

A BOOK FOR 12 WISE MEN

No More in All the World Could Comprehend It, Said Einstein When His Daring Publishers Accepted It.

Actual Position of the Star
Apparent Position of the Star
THE SUN
AFRICA
SOUTH AMERICA
ATLANTIC OCEAN

Fonte: Martins (2015).

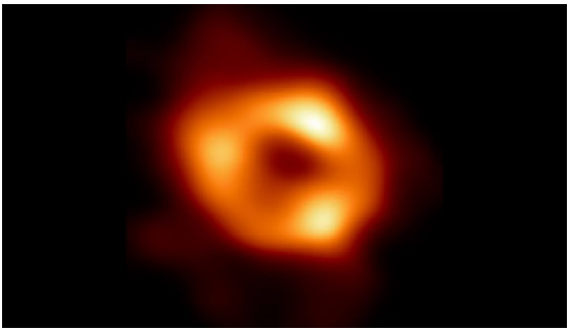
Einstein ocupava uma posição sólida como professor de física na Alemanha durante a década de 1920. Contudo, com a ascensão do nazi-fascismo, decidiu deixar o país. Em 1933, aceitou o convite para integrar o recém-fundado Instituto de Estudos Avançados de Princeton, nos Estados Unidos. Enquanto aguardava a conclusão das instalações do Instituto, permaneceu no Departamento de Matemática da Universidade de Princeton e, em 1935, solicitou um visto permanente para fixar residência definitiva no país. Foi nesse período que desenvolveu, em colaboração com colegas do Instituto, ideias de fronteira que marcaram a física teórica daqueles tempos. Entre esses colaboradores estavam Nathan Rosen e Boris Podolsky, cujas contribuições são centrais para o presente trabalho. A pesquisa desses cientistas se desenvolveu tanto em torno da relatividade geral, apresentada por Einstein em 1916, quanto a partir das concepções nascentes do que hoje chamamos "buracos negros".

A partir dessas concepções, o presente trabalho introduz alguns tópicos relacionados aos resultados obtidos nos últimos quatro anos do projeto de pesquisa Cosmologia e Astrofísica de Objetos Compactos, no âmbito do Departamento de Engenharias e Exatas e do curso de Licenciatura de Ciências Exatas do Setor Palotina da Universidade Federal do Paraná. Para além do conteúdo científico, este capítulo também se insere no contexto formativo da Licenciatura em Ciências Exatas da UFPR, Setor Palotina. O estudo de temas como buracos negros, relatividade geral e pontes de Einstein-Rosen, ainda que avançados, desempenha um papel importante na formação de professores de Ciências, ao promover o desenvolvimento do pensamento crítico, da capacidade de abstração e da compreensão da natureza da ciência como construção histórica e dinâmica. As atividades desenvolvidas no âmbito do projeto Cosmologia e Astrofísica de Objetos Compactos, incluindo orientações de Iniciação Científica, contribuíram para aproximar os licenciandos da pesquisa em Física teórica, favorecendo o contato com problemas abertos da ciência contemporânea e estimulando a autonomia intelectual e a formação científica dos estudantes. Os resultados são detalhados a seguir, de um ponto de vista qualitativo e pedagógico.

2. Buracos negros

Buracos negros são objetos astrofísicos que se caracterizam como soluções muito exóticas da chamada "teoria da relatividade geral" de Einstein. Eles funcionam como uma espécie de "estrela escura" cuja atração gravitacional é tão grande que nem a própria luz consegue escapar deles (Saa, 2016). Por isso, foram apelidados em 1967 por John Archibald Wheeler de ***black holes*** (buracos negros). Wheeler é o mesmo que cunhou o apelido de ***wormhole*** (buraco de minhoca) para o fenômeno das pontes de Einstein-Rosen. Atualmente os buracos negros são objetos amplamente aceitos na comunidade científica. As evidências observacionais acumuladas nas últimas décadas abrangem desde o rastreamento das órbitas de estrelas no centro da nossa galáxia, passando pela detecção de ondas gravitacionais provenientes da colisão de buracos negros, até a observação da luz e das sombras ao redor deles em núcleos de algumas galáxias. A Fig. 3 mostra a foto obtida a partir das observações do buraco negro no centro de nossa galáxia em 2022.

Figura 3 - Foto do material luminoso e padrões de sombra em torno do buraco negro no centro de nossa galáxia



Fonte: Akiyama *et al.* (2022).

A primeira aparição do conceito de "estrela escura", cujos campos gravitacionais impedem o escape da luz, veio no século XVIII, com o filósofo natural britânico John Michell. Naquela época já era fato conhecido que a luz tem uma velocidade limitada, isto é, a luz não se desloca instantaneamente entre dois pontos. Michell utilizou as Leis de Newton para determinar qual deveria ser a massa de um objeto de tal forma que nem mesmo a luz conseguisse escapar de sua gravidade. Ele chamou esses objetos hipotéticos de "estrelas escuras". De forma independente, o matemático francês Pierre-Simon Laplace chegou à mesma conclusão usando o mesmo princípio, partindo do pressuposto de que a luz tinha natureza corpuscular e, portanto, possuía massa.

Esse fenômeno também tem raízes na teoria da relatividade geral a partir da primeira solução das equações de Einstein, encontrada em 1916 pelo físico alemão Karl Schwarzschild, em pleno front da Primeira Guerra Mundial. Sua solução descrevia não só o objeto, mas também as regiões externa e interna desse estranho objeto. Na época, Schwarzschild não percebeu que se tratava da "estrela escura" de Michell e Laplace. Mais tarde as conexões foram surgindo: russos chamaram o objeto de "estrela congelada"; e os físicos norte-americanos, como vimos, de "buraco negro" (Coimbra-Araújo, 2016).

Como as equações de campo de Einstein permitem uma vasta gama de possibilidades, Schwarzschild resolveu o caso mais simples possível: um buraco negro que possuía apenas massa, sendo estático (sem rotação) e sem carga elétrica. Essa se tornou uma das soluções fundamentais para o estudo desses objetos (Soares; Menezes, 2023). Uma das características básicas desse tipo de buraco negro é a presença de uma

"singularidade" física (presente em seu núcleo, com densidade tão grande que a física atual não consegue explicar como a matéria se comporta ali) e o denominado "horizonte de eventos" ou a fronteira a partir da qual nada, nem mesmo a luz, consegue escapar.

Na esteira desses achados, os físicos Reissner e Nordström calcularam, entre 1916 e 1918, uma solução semelhante, porém utilizando as equações de Maxwell para descrever um buraco negro que, além da massa, também possui carga elétrica. De forma resumida, sua solução descreve um buraco negro estático e carregado. A partir dessa solução, surge uma outra região interessante: o horizonte de eventos generalizado (ou externo). Quase meio século depois, em 1963, o físico Roy Patrick Kerr descreveu uma métrica que leva em consideração a rotação do sistema. Sem utilizar as equações de Maxwell, ele descreveu uma estrutura complexa que possui uma região denominada "ergosfera" (região de arrasto do espaço-tempo devido a essa rotação). Apesar de não ter carga elétrica, nessa região um objeto ainda pode entrar e sair (Castiñeras, 2006).

Em 1965, Kerr e Ezra Theodore Newman conseguiram encontrar uma solução que unia as duas características anteriores: a rotação (momento angular) e a carga elétrica. Essa é a chamada "métrica de Kerr-Newman". Por ser a junção das duas, tal solução apresenta a estrutura mais completa. De fora para dentro, encontramos as seguintes regiões: a ergosfera, da solução de Kerr; a região eletricamente carregada presente na métrica de Reissner-Nordstrom; o horizonte de eventos presente na solução de Schwarzschild; e, por fim, a singularidade central. Além dessas métricas (soluções), surgiram outras mais complexas que não mencionaremos aqui, mas que, em essência, tratam de diferentes composições para a singularidade central.

Embora essas diferentes soluções matemáticas possam parecer abstratas, elas revelam a enorme riqueza da relatividade geral ao descrever possíveis estruturas do espaço-tempo. Entre essas possibilidades, surgem configurações ainda mais exóticas, que levam à ideia dos chamados buracos de minhoca.

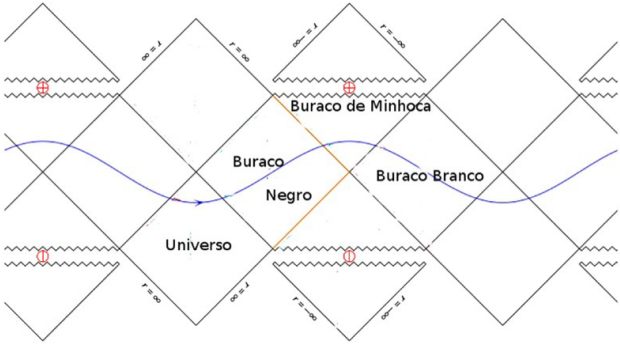
3. Buracos de minhoca

Nesse contexto, algumas soluções das equações da relatividade geral permitem estruturas ainda mais intrigantes, conhecidas como pontes de Einstein-Rosen, ou buracos de minhoca. Desenvolvidas por

Albert Einstein e Nathan Rosen em 1935 e comumente conhecidas como "buraco de minhoca", tais pontes representam um fenômeno que, **do ponto de vista matemático, conectam diferentes regiões do espaço-tempo. No entanto, nas soluções originais, essas estruturas não são atravessáveis, pois o túnel colapsa rapidamente**. Uma ponte de Einstein-Rosen seria capaz de conectar um buraco negro – onde toda a matéria e até mesmo a luz são capturadas caindo em seu horizonte de eventos – a um buraco branco. **O buraco branco é uma solução teórica da relatividade geral ainda sem evidência observacional que corresponderia ao comportamento inverso de um buraco negro.**

A ideia das pontes de Einstein-Rosen surge originalmente da análise da solução de Schwarzschild estendida, embora outras soluções da relatividade geral, como a de Reissner-Nordström, também apresentem estruturas matemáticas que admitem regiões múltiplas conectadas. Por exemplo, tais pontes, por sua vez, poderiam existir a partir da remoção da singularidade de um buraco negro na solução de Reissner-Nordström. A visualização delas é facilitada a partir dos chamados "diagramas de Carter-Penrose" para a métrica deste tipo de buraco negro (vide Fig. 4).

Figura 4 - Diagrama de Carter-Penrose de um buraco de minhoca de Reissner-Nordström



Fonte: Coimbra-Araújo (2016).

A história de criação dessas passagens através do espaço-tempo começa em 1916, quando Albert Einstein apresentou ao mundo sua teoria da relatividade geral, que continua sendo até hoje o modelo de referência para explicar a gravitação. Duas décadas mais tarde, em parceria com Nathan Rosen, Einstein publicou um trabalho demonstrando que, dentro da própria estrutura matemática da relatividade geral, surge na-

turalmente uma configuração de espaço curvo capaz de conectar regiões distantes do espaço-tempo por meio de um túnel.

Nathan Rosen, físico judeu-americano, iniciou sua formação em engenharia eletromecânica antes de se dedicar à física. Obteve o doutorado em 1932 e, apenas dois anos depois, aos vinte e cinco anos, tornou-se assistente de Einstein no Instituto de Estudos Avançados de Princeton. Já Boris Podolsky foi um físico judeu-russo que havia trabalhado com Paul Dirac e passado por diversas universidades europeias. Em Princeton, atuou com uma bolsa de estudos, e sua colaboração com Einstein se revelou tão produtiva que o próprio Einstein escreveu cartas de recomendação em seu favor, indicando-o para ocupar uma posição de professor em uma universidade de prestígio dos Estados Unidos. Dessa forma, aquele ano de 1935 foi interessantíssimo no que concerne aos debates de Einstein com seus colegas.

Num primeiro artigo publicado em maio daquele ano com Podolsky e Rosen, Einstein tentou questionar a visão da Escola de Copenhagen sobre a mecânica quântica. Nessa visão de Einstein-Podolsky-Rosen (EPR), a mecânica quântica só funcionaria se efetivamente tivesse estados prévios muito bem definidos. Se a visão de Copenhagen estivesse correta – a de que a função de onda de um sistema quântico só se colapsa em estados bem definidos quando o sistema é observado – então a mecânica quântica inevitavelmente seria uma teoria incompleta. No experimento mental realizado por eles, duas partículas são preparadas por um estado "emaranhado". Nesse caso, ao se separar as partículas por quilômetros, medir alguma propriedade de uma partícula determina instantaneamente o resultado da outra. Isso não deveria acontecer, pois comunicações à distância nunca podem ser instantâneas, já que a velocidade da luz é limitada pela teoria da relatividade restrita. Dessa forma, eles defendiam a existência de "variáveis ocultas" que explicassem os resultados sem recorrer a efeitos não-locais. Esse paradoxo é hoje conhecido como "paradoxo EPR".

As desigualdades de Bell, da década de 1960, e os experimentos de Aspect e Zeilinger, da década de 1990, mostraram que a ideia de Einstein e seus colegas não estava correta, pois aparentemente a visão de Copenhagen de não-localidade e colapso quântico fazia sentido experimental. No entanto, a ideia de emaranhamento, criada por Einstein, acabou por ser extremamente útil: o próprio emaranhamento inicial faz com que as partículas compartilhem suas propriedades quânticas já na preparação do experimento, evitando, dessa forma, conflitos com a relati-

vidade restrita. Os experimentos motivados pelo paradoxo EPR originaram a ideia de teletransporte quântico e o nascimento da denominada "computação quântica".

Num segundo artigo, desta vez somente com Rosen, publicado em julho de 1935, Einstein desenvolveu uma nova solução de sua teoria da relatividade geral. Nessa solução dois pontos distintos do espaço-tempo poderiam estar conectados por uma espécie de "túnel". Esse túnel hoje é tecnicamente conhecido como "ponte de Einstein-Rosen", mais tarde carinhosamente apelidado por John Wheeler de "buraco de minhoca". Ao contrário do que muitos poderiam imaginar, o propósito inicial de Einstein e Rosen não foi o de propor viagens mais rápidas do que a luz ou deslocamentos entre universos, mas sim oferecer uma interpretação das partículas elementares (NatGeo, 2025). Einstein e Rosen queriam entender, por exemplo, os elétrons, modelando-os como túneis espaciais atravessados por linhas de força elétrica.

Diante dessa estrutura complexa dos buracos negros, surgem questões fundamentais sobre seus aspectos termodinâmicos e quânticos, levando a um dos problemas mais profundos da física moderna.

4. Conexões com o paradoxo da informação

A hipótese das pontes de Einstein-Rosen poderia mesmo apresentar formas de resolver um dos paradoxos mais importantes existentes atualmente, o paradoxo da informação em buracos negros. Esse paradoxo surgiu poucos anos após Stephen Hawking lançar seu artigo intitulado *Particle Creation by Black Holes* ("Criação de Partículas por Buracos Negros"), em 1974, em que mostrou ao mundo pela primeira vez sua descoberta, até então teórica, denominada "radiação Hawking" (De Santi; Santarelli, 2019).

Hawking reestudou a formação de buracos negros por colapso gravitacional de uma estrela e como afetam os campos quânticos por meio de seu horizonte de eventos, com base nos princípios da mecânica quântica. Observadores estáticos distantes conseguiriam ver um fluxo de partículas elementares saindo do buraco negro, o que contradiz o que o próprio físico julgava ser uma ideia improvável. Hawking mostrou, também, que tal fluxo em buracos negros estáticos possuiria temperatura bem definida, inversamente proporcional à massa, fazendo com que a entropia fosse, de fato, proporcional à área (Filho; De Araújo, 2007). A energia para esse processo de irradiação é fornecida pelo próprio bu-

raco negro que acabaria criando pares de fótons virtuais, que sofreriam um decaimento se tornando pares reais de partícula-antipartícula. Nesse processo, uma das partículas poderia cair no horizonte de eventos do buraco negro, enquanto a outra escaparia para o universo carregando consigo uma certa energia térmica. Assim, Hawking concretizou o conceito de radiação Hawking: "O horizonte de eventos do buraco negro perturba de tal maneira o vácuo quântico que parte das partículas virtuais são convertidas em reais à custa da energia dele. Essas partículas, produzidas na vizinhança externa do buraco negro; escapam para o espaço exterior, onde podem ser observadas como um fluxo térmico, conferindo temperatura e entropia ao buraco negro." (Castiñeiras *et al.*, 2006, p. 73).

Ao passo em que tal processo ocorre, Hawking notou que o buraco negro, ao emitir energia, possui um acréscimo na sua temperatura, assim contrariando a segunda lei da Termodinâmica, que dita que um corpo, ao emitir energia, possui um decréscimo na sua temperatura. Nesse processo, o buraco negro consequentemente acabaria evaporando. Esse esquema termodinâmico inovador dita o denominado "Paradoxo da Informação": a informação que se "aloja" no buraco negro vai para onde depois que ele evapora?

Apesar do sucesso obtido na descoberta desse conceito teórico, ainda havia flancos a serem resolvidos. Por exemplo, como conciliar a radiação Hawking com a característica central dos buracos negros, a de que nada pode escapar de seu interior? A solução para esse possível paradoxo se encontrava na própria concepção de vácuo. Associado ao estado de mínima energia, o vácuo denota a ausência total de matéria e radiação em uma dada região. "Mas o que restaria depois de se extrair todas as partículas de matéria e radiação, levando a região ao mais perfeito vácuo? Segundo a mecânica quântica, a região continuaria povoada por uma legião de partículas, denominadas virtuais, que não podem ser removidas. Ademais, elas surgem e se aniquilam aos pares, tão rapidamente que sua detecção direta é impossível." (Castiñeiras *et al.*, 2006, p. 73).

Uma das grandes questões ligadas à radiação Hawking é a chamada "**evaporação completa" dos buracos negros**. Se essa radiação for estritamente térmica, ela não teria como carregar todas as informações da matéria que caiu no buraco negro, já que este só retém três propriedades fundamentais: **massa, carga elétrica e momento angular**. Isso implicaria na destruição irrecuperável de informação. Para enfrentar esse dilema, três hipóteses principais são discutidas na literatura: (1) a mecâ-

nica quântica precisaria ser reformulada para lidar com situações extremas como a dos buracos negros; (2) em uma teoria completa de gravitação quântica, a radiação Hawking poderia apresentar pequenos desvios de termalidade, nos quais estaria codificada toda a informação engolida; e (3) a informação poderia realmente se perder, ou escapar por meio de correlações quânticas sutis ainda não totalmente compreendidas, o que manteria o paradoxo em aberto e alimentaria o debate sobre os fundamentos da física moderna. Uma quarta especulação é a de que o buraco negro não evapore de todo, mas deixe algum resíduo, onde aquela informação ficaria depositada.

Uma possibilidade especulativa é a de que estruturas como pontes de Einstein-Rosen possam estar relacionadas à preservação da informação. Nesse cenário, em condições ainda não completamente compreendidas, a informação poderia ser correlacionada ou codificada em regiões conectadas do espaço-tempo. No entanto, essa hipótese permanece no campo teórico e não constitui uma solução estabelecida para o paradoxo da informação em buracos negros.

5. Considerações finais

No contexto da Licenciatura em Ciências Exatas, a abordagem dos temas aqui discutidos contribui diretamente para a formação de futuros professores, ao ampliar sua visão sobre o alcance e os limites do conhecimento científico. A participação em atividades de Iniciação Científica permite aos estudantes desenvolver habilidades como leitura de textos especializados, argumentação científica, formulação de problemas e compreensão de modelos teóricos complexos. Além disso, a inserção em projetos de pesquisa fortalece a identidade do curso e evidencia seu compromisso com uma formação que integra ensino, pesquisa e reflexão crítica sobre a ciência.

No que concerne ao tema específico abordado, a formulação das pontes de Einstein-Rosen, inicialmente concebidas como uma interpretação das partículas elementares, acabou por se tornar uma das ideias mais fascinantes da física teórica, alimentando discussões sobre a estrutura do espaço-tempo e a possibilidade de conexões entre regiões distantes ou universos paralelos. Essas contribuições se entrelaçam com problemáticas modernas, como o paradoxo da informação em buracos negros, levantado a partir da descoberta da radiação Hawking. A hipótese de que informações poderiam escapar por meio de pontes de Eins-

tein-Rosen antes da evaporação completa de um buraco negro mostra como conceitos formulados há quase um século continuam sendo revisitados para tentar resolver dilemas atuais. Outro ponto importante é que trabalhos mais recentes sugerem possíveis conexões entre emaranhamento quântico e pontes de Einstein-Rosen (a conjectura ER = EPR), indicando que essas estruturas podem desempenhar um papel conceitual na unificação entre gravitação e mecânica quântica.

Dessa forma, a pesquisa aqui abordada ilustra como a física é um campo em constante diálogo entre passado e presente, em que ideias aparentemente especulativas podem se transformar em ferramentas indispensáveis para compreender os mistérios mais profundos do universo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do CNPq, Fundação Araucária e Universidade Federal do Paraná.

Referências

AKIYAMA, K.; *et al*. First Sagittarius A* Event Horizon Telescope results. I. The shadow of the supermassive black hole in the center of the Milky Way. *The Astrophysical Journal Letters*. Vol. 930, p. L12, 2022.

COIMBRA-ARAÚJO, C.H. Diagramas de Carter-Penrose em Relatividade Geral: buracos negros e outros exemplos explícitos. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 38, nº 3, e3305, São Paulo, 2016.

CASTIÑEIRAS, J. *et al*. Singularidade e Informação. Scientific American Brasil. Edição especial: Stephen Hawking, abril, 2006.

FILHO, J.B.B.; DE ARAÚJO, R.M.X. A Entropia de Hawking para Buracos Negros: um Exercício de Análise Dimensional. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 4, p. 527-533, 2007.

DE SANTI, N.S.M. SANTARELLI, R. Desvendando a Radiação Hawking. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 41, nº 3, e20180312. São Paulo, Janeiro, 2019.

MARTINS. R, A. A Origem Histórica da Relatividade Especial. São Paulo: Livraria da Física, 2015.

NATGEO. O que é um buraco de minhoca? Conceito saído da teoria da relatividade de Einstein prevê viagem no tempo. National Geographic Brasil, Junho, 2025. Disponível em: https://www.nationalgeographicbrasil.com/ciencia/2025/06/o-que-e-um-buraco-de-minhoca-conceito-saido-da-teoria-da-relatividade-de-einstein-preve-viagem-no-tempo. Acesso em: 16 abril 2026.

SAA, Alberto. Cem anos de buracos negros: o centenário da solução de Schwarzschild. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 38, nº 4, e4201. São Paulo, 2016.

SOARES, M. S.; MENEZES, G. Uma discussão sobre buracos negros quânticos. Cadernos de Astronomia, vol. 4, nº 1, Rio de Janeiro, 2023.

Capítulo 4

O tripé que sustenta a formação: relato de uma vivência entre ensino, pesquisa e extensão

Maisa Fernanda da Cunha
Luciana Paula Vieira de Castro
Denis Rogério Sanches Alves

1. Linhas iniciais

As atividades de ensino, pesquisa e extensão constituem o tripé fundamental das ações desenvolvidas na universidade. Em cursos de licenciatura, é essencial que o estudante, para além das disciplinas teóricas, tenha contato com essas diferentes formas de contribuir para sua formação, de modo a consolidar uma prática docente ampla e crítica (Cunha et al., 2026a). Como afirmam Assis e Bonifácio (2011, p. 41),

> A articulação que deve existir entre ensino, pesquisa e extensão se justifica porque os três devem estar presentes na Universidade, colaborando e complementando o conhecimento. O conhecimento advindo da extensão deve ser problematizado e divulgado por meio de uma produção científica, o ensino deve se utilizar de pesquisas para não trabalhar apenas com conhecimentos já consagrados, enfim, estes três níveis possuem uma interdependência, na qual a Universidade se baseia para desenvolver uma boa proposta de formação profissional.

Freire (1996) contribui com essa perspectiva ao refletir sobre as influências docentes na construção do saber, defendendo que o licenciado, desde sua formação, deve compreender que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para produzi-lo ou construí-lo socialmente. Nesse sentido, o ambiente acadêmico busca desenvolver, em conjunto com os professores, projetos que envolvam a comunidade na qual a universidade está inserida, de modo a gerar novos conhecimentos e inserir os licenciandos no tripé ensino-pesquisa-extensão (Falcão; Leite, 2019). Segundo Sleutjes (1999, p. 110, grifo nosso),

> **Na relação ensino-pesquisa-extensão reside a própria essência do fazer universitário**. No momento em que se dissociar o ensino da pesquisa e da extensão, a universidade estará fragilizada, pois o ensino e a pesquisa são elementos que, quando intimamente relacionados, aumentam de forma concreta a produção de conhecimento.

É neste contexto que se insere a presente pesquisa, desenvolvida a partir das experiências vivenciadas por uma das autoras[1] deste trabalho, evidenciando a importância dessas experiências ao longo dos anos de graduação no curso de Licenciatura em Ciências Exatas - Matemática da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor Palotina. A participação gradual em projetos de ensino, pesquisa e extensão, especialmente na área de Educação Matemática, possibilitou à autora diferentes experiências que contribuíram para a articulação entre teoria e prática, além de favorecer o desenvolvimento da escrita acadêmica por meio das publicações resultantes dessas atividades, possibilitando, assim, seu ingresso no mestrado[2].

Importa destacar que a estudante é oriunda de escola pública, tendo ingressado na instituição por meio do Sistema de Seleção Unificada (Sisu), do Ministério da Educação (MEC). Concluiu o Ensino Médio no período noturno, em 2021, enquanto trabalhava em período integral. Considerando que as disciplinas da graduação, de modo geral, demandam elevado tempo de dedicação - especialmente aquelas relacionadas à matemática pura -, é relevante destacar que a dedicação integral da estudante ao curso, ao longo de três anos e meio, foi fundamental para seu desempenho acadêmico. Nesse sentido, as atividades e bolsas mencionadas foram essenciais para a permanência e o sucesso na graduação, sobretudo diante das lacunas de aprendizagem decorrentes da conclusão da educação básica durante o período de pandemia[3], o que exigiu um esforço adicional e contínuo de dedicação às atividades acadêmicas.

1. Ressalta-se que, ao longo deste capítulo, se refere à primeira autora do trabalho como personagem principal das atividades aqui descritas, a fim de evidenciar as atividades realizadas ao longo da graduação. Os demais autores participaram na trajetória da mesma como orientadores de Iniciação Científica, professores de disciplinas e, posteriormente, orientadores do mestrado, contribuindo significativamente para a narrativa construída neste trabalho.

2. O mestrado mencionado refere-se ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas (PPGECEMTE) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor Palotina, iniciado em 2021. O programa contempla as seguintes linhas de pesquisa: Abordagens metodológicas na Educação em Ciências e na Educação Matemática; Filosofia, história e sociologia da Educação em Ciências e da Educação Matemática; e Tecnologias da informação e comunicação na Educação em Ciências e na Educação Matemática. A estudante em questão ingressou no mestrado em fevereiro de 2026, sob orientação dos demais autores deste trabalho, na linha de pesquisa "Abordagens metodológicas na Educação em Ciências e na Educação Matemática".

3. Em 11 de março de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) decretou a pandemia da Covid-19, período em que as aulas foram suspensas. A estudante mencionada retornou às aulas presenciais somente em setembro de 2021.

Tendo em vista explicitar a contribuição da tríade ensino-pesquisa-extensão para a formação docente, este trabalho busca discorrer sobre as experiências da autora ao longo do curso de Licenciatura em Ciências Exatas. O capítulo apresenta uma narrativa construída coletivamente pelos autores, a partir das vivências da autora mencionada em projetos de extensão, iniciação científica, monitoria, eventos, entre outros, com o objetivo de evidenciar as contribuições dessas atividades para a formação docente, bem como analisar de que forma essa participação propiciou a ampliação da visão docente da autora.

2. Percursos metodológicos

Este trabalho é de cunho qualitativo, o que, conforme Lüdke e André (1986), permite um entendimento aprofundado do objeto de estudo, além de valorizar os significados que os sujeitos atribuem aos fenômenos. Baseando-se em um relato construído pela autora (ver seção Apêndice) acerca da participação em projetos de extensão, iniciação científica, monitoria, eventos, entre outros, e buscando evidenciar a contribuição da tríade ensino-pesquisa-extensão para a formação docente, este trabalho discorre sobre as experiências da autora ao longo do curso de Licenciatura em Ciências Exatas.

Por meio de um estudo de caso, busca-se analisar o percurso acadêmico da autora em questão. Segundo Lüdke e André (1986, p. 21), ao discutirem o que diferencia o estudo de caso de outras abordagens de pesquisas, afirmam que:

> [...] A preocupação central ao desenvolver esse tipo de pesquisa é a compreensão de uma instância singular. Isso significa que o objeto estudado é tratado como único, uma representação singular da realidade que é multidimensional e historicamente situada. Desse modo, a questão sobre o caso ser ou não "típico", isto é, empiricamente representativo de uma população determinada, torna-se inadequada, já que cada caso é tratado como tendo um valor intrínseco.

Em um primeiro momento, buscou-se uma temática que abarcasse toda a trajetória acadêmica da estudante; assim, surgiu a proposta deste trabalho, com foco em relatar a relevância da participação em atividades de ensino-pesquisa-extensão, além de destacar como essas são essenciais para a formação docente, uma vez que a estudante teve contato com as três vertentes durante a graduação. Em um segundo mo-

mento, foi elaborado o relato pessoal da estudante e, a partir disso, as demais seções do trabalho foram estruturadas.

3. Resultados e discussão

A análise das experiências em projetos de ensino, pesquisa e extensão da autora revela contribuições significativas para o processo de formação docente. Os resultados estão organizados em três eixos centrais, alinhados ao relato apresentado na seção Apêndice:

1. Participação em projetos/atividades de ensino:

A experiência como monitora[4] na disciplina de Cálculo I oportunizou à estudante a prática docente, além de permitir a revisão e o aprofundamento dos conteúdos de Limites e Derivadas, abordados ao longo da disciplina. Dessa forma, a monitoria contribuiu para um primeiro contato efetivo com a docência, em especial, com o Magistério, por oportunizar o ensino de Cálculo, além de possibilitar o desenvolvimento de postura profissional, estratégias de ensino e didática.

Nesse contexto, houve contribuições não apenas para a prática docente, mas também para o desenvolvimento da postura em situações acadêmicas formais, como seminários, eventos e apresentações orais, que exigem comunicação em público. Assim, além de contribuir para a formação acadêmica, a monitoria proporcionou crescimento profissional e pessoal de forma concomitante. Pode-se concluir, portanto, que a monitoria concluiu seus objetivos: contribuiu para o interesse em seguir a carreira acadêmica, iniciando no mestrado em fevereiro de 2026, e oportunizou o aprofundamento dos conteúdos da disciplina.

2. Participação em projetos/atividades de pesquisa:

A participação no projeto de pesquisa "A formação de professores que ensinam Ciências e Matemática nos anos iniciais da região de Palotina"[5] oportunizou à estudante um primeiro contato com a pesqui-

4. Segundo a Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Pró-Reitoria de Graduação e Educação Profissional (PROGRAP) (1999, p. 1), a participação em atividades de monitoria oportunizará ao estudante competências pedagógicas para o Magistério, despertando o interesse para uma carreira acadêmica, além de atuar como facilitador nas relações entre professor e aluno nas atividades didáticas referentes às disciplinas.

5. Sabe-se que, nos anos iniciais, a maioria dos professores são polivalentes, ou seja, ministram várias disciplinas, dentre elas a de Ciências e a de Matemática. Nesse sentido, essa prática exige formação ampla, o que torna necessário investigar o perfil de formação dos profissionais. Pensando nisso, este projeto tem como objetivo apresentar dados que possibilitem analisar e dis-

sa científica. As atividades desenvolvidas ao longo de dois anos contribuíram para o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo acerca da docência, especialmente no contexto dos anos iniciais em Palotina e região.

Além disso, foi possível desenvolver a escrita acadêmica, uma vez que, como produto das discussões realizadas, foi elaborado um artigo[6], posteriormente publicado em periódico científico classificado como Qualis A4[7]. Por fim, as atividades desenvolvidas no projeto fundamentaram a elaboração do projeto de pesquisa submetido ao processo seletivo do mestrado, no qual os anos iniciais do Ensino Fundamental em Palotina também constituem objeto de investigação.

3. Participação em projetos de extensão[8]:

A participação no projeto de extensão "Formação inicial e continuada de professores e alunos de ensino médio nos laboratórios de física na UFPR"[9] contribuiu para inserir a estudante no contexto acadêmico dos projetos, uma vez que a referida iniciativa integra a disciplina Projetos de Integração em Ciências Exatas, ofertada no primeiro período do curso de Licenciatura em Ciências Exatas, cujo objetivo é inserir os alunos, desde o início da graduação, em atividades dessa natureza. Além disso, a experiência contribuiu para o desenvolvimento de um olhar crí-

cutir a formação dos professores dos anos iniciais na região oeste do Paraná, bem como investigar o currículo norteador, compreender o percurso formativo dos docentes e examinar outros fatores envolvidos no contexto em questão.

6. Este artigo teve como objetivo analisar qual a percepção e o entendimento sobre o erro no processo de aprendizagem de matemática apresentados no currículo dos anos iniciais de Palotina e região oeste do Paraná, por meio de uma análise documental da Proposta Pedagógica Curricular (PPC) do Ensino Fundamental Anos iniciais da Associação dos Municípios do Oeste do Paraná (AMOP). O estudo concluiu que o erro de matemática é tratado como inevitável no processo de aprendizagem da matemática nesta etapa de ensino e deve ser incorporado no processo com uma abordagem, sobretudo, qualitativa. Para mais informações sobre o artigo, ver Cunha e Castro (2024).

7. Em 2026, foi amplamente divulgado o fim da classificação de periódicos científicos pelo Qualis Periódicos, avaliação feita pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Entretanto, o artigo em questão, de Cunha e Castro (2024), foi publicado no período em que o Qualis ainda estava em vigor e, portanto, foi ressaltado o Qualis A4 neste contexto.

8. Em 2018, a curricularização da extensão foi normatizada pelo Ministério da Educação, por meio da resolução n° 7, em 18 de dezembro, no qual estabelece que "as atividades de extensão devem compor, no mínimo, 10% (dez por cento) do total da carga horária curricular estudantil dos cursos de graduação [...]" (Brasil, 2018, p. 2).

9. O objetivo deste projeto é realizar oficinas de Robótica Computacional para as crianças em situação de vulnerabilidade social atendidas pelo Centro de Referência de Assistência Social (CRAS) de Palotina. As oficinas são desenvolvidas no próprio CRAS, com o intuito de contribuir para a formação dessas crianças.

tico e reflexivo acerca das desigualdades sociais, culturais e econômicas, tendo em vista que o projeto foi desenvolvido com crianças em situação de vulnerabilidade social.

Ademais, a participação no projeto "Nivelamento de Matemática para o Ensino Superior"[10] oportunizou o desenvolvimento da prática docente, bem como de competências relacionadas ao planejamento, à avaliação, à gestão pedagógica - especialmente no que se refere à organização das atividades, produção de materiais para mídias sociais e divulgação - e trabalho em equipe, considerando que as aulas eram ministradas em dupla. Cabe destacar que, durante os anos de 2023 e 2024, a atuação como bolsista foi decisiva para a permanência da estudante no projeto, uma vez que possibilitou maior dedicação às atividades desenvolvidas, bem como às demais demandas acadêmicas.

Por fim, a participação no projeto "Pré-Vestibular Comunitário (Prevec) Modalidade Remota"[11] foi fundamental para a reflexão acerca da prática docente como um processo amplo e dinâmico. Isso porque, ao se configurar como Educação Não Formal, o projeto possibilitou a compreensão das diferentes formas de construção do conhecimento para além da Educação Formal abordada ao longo da graduação.

4. Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo evidenciar as contribuições das atividades descritas para a formação docente, bem como analisar de que forma essa participação propiciou a ampliação da visão docente da autora. O capítulo apresentou uma narrativa construída coletivamente pelos autores, a partir das vivências da autora mencionada em projetos

10. Sabe-se que as disciplinas de Cálculo são conhecidas como de difícil compreensão e de baixo rendimento, o que causa constantes reprovações. Para contribuir com a aprendizagem destas disciplinas, este projeto tem como objetivo desenvolver atividades (cursos de curta duração) que abordem conteúdos matemáticos considerados pré-requisitos para as disciplinas da graduação, especialmente Pré-Cálculo, Cálculo I e Cálculo II. Como exemplo, destaca-se que, no ano de 2023, foram ofertados os cursos "Polinômios" e "Fatoração de Polinômios". A estudante atuou como bolsista durante os anos de 2023 e 2024, com carga horária de 12h semanais, desenvolvendo as atividades mencionadas.

11. Este projeto, criado em 2016, "vem se constituindo como um importante espaço-tempo para se problematizar a formação docente (inicial e continuada). Voltado à oferta de aulas preparatórias para concursos vestibulares e para o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), conta com monitores - voluntários, na grande maioria, e bolsistas - responsáveis pela docência dos componentes curriculares do ensino médio. São licenciandos, bacharelandos, profissionais graduados da educação e de outras áreas, mestrando, mestres, doutorandos e doutores que contribuem para que o Prevec se mantenha em atividade" (Cunha *et al.,* 2026b).

de extensão, iniciação científica, monitoria, eventos, entre outros, no decorrer do curso de Licenciatura em Ciências Exatas - Matemática da UFPR, Setor Palotina.

Em síntese, as experiências vivenciadas demonstram que ensino, pesquisa e extensão não se configuram como atividades isoladas, mas como dimensões complementares que contribuem para uma formação docente reflexiva, crítica e dinâmica. A monitoria reafirmou a docência como escolha profissional e fortaleceu a construção da identidade docente; a iniciação científica forneceu subsídios para o desenvolvimento da pesquisa científica e oportunizou o aprimoramento da escrita científica, resultando na elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e no fortalecimento do currículo para o ingresso no mestrado; e as atividades de extensão ampliaram o olhar social sobre o processo educativo, inserindo a discente em diferentes contextos sociais.

Destarte, essas dimensões, de forma articulada, fortaleceram uma formação docente ampla e dinâmica, comprometida com a tríade ensino-pesquisa-extensão proposta pela universidade, consolidando, assim, a formação profissional do futuro professor. Dessa forma, reafirma-se o papel do curso de Licenciatura em Ciências Exatas como espaço integral de formação docente ao longo de seus 12 anos de existência.

5. Agradecimentos

À Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (PROEC) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), pela concessão de bolsa de extensão no projeto "Nivelamento de Matemática para o Ensino Superior", e à Pró-Reitoria de Pertencimento e Políticas de Permanência Estudantil (P4E) da UFPR, pelos auxílios concedidos ao longo dos três anos e meio de graduação, os quais foram essenciais para a realização das atividades aqui mencionadas.

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

Da mesma forma, agradecemos às demais instâncias envolvidas nas atividades de ensino, pesquisa e extensão da UFPR, que apoiam e incentivam tais iniciativas. Por fim, expressamos nossos agradecimentos a todos os professores coordenadores das atividades mencionadas, cuja contribuição foi fundamental para a formação apresentada neste trabalho.

Referências

ASSIS, R. M. de; BONIFÁCIO, N. A. A formação docente na universidade: ensino, pesquisa e extensão. **Educação e Fronteiras On-Line,** Dourados, v. 1, n. 3, p. 36-50, 2011.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução nº 7, de 18 de dezembro de 2018. Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira e regimenta o disposto na Meta 12.7 da Lei nº 13.005/2014, que aprova o Plano Nacional de Educação - PNE 2014-2024 e dá outras providências. **Diário Oficial da União,** Brasília, DF, CNE, 18 de dezembro de 2018. Disponível em: https://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=104251-rces007-18&category_slug=dezembro-2018-pdf&Itemid=30192. Acesso em 19 de maio de 2026.

CUNHA, M. F. da; CASTRO, L. P. V. de. O erro nos anos iniciais do Ensino Fundamental: uma análise do currículo adotado pela rede municipal de ensino de Palotina e Região Oeste do Paraná. **APRENDER - Caderno de Filosofia e Psicologia da Educação,** Vitória da Conquista, v. 18, n. 32, p. 109-119, 2024. https://doi.org/10.22481/aprender.i32.15239.

CUNHA, M. F. da. *et al.* Material pedagógico, gestão e regência: experiências e possibilidades para a formação docente vivenciadas no Pré-Vestibular Comunitário da UFPR. In: X ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS E IX SEMINÁRIO NACIONAL DO PIBID, 2026, Brasília. **Anais [...].** Brasília: Editora Realize, 2026a. Disponível em: https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/139281. Acesso em 30 mar. 2026.

CUNHA, M. F. da. *et al.* Cartografia do Prevec como espaço-tempo para formação inicial e continuada da docência: fluxos possíveis. In: X ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS E IX SEMINÁRIO NACIONAL DO PIBID, 2026, Brasília. **Anais [...].** Brasília: Editora Realize, 2026b. Disponível em: https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/140501. Acesso em 10 abr. 2026.

FALCÃO, M. L. S.; LEITE, A. R. L. As contribuições dos projetos de ensino, pesquisa e extensão para formação profissional do docente. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2019, Fortaleza. **Anais [...].** Fortaleza: Editora Realize, 2019. Disponível em: https://ns1.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD1_SA1_ID6787_30052019210149.pdf. Acesso em 31 mar. 2026.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação:** abordagens qualitativas. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

SLEUTJES, M. H. S. C. Refletindo sobre os três pilares de sustentação das universidades: ensino-pesquisa-extensão. **Revista de Administração Pública,** Rio de Janeiro, v. 33, n. 3, p. 99-111, 1999. Disponível em: https://periodicos.fgv.br/rap/article/view/7639. Acesso em 01 abr. 2026.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Pró-Reitoria de Graduação e Educação Profissional. Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão. **Resolução n° 91/99-CEPE.** Fixa normas para o Programa de Monitoria da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 12 de novembro de 1999. Disponível em: https://prograp.ufpr.br/copeg/wp-content/uploads/sites/3/2013/08/RESOLU%C3%87%C3%83O-91-99-CEPE.pdf. Acesso em 19 de maio de 2026.

Apêndice - relato de participação em atividades de ensino, pesquisa e extensão da licenciada

Pois bem, sou formada em Licenciatura em Ciências Exatas - Matemática pela UFPR, Setor Palotina. Iniciei minha graduação em junho de 2022. Devo ressaltar que sou cotista de escola pública, tendo ingressado na universidade por meio do Sisu, e concluí meu Ensino Médio no Colégio Estadual Antonio Carlos Gomes, em 2021, período em que trabalhava em tempo integral e estudava à noite. Ainda, é importante destacar que, durante os anos de 2020 e 2021, minhas atividades escolares ocorreram de forma remota, em decorrência da pandemia iniciada em 2020. Portanto, de março de 2020 a setembro de 2021, estudei totalmente de forma on-line.

Logo no primeiro semestre, iniciei atividades no projeto de extensão intitulado "Formação inicial e continuada de professores e alunos de ensino médio nos laboratórios de física na UFPR", como parte da disciplina de Projetos de Integração em Ciências Exatas, do 1º período. No início de 2023, após a conclusão da disciplina, ingressei no projeto de extensão "Nivelamento de Matemática para o Ensino Superior", no qual atuei por dois anos (2023 a 2024). Esse projeto, que tinha como objetivo ofertar cursos de conteúdos básicos para as disciplinas de Cálculo I e II, oportunizou a prática docente, uma vez que nós, estudantes, éramos responsáveis por ministrar os cursos.

Além disso, outra atividade muito enriquecedora durante a graduação foi a oportunidade de atuar como monitora voluntária da disciplina de Cálculo I, no segundo semestre de 2023, com carga horária de 2 horas semanais. Nessa atividade, eu resolvia previamente os exercícios e auxiliava os alunos durante o horário estabelecido. Paralelamente, iniciei, em setembro de 2023, minha participação no projeto de iniciação científica intitulado "A formação de professores que ensinam Ciências e Matemática nos anos iniciais da região de Palotina", no qual atuei até janeiro de 2025. Como resultado, produzi um artigo que, posteriormente, foi utilizado como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), após sua publicação em periódico classificado como Qualis A4.

Ademais, participei, entre junho e agosto de 2023, do projeto de extensão "Pré-Vestibular Comunitário (Prevec) - Modalidade Remota", no qual ministrei aulas de inglês. Essa experiência contribuiu para a ampliação da minha prática docente, permitindo-me atuar em outra área e, ao mesmo tempo, em outra língua. A partir dessa vivência - e também

das disciplinas de Estágio Supervisionado Escolar e Estágio Supervisionado Escolar Específico- surgiram publicações em eventos acadêmicos, as quais enriqueceram meu currículo e contribuíram para meu ingresso no mestrado, no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas (PPGECEMTE).

Destarte, as vivências aqui mencionadas contribuíram para ampliar a minha visão docente, reafirmando-a como não estática, mas dinâmica e em constante evolução. Reafirmo que a participação em atividades de ensino, pesquisa e extensão se configura como essencial para a formação em diferentes áreas, ao oportunizar o desenvolvimento de um olhar crítico e o enriquecimento da futura prática profissional, além de fortalecer a decisão de seguir a carreira escolhida.

Estimativa da população mundial

Rodrigo Schulz

1. Introdução

Este tópico foi um dos desenvolvidos na disciplina de Modelagem Matemática do Curso de Licenciatura em Ciências Exatas do Setor Palotina nos anos de 2018 e 2019. A ideia consiste apresentar alguns modelos de dinâmica populacional baseados em Equações Diferenciais Ordinárias e utilizar dados referentes ao censo da população mundial de modo a obter projeções futuras para esta.

É oportuno mencionar que o exercício da modelagem realizado em sala de aula atuou como um elo entre o conhecimento empírico e as estruturas formais da Matemática estimulando a interdisciplinaridade e fornecendo significado prático a conceitos abstratos. Reflexões sobre circunstâncias de uso de diferentes modelos também foram exploradas.

Inicialmente apresentamos os modelos de crescimento populacional devidos a Malthus e Verhulst com suas principais características e limitações. Após isso aplicamos nossos esforços de modo a obter uma expressão analítica que projeta a população em um instante futuro comparando os resultados obtidos com estimativas oficiais e suas implicações.

Ressalto que no decorrer do processo de construção em sala de aula alguns tópicos foram apresentados de forma mais aprofundada daquela exposta neste material dentre as quais cito: métodos de resolução de equações diferenciais de primeira ordem, ajuste de curvas via regressão linear e uso de planilhas eletrônicas para realização de cálculos enfadonhos e repetitivos assim como ferramentas gráficas como o software GeoGebra.

2. Dinâmica populacional

Como prever a quantidade de indivíduos de uma população em um instante futuro? Para buscar uma resposta, considere $p(t)$ a quantidade de indivíduos de uma população. A forma mais simples de estimar o tamanho da população é supor que sua taxa de crescimento é proporcional ao número de indivíduos presentes. Isto é,

$$Taxa\ de\ crescimento\ no\ instante\ t = k \cdot p(t) \qquad (1)$$

em que k é a constante de proporcionalidade.

Note que a taxa de crescimento de uma população pode ser entendida como o incremento médio por unidade de tempo. A taxa de crescimento médio em um intervalo de tempo t_0 a t [e então dada por

$$TCM = \frac{p(t) - p(t_0)}{t - t_0}.$$

Para saber a taxa de crescimento no instante t tomamos o limite quando t_0 tende a t e obtemos

$$\lim_{t_0 \to t} \frac{p(t) - p(t_0)}{t - t_0} = p'(t).$$

Assim, a taxa de crescimento da população no instante t é dada por $p'(t)$ e, portanto,

$$p'(t) = k \cdot p(t). \qquad (2)$$

Observe ainda que se a população está crescendo então $p'(t) > 0$ e como devemos ter $p(t) > 0$ isso implica que $k > 0$.

A equação (2) é uma Equação Diferencial Ordinária (EDO) que pode ser resolvida tanto pelo método das variáveis separáveis como pelo método do fator integrante para equações lineares. Em qualquer caso, a solução obtida é

$$p(t) = Ce^{kt}. \qquad (3)$$

Ou seja, temos uma fórmula para determinar o tamanho da população no futuro. Entretanto, ainda não podemos aplicá-la pois não sabemos os valores de C e k.

Suponha que em um instante inicial $t_0 = 0$ a população seja de p_0 indivíduos. Então

$$p_0 = p(0) = Ce^{k\cdot 0} = C$$

ou seja, $C = p_0$. Assim, a equação (3) torna-se

$$p(t) = p_0 e^{kt}. \tag{4}$$

Agora, para determinar k é preciso conhecer o tamanho da população em um segundo instante de tempo $t_1 \neq t_0$.

A título de exemplo, considere a seguinte tabela referente a estimativa da população mundial ao longo do tempo em bilhões de pessoas:

Tabela 1 – população mundial (em bilhões de pessoas) construída pelo autor. Os dados podem sofrer pequena variação dependendo da fonte consultada

Ano	População
0	0,3
1802	1
1928	2
1961	3
1974	4
1987	5
1999	6
2011	7

Fonte: O autor (2026)

Como a estimativa da população inicial, ano 0, é de 0,3 bilhões, ou seja, 300 milhões, temos que $p_0 = \frac{3}{10}$. Substituindo em (4), obtemos

$$p(t) = \frac{3}{10} e^{kt}. \tag{5}$$

Para determinar k vamos utilizar a informação da tabela que nos diz que $p(1961) = 3$. Assim,

$$3 = p(1961) = \frac{3}{10} e^{k \cdot 1961}$$

e, isolando k nesta expressão, obtemos $k = \frac{\ln 10}{1961}$. Agora, utilizando este resultado combinado com a equação (5) percebemos que

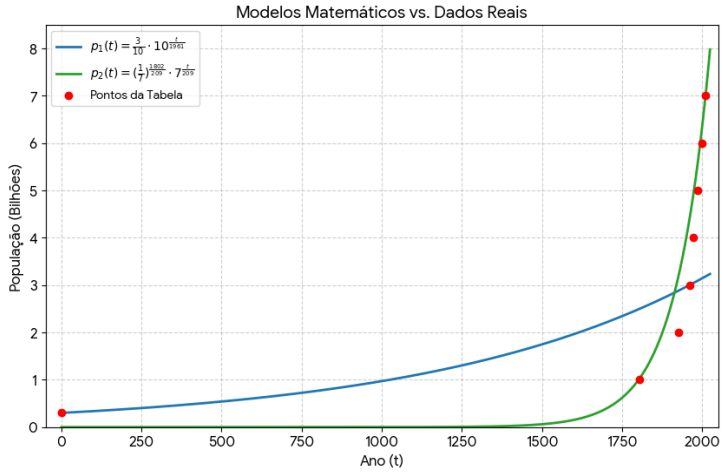
$$p(t) = \frac{3}{10} \cdot 10^{\frac{t}{1961}}. \quad (6)$$

Por outro lado, procedendo de forma semelhante, mas neste caso utilizando que $p(1802) = 1$ e $p(2011) = 7$ obtemos

$$p(t) = \left(\frac{1}{7}\right)^{\frac{1802}{209}} \cdot 7^{\frac{t}{209}}. \quad (7)$$

Agora observe na Figura 1 que a função dada em (7) acompanha de forma um pouco melhor os dados da tabela que a função encontrada em (6).

Figura 1: Modelos Malthusianos x dados reais



Fonte: O autor (2026)

Entretanto, quando comparamos nossos resultados com estimativas oficiais para 2100, que dizem que a população mundial

deve estar em torno de 10,3 bilhões de habitantes, vemos que nosso modelo não está muito longe disso uma vez que prevê 16 bilhões para este mesmo ano (sugiro que você se convença disso usando a função dado em (7)). Isso ocorre devido ao fato que não impusemos nenhuma restrição para o aumento da população. Sabemos que o aumento da população pode implicar em problemas relacionados a escassez de alimentos e falta de espaço físico, por exemplo. Essa é uma peculiaridade do modelo malthusiano: ele funciona bem para curtos espaços de tempo e tem suas limitações em estimativas de longo prazo.

Para contornar este problema introduzimos o modelo devido a Pierre Verhulst, que em 1838 propôs uma generalização do modelo malthusiano considerando as restrições apontadas anteriormente de forma que a população controla o seu crescimento, isto é, a taxa de crescimento deixa de ser constante e passa a diminuir a medida que a população aumenta. Matematicamente falando, a constante k do modelo malthusiano é substituída pela expressão

$$k(t) = a - b \cdot p(t) \tag{8}$$

em que a e b são números positivos. Feitas estas considerações, a equação matemática do modelo de Verhulst é dada por

$$p'(t) = \big(a - b \cdot p(t)\big) \cdot p(t),$$

ou ainda, por

$$p'(t) - ap(t) = bp^2(t) \tag{9}$$

que é uma equação diferencial de primeira ordem, não linear, do tipo Bernoulli a qual pode ser transformada em uma equação linear mediante uma mudança de variável.

Assim, procedemos a mudança de variável

$$u(t) = p^{-1}(t)$$

em (9) obtemos a equação linear

$$-u'(t) - au(t) = -b$$

cuja solução obtida pelo método do fator integrante para equações lineares é

$$u(t) = \frac{b}{a} + c \cdot e^{-at}.$$

Como $u = p^{-1}$, segue da expressão anterior que

$$p(t) = \frac{1}{\frac{b}{a} + c \cdot e^{-at}} \tag{10}$$

ou ainda que

$$p(t) = \frac{ae^{at}}{be^{at} + ca} \tag{11}$$

é a solução geral de (9).

Note, entretanto, que para obter estimativas para a população pela função dada em (11), precisamos determinar as constantes a, b e c. Uma maneira ingênua de se fazer isso seria considerar alguns valores da Tabela 1, como por exemplo,

$$p(1802) = 1, \quad p(1974) = 4 \quad e \quad p(2011) = 7$$

e utilizar essas três condições para determinar as três constantes. Perceba, porém, que isso o remeterá a um sistema não linear cuja solução você pode pensar a respeito.

Neste momento, para contornar esse problema, veja que a expressão (8) pode ser reescrita em função do tamanho da população p (que é também função do tempo t). Ou seja,

$$k(p) = a - bp. \tag{12}$$

Desta forma, k decresce linearmente com o aumento da população. No que segue, vamos utilizar os dados tabelados mais recentes para estimar os valores de k e assim determinar os coeficientes a e b da reta k. Na verdade, calcularemos um valor k_i para cada intervalo da Tabela 1 (a partir de 1961) usando o modelo malthusiano com crescimento exponencial visto a pouco.

Consideremos de forma genérica um intervalo $[t_1, t_2]$. Da equação (3), sabemos que $p(t_1) = ce^{kt_1}$ e $p(t_2) = ce^{kt_2}$. Destas duas identidades segue que

$$p(t_2) = p(t_1)e^{k(t_1 - t_2)}$$

o que implica que

$$k = \frac{1}{t_1 - t_2} \ln\left(\frac{p(t_2)}{p(t_1)}\right).$$

Assim, calculamos:

- $k_1 = \frac{1}{1974-1961} \ln\left(\frac{4}{3}\right) \approx 0{,}02213$
- $k_2 = \frac{1}{1987-1974} \ln\left(\frac{5}{4}\right) \approx 0{,}01716$
- $k_3 = \frac{1}{1999-1987} \ln\left(\frac{6}{5}\right) \approx 0{,}01519$
- $k_4 = \frac{1}{2011-1999} \ln\left(\frac{7}{6}\right) \approx 0{,}01285$

Na prática, realizamos estes cálculos e alguns que aqui seguem, com auxílio de uma planilha eletrônica, aproveitando para desenvolver essa habilidade em nossos estudantes.

Agora, para cada valor k_i vamos calcular a população média p_i, via modelo exponencial, no tempo médio $t_{m_i} = \frac{t_i + t_{i+1}}{2}$ do intervalo considerado.

Como $p(t_{m_i}) = ce^{k_i t_{m_i}}$ e $\mathrm{p}(t_i) = ce^{k_i t_i}$ deduzimos que

$$\mathrm{p}(t_{m_i}) = \mathrm{p}(\mathrm{t_i})e^{k_i\left(\frac{t_{i+1} - t_i}{2}\right)}.$$

Empregando a fórmula acima para cada valor obtido anteriormente temos:

- $p_1 = p(1961)e^{k_1\left(\frac{1974-1961}{2}\right)} \approx 3{,}464$
- $p_2 = p(1974)e^{k_2\left(\frac{1987-1974}{2}\right)} \approx 4{,}472$

- $p_3 = p(1987)e^{k_3\left(\frac{1999-1987}{2}\right)} \approx 5{,}477$
- $p_4 = p(1999)e^{k_4\left(\frac{2011-1999}{2}\right)} \approx 6{,}481$

Em resumo, temos a seguinte tabela:

Tabela 2 - Valores de k conforme população p

k_i	p_i
0,02213	3,464
0,01716	4,472
0,01519	5,477
0,01285	6,481

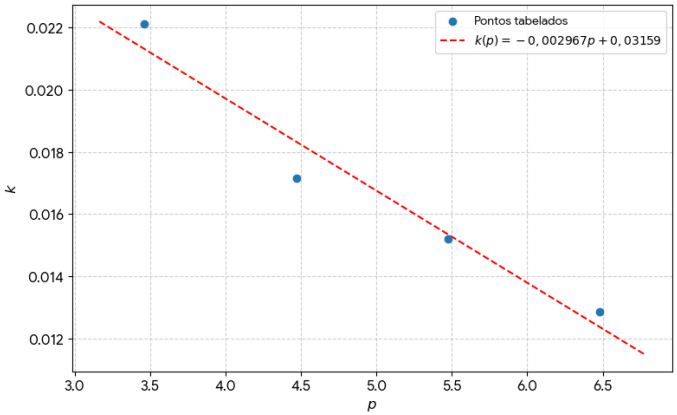
Fonte: O autor (2026)

Note que a taxa de crescimento k diminui à medida que a população p aumenta. Tendo em vista a equação (12), via método de regressão linear obtemos que

$$k(p) = -0{,}002967p + 0.03159 \qquad (13)$$

como sendo a reta que melhor se aproxima dos pontos tabelados. Graficamente temos:

Figura 2 - Gráfico dos pontos tabelados e reta de regressão



Fonte: O autor (2026)

Das equações (12) e (13) segue que as constantes a e b do modelo de Verhulst são dadas por $a = 0{,}03159$ e $b = 0{,}002967$. Assim, usando (11), temos que

$$p(t) = \frac{ae^{at}}{be^{at} + ca} \approx \frac{0{,}03159\, e^{0{,}03159\, t}}{0{,}002967 e^{0{,}03159\, t} + 0{,}03159\, c}. \qquad (14)$$

Para determinar c usamos um dado da Tabela 1 e nosso opção foi em escolher o mais recente, isto é, que $p(2011) = 7$. Desta forma

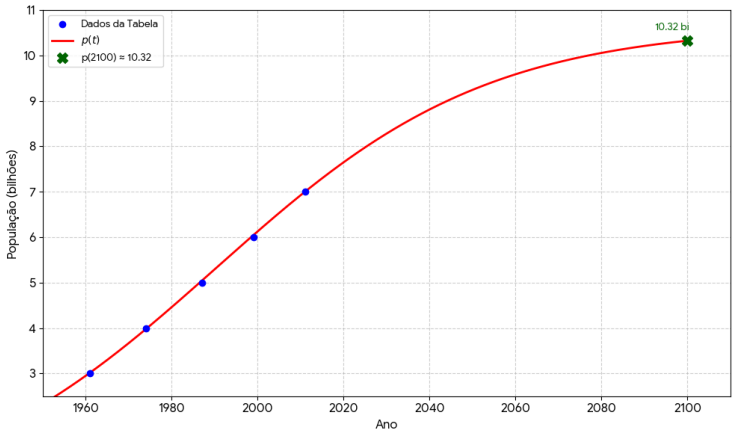
$$7 = p(2011) = \frac{0{,}03159\, e^{0{,}03159\, t}}{0{,}002967 e^{0{,}03159\, t} + 0{,}03159\, c}$$

o que implica que

$$\mathrm{c} = \left(\frac{1}{7} - \frac{0{,}002967}{0{,}03159}\right) e^{0{,}03159 \cdot 2011} \approx 1{,}9 \cdot 10^{26}. \qquad (14)$$

Agora, de posse dos dados da Tabela 1 juntamente com as equações (14) e (15) temos a seguinte representação gráfica:

Figura 3 - Gráfico dos pontos tabelados e Modelo de Verhulst



Fonte: O autor (2026)

Observe que a curva se ajusta muito bem aos pontos tabelados e fornece uma estimativa condizente com aquelas previstas por órgão oficiais.

3 Discussões e reflexões

Observe que o crescimento puramente exponencial fornecido pelo modelo malthusiano através da equação (4) é claramente insustentável em um planeta com recursos finitos. Este tipo de comportamento implica que a população tende ao infinito quando o tempo tende ao infinito.

Entretanto, a partir da equação (11) se conclui que a população humana tende a se estabilizar no valor $\frac{a}{b}$ indivíduos à medida que o tempo avança. Pelas nossas estimativas este número é 10,6 bilhões de habitantes. Este resultado é obtido pelo modelo de Verhulst que, em essência, considera a hipótese de que a população controla o seu crescimento, estabelecendo o que se chama de capacidade de suporte do ambiente. A transição do modelo exponencial para um teto ecológico é muito bem retratada por MEADOWS et al (1972).

Entretanto, a humanidade se propõe, constantemente, a elevar essa capacidade de suporte através do desenvolvimento de técnicas e práticas agrícolas altamente intensivas. Perceba que essa aceleração pode resultar em transformações globais severas quer seja pela contaminação de corpos de água ou perda da biodiversidade gerando, assim, uma forte dependência química e colocando em riscos a saúde dos ecossistemas conforme já alertado por TILMAN (2001). Ou seja, temo um conflito entre a segurança alimentar e a tecnologia.

Além disso, impactos globais no que se refere a capacidade do planeta em absorver o carbono emitido também entram em pauta quando se discute o rompimento dos limites estabelecidos. Conforme retratado por ROCKSTRÖM (2009), as restrições ao crescimento não se limitam ao espaço físico, mas também no esgotamento e saturação de sumidouros globais.

Se não bastassem esses fatos, há ainda que se questionar quantas pessoas o planeta pode suportar não apenas do ponto de vista matemático, mas, como discute COHEN (1995), sob quais padrões de consumistas e culturais? Enquanto regiões desenvolvidas já atingiram seu limite (local), regiões em desenvolvimento ainda apresentam crescimentos de ordem

exponencial. Nesse sentido, políticas populacionais e de minorias vulneráveis são determinantes socioeconômicos para desacelerar trajetórias demográficas antes do colapso por escassez, conforme analisado por BONGAARTS (1994).

A utilização de Equações Diferenciais aplicadas a demografia não se restringe apenas ao conhecimento numérico de uma população, mas servem como uma ferramenta de gestão uma vez que permitem simular cenários hipotéticos futuros e realizar ações para que previsões indesejadas não se cumpram.

Desta forma, a matemática atua como um conselheiro quantitativo no que se refere a formulação de diretrizes de planejamento futuro, explicitando, em valores numéricos, o custo de se adiar ou implementar uma decisão ecológica importante através da transformação de dados abstratos em alertas concretos.

4 Considerações finais

A ideia para o desenvolvimento deste tópico na disciplina surgiu a partir da leitura do livro de BASSANEZI. Para o desenvolvimento do estudo das equações diferenciais sugiro a leitura de BOYCE e DIPRIMA e também ZILL. Sobre regressão linear utilizamos o livro de Cálculo do LEITHOLD - na verdade, em sala de aula, desenvolvemos esse tópico, deduzindo as fórmulas via método dos quadrados mínimos como uma aplicação das derivadas parciais de funções de duas variáveis. Para a visualização gráfica dos resultados em sala de aula utilizamos aplicativos de planilha eletrônica assim como o software GeoGebra (HOHENWARTER, 2024).

O desenvolvimento deste tópico contribuiu para o conhecimento da causa em si e para visitar, revisitar ou conectar diversas ferramentas da Matemática e para a aplicação da Matemática. Além disso, despertou a consciência da limitação da capacidade planetária, da necessidade de planejamento demográfico e dos conflitos tecnológicos em prol da segurança alimentar.

Além disso, os estudantes passaram a ver a Matemática como uma ferramenta de gestão e governança, que fornece subsídios para

tomadas de decisões estratégicas por entidades governamentais e corporativas.

Agradecimentos

Agradeço aos alunos das primeiras duas turmas da disciplina de Modelagem Matemática do curso de Ciências Exatas da UFPR, Setor Palotina, que me ajudaram a adentrar um pouco mais nessa área da Matemática.

Agradeço também aos revisores pelas valiosas e relevantes sugestões de melhorias apresentadas.

Referências

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**: uma nova estratégia. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2002.

BOYCE, William E.; DIPRIMA, Richard C. **Equações diferenciais elementares e problemas de valores de contorno**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

BONGAARTS, John. **Population policy options in the developing world**. New York: Population Council, 1994.

COHEN, Joel E. **How many people can the earth support?** Nova York: W. W. Norton, 1995.

HOHENWARTER, Markus. **GeoGebra**. Versão 6.0. Linz: International GeoGebra Institute, 2024. Disponível em: https://www.geogebra.org. Acesso em: 08 maio 2026.

LEITHOLD, Louis. **O cálculo com geometria analítica**. 3. ed. São Paulo: Harbra, 1994. v. 2.

MEADOWS, Donella H. et al. **The limits to growth**: the Club of Rome's project on the predicament of mankind. Nova York: Universe Books, 1972.

ROCKSTRÖM, Johan et al. **A safe operating space for humanity.** Nature, v. 461, n. 7263, p. 472-475, set. 2009.

TILMAN, David et al. **Forecasting agriculturally driven global environmental change.** Science, v. 292, n. 5515, p. 281-284, 2001.

ZILL, Dennis G. **Equações diferenciais com aplicações em modelagem**. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

Capítulo 6

Memórias de um projeto de pesquisa na universidade "Em suspenso pandêmico": experiências de pesquisa em evasão escolar e permanência na Licenciatura em Ciências Exatas

Luciana Paula Vieira de Castro
Tiago Venturi
Ana Maria de Sena

1. Introdução

A evasão escolar no ensino superior é uma temática recorrente nas discussões sobre a educação superior no Brasil. Pesquisas, como as de Nítolo (2008) e o Censo da Educação Superior de 2023 (Brasil, 2024), demonstram o crescente índice de não dos cursos de graduação, destacando cerca de 60% de estudantes evadidos do ensino superior no país. Nos cursos de formação de professores, esse dado torna-se ainda mais preocupante, considerando o índice de 73% de abandono registrado apenas em 2023 (Brasil, 2024).

A pandemia de COVID-19, declarada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em março de 2020, constituiu um fenômeno que provocou profundas transformações no campo educacional, especialmente no ensino superior e na formação de professores. A suspensão das atividades presenciais e a implementação emergencial do ensino remoto exigiram rápida reorganização das práticas pedagógicas, avaliações, estágios e processos formativos, impondo desafios significativos às instituições, aos docentes e aos estudantes (Santos; Venturi; Lisbôa, 2025). Contudo, as desigualdades sociais e tecnológicas evidenciaram obstáculos relacionados ao acesso à internet, à disponibilidade de dispositivos adequados e às condições materiais de estudo, além da insuficiente preparação para o ensino remoto. Somam-se a isso os impactos do isolamento social, como a redução das vivências acadêmicas, dificuldades financeiras e familiares, desmotivação e sobreposição entre tarefas domésticas e escolares, fatores que afetaram diretamente a qualidade do ensino e da aprendizagem, o desempenho acadêmico e os índices de permanência e evasão estudantil (Lisbôa; Venturi; Santos, 2024).

Em um dossiê organizado por Venturi e Farias (2025), intitulado "*Formação de Professores de Ciências e Matemática na Pandemia: impactos, aprendizagens e desafios para a educação superior pública*", evidencia-se que, no "ensino superior público, tais desigualdades se projetam de forma ainda mais aguda sobre as licenciaturas, especialmente aquelas voltadas às Ciências da Natureza e à Matemática, áreas historicamente marcadas por elevada evasão, baixa atratividade e contínua desvalorização social da docência" (Venturi; Farias, 2025, p. 2). É nesse contexto da formação durante a pandemia e suas consequências que surge o projeto "*Evasão, ensino, aprendizagem e ações institucionais decorrentes da pandemia de Covid-19: um estudo comparativo em cursos de formação de professores de Ciências da Natureza e Matemática*"[1], financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES. O projeto teve como objetivo analisar os impactos socioeducacionais da pandemia em 22 cursos distribuídos em três Instituições de Ensino Superior (IES: Universidade Federal de Alagoas (UFAL), responsável pela coordenação do projeto; Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD); e Universidade Federal do Paraná (UFPR). A pesquisa considerou quatro frentes de investigação articuladas: evasão, processos de ensino, processos de aprendizagem e ações institucionais desenvolvidas ou necessárias para mitigar efeitos ainda persistentes da pandemia. Docentes e discentes dos cursos de Licenciatura em Ciências Exatas e Licenciatura em Ciências Biológicas, bem como mestrandas do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas (PPGECEMTE) da UFPR Setor Palotina, tiveram protagonismo no desenvolvimento da pesquisa no âmbito da UFPR. Dessa forma, o presente capítulo tem como objetivo **apresentar o envolvimento de docentes e discentes do curso de Licenciatura em Ciências Exatas no referido projeto de pesquisa, discutindo as principais produções que analisam o curso,** em comemoração e homenagem aos seus 12 anos de existência.

É fundamental destacar que o curso de Licenciatura em Ciências Exatas da UFPR Setor Palotina exerceu significativa contribuição social ao formar, ao longo de seus 12 anos de funcionamento (2014-2026), 20 licenciados com habilitação em Física, 22 licenciados com habilitação em Matemática e 25 licenciados com habilitação em Química, totalizando 67 professoras e professores formados. Atualmente, o curso

1. Pesquisa financiada pelo Edital CAPES nº 12/2021– Emergencial IV –Impactos da Pandemia, sob o código IMPACTOS1976849P e aprovada no Comitê de Ética da UFPR – CAEE nº 74821123.9.0000.0214, Parecer nº 6.499.133/2023.

enfrenta uma crise de baixa procura, contando com apenas 31[2] alunos matriculados nos oito períodos da graduação, reflexo da diminuição do interesse por cursos de licenciaturas no Brasil. Essa retratação deve ser analisada à luz de transformações estruturais no cenário educacional brasileiro pós-pandemia, mas especialmente da intensificação da oferta de cursos de licenciaturas na modalidade Educação a Distância (EaD), da consolidação de conglomerados privados de educação e da flexibilização normativa promovida pelo Decreto nº 9.057/2017. Posteriormente, o Governo Federal (2022-2026), por meio do Decreto nº 12.456/2025, alterou o decreto de 2017, estabelecendo limites para a carga horária das licenciaturas EaD, determinando que apenas 50% da carga horária total possa ocorrer nessa modalidade, sendo obrigatória a realização dos demais 50% presencialmente. Tal medida poderá, a longo prazo, contribuir para a redução da mercantilização da formação docente atualmente vivenciada. Frente a esse cenário, a próxima seção apresenta a produção docente e discente no âmbito do projeto financiado pela CAPES.

2. Trabalhos produzidos no âmbito do projeto de pesquisa

Consideramos, assim como os docentes e discentes participantes da presente pesquisa, que a evasão escolar é um fenômeno que demanda investigação, a fim de mapear as razões pelas quais os estudantes desistem ou abandonam seus cursos de origem. Para tanto, durante o período de vigência (2023-2026) do projeto "*Evasão, ensino, aprendizagem e ações institucionais decorrentes da pandemia de Covid-19: um estudo comparativo em cursos de formação de professores de ciências da natureza e matemática*", foram produzidos 13 trabalhos acadêmicos, entre os quais relatórios de iniciação científica, artigos, capítulos de livros e trabalhos publicados em anais de eventos acadêmicos. Essas produções buscaram analisar as possíveis causas desse fenômeno nos diferentes cursos de licenciaturas, com especial atenção ao curso de Licenciatura em Ciências Exatas. No Quadro 1, apresentam-se as produções científicas desenvolvidas no âmbito do projeto.

Quadro 1 – Relação dos artigos produzidos e publicados decorrentes do projeto

2. Dados do Sistema de Gestão Acadêmica – SIGA da UFPR, repassados pela coordenação de curso em reunião com docentes do curso em 06/05/2026.

N	Ano	Referência
T1	2023	DEUS, G. G. *et al.*. Impactos da pandemia de covid-19 nos cursos de licenciatura na área de Ciências da Natureza: uma revisão sistemática da literatura.
T2	2023	MASIERO, A. C. O. *et al.*. Desvendando os desafios da pandemia: um estudo sobre a permanência em cursos de licenciatura em Ciências da Natureza e Matemática durante e após a pandemia de covid-19.
T3	2023	GOULART, A. J. V. *et al.*. Evasão Escolar no Ensino Superior: Reflexões e Percepções de Estudantes de uma Universidade Federal no Período Pós-Pandemia a Partir de um Projeto de Pesquisa.
T4	2026	VENTURI, T; LISBÔA, E. S. Estágio Supervisionado na Pandemia: análise das percepções e dos conhecimentos mobilizados por licenciandos em Ciências Biológicas. .
T5	2024	LISBÔA, E. S.; VENTURI, T.; SANTOS, M. A. de S. Medidas Institucionais da Universidade Federal do Paraná para o Enfrentamento da Pandemia de Covid-19: implicações no contexto dos cursos de licenciatura da área de Ciências da Natureza e Matemática.
T6	2024	ALVES *et al.*. Entre a permanência e a desistência: um olhar sobre os desafios dos estudantes de Biologia durante a pandemia.
T7	2025	GOULART, A. J. V.; CASTRO, L. P. V. Impacto da participação em projetos de pesquisa e extensão para a permanência escolar nos cursos de licenciatura durante o período pandêmico.
T8	2024	SENA, A. M. *et al.* Evasão escolar no ensino superior: efeitos da pandemia no processo de evasão e permanência dos estudantes em curso de licenciatura em Ciências Exatas de uma universidade federal do sul do Brasil.
T9	2025	ROCHA, V. B. G.; PARISOTO, M. F.; SCHUINDT, D. Evasão Escolar no Ensino Superior: Uma análise comparativa dos ursos de Ciências Exatas em diferentes campi da UFPR.
T10	2025	SANTOS, T.; ALMEIDA, W. D.; PARISOTO, M. F. Como reduzir a taxa de evasão nos cursos de licenciatura em ciências exatas?.
T11	2025	PORFIRIO, G. T. *et al.* Análise da Evasão nos cursos de Ciências Biológicas: impactos da pandemia de Covid-19.
T12	2025	LISBÔA, E. S.; SANTOS, M. S.; VENTURI, T. Respostas à crise da covid-19: ações da UFPR para a permanência de estudantes das Licenciaturas durante a pandemia.
T13	2025	COSTICHE, S. W. S. *et al.* Interpretação probabilística da evasão em um curso de licenciatura em ciências exatas.

Fonte: Os autores (2026).

Ao analisar os principais objetivos de cada produção científica, observou-se que **dois** trabalhos investigaram os motivos pelos quais estudantes concluíram sua trajetória acadêmica ou decidiram abandonar e evadir de seus cursos de origem. Além disso, dez trabalhos analisaram o fenômeno da evasão escolar em instituições de ensino superior, especialmente na Universidade Federal do Paraná (UFPR). Dentre essas produções, **duas** investigaram as medidas institucionais adotadas durante a pandemia para mitigar a evasão escolar; quatro analisaram a evasão escolar na formação de professores em cursos de Licenciatura em Ciências da Natureza e Matemática de uma universidade federal; e quatro produções (T8, T9, T10 e T13) voltaram-se especificamente ao curso de Licenciatura em Ciências Exatas (LCE), aspecto que será analisado neste texto devido à sua importância para o campo de pesquisa e para o registro histórico do curso.

Por meio de uma análise documental, Lisbôa, Venturi e Santos (2024) – T5 - mapearam as ações institucionais implementadas pela UFPR para enfrentar a pandemia, com ênfase nos cursos de licenciatura das áreas de Ciências da Natureza e Matemática. Para tanto, os autores buscaram analisar como essas medidas impactaram os cursos de licenciatura, incluindo discussões acerca da qualidade do ensino, da adaptação de professores e estudantes à modalidade remota, das estratégias de prevenção à evasão discente e das implicações para a pesquisa e a extensão. Em outro trabalho, Lisbôa, Santos e Venturi (2025) – T12 - também analisaram as medidas institucionais implementadas pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) para assegurar a permanência dos estudantes de licenciatura nas áreas de Ciências da Natureza e Matemática durante a pandemia de Covid-19 e o ensino remoto emergencial. Os autores compreenderam que a universidade realizou ações compatíveis com suas possibilidades institucionais, mediante ajustes nos calendários acadêmicos, concessão de incentivos tecnológicos, alimentares e de subsistência, além do incentivo a participação em projetos com bolsas que contribuíram para a permanência de estudantes das licenciaturas durante o período pandêmico. Durante o desenvolvimento de seus projetos de iniciação científica no âmbito do projeto de evasão, Deus *et al*. (2023) – T1 - e Masiero *et al*. (2023) – T2 - realizaram levantamentos e revisões bibliográficas distintas. Enquanto Deus et al. (2023) investigaram os impactos da pandemia na evasão, nos processos de ensino, na aprendizagem e nas ações institucionais implementadas pelas universidades para mitigar esses, Masiero et al (2023) buscaram compreender os

impactos da pandemia na formação de professores área de Ciências da Natureza e Matemática. Esses estudos forneceram suporte teórico e metodológico para as demais pesquisas desenvolvidas no âmbito do projeto. Embora não constitua foco central deste estudo, é importante destacar que discentes e docentes do curso de Licenciatura em Ciências Exatas também colaboraram com pesquisas voltadas a outros cursos. Como exemplo, Porfirio *et al.* (2025) – T11 - analisaram os índices de evasão e permanência para compreender os impactos da pandemia de Covid-19 na formação de professores dos cursos presenciais de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná (UFPR), contribuindo para a compreensões dos impactos da pandemia na evasão e permanência nos cursos de formação docente, especialmente na área de Ciências e Biologia. Da mesma forma, Alves *et al.* (2024) – T6 - buscaram compreender os desafios enfrentados por estudantes da Licenciatura em Biologia, investigando as principais razões que conduzem a evasão ou a permanência no curso, tanto antes quanto durante a pandemia de Covid-19. Os autores destacaram, entre outros aspectos, as adaptações tecnológicas e os incentivos proporcionados pelas bolsas e projetos acadêmicos de ensino, pesquisa e extensão. Em olhar específico para o curso de Licenciatura em Ciências Exatas, Santos, Almeida e Parisoto (2025) – T10 -, por meio de entrevistas semiestruturadas com os egressos, investigaram os fatores que motivaram os estudantes a concluir sua trajetória acadêmica, bem como os desafios e dificuldades enfrentados durante esse percurso e suas principais formas de encorajamento recebidas dos docentes para a escolha e permanência no curso. A pesquisa revelou que o interesse pelas Ciências constituiu um importante fator para a escolha da graduação. Entre os principais fatores de permanência destacaram-se as amizades construídas, as bolsas acadêmicas e o comprometimento dos docentes com a formação discente. Os resultados também evidenciaram desafios enfrentados ao longo da graduação, como práticas excessivamente tecnicistas das áreas específicas, dificuldades econômicas e questões emocionais, entre outros aspectos. Com base em suas trajetórias e vivências acadêmicas, Goulart *et al.* (2023) – T3-, ao investigarem o processo de autorreflexão de três participantes de um projeto de pesquisa, buscaram compreender os fatores que potencializam a evasão escolar e discutir sobre a implementação de medidas capazes de minimizar essa problemática a partir das experiências vivenciadas pelas participantes. Como principais conclusões, destacaram a multidimensionalidade da evasão escolar, a necessidade de elaboração de estratégias para mitigar o

problema e a importância de estudos desenvolvidos sob diferentes perspectivas. Goulart e Castro (2025) – T7 - analisaram a influência da participação em projetos de pesquisa, ensino e extensão na permanência de licenciandos durante a pandemia. A pesquisa, realizada com 21 estudantes das licenciaturas da UFPR Setor Palotina, indicou que a maioria dos estudantes que permaneceu no curso participou de projetos acadêmicos, muitos deles na condição de bolsistas. Os resultados evidenciam que essas experiências fortaleceram os vínculos acadêmicos e contribuíram para a permanência estudantil em um contexto de intensas dificuldades. O estudo também destacou a importância de futuras investigações acerca dos impactos dessas atividades na formação profissional dos licenciandos. Por sua vez, Sena *et al.* (2024) - T8 -analisaram os impactos socioeducacionais da pandemia na formação de professores, investigando a evasão antes e durante a pandemia, o que possibilitou observar os processos de evasão e permanência nos cursos de licenciatura das áreas das Ciências Naturais e Matemática de uma universidade da região sul do Brasil. Foram comparados os períodos anteriores à pandemia (2016–2019) e durante a pandemia (2020–2022), com bases em dados de frequência e taxas de evasão. Os resultados apontaram que o abandono institucional e o cancelamento de matrícula pelos estudantes constituíram os principais indicadores de evasão em todos os anos analisados. Contudo, o estudo evidenciou que a evasão no ensino superior decorre também de fatores externos ao ambiente acadêmico. Assim, conclui-se que a pandemia não pode ser considerada a única causa da evasão, embora tenha potencializado um cenário já existente. Com base no trabalho de Sena *et al.* (2024) – T8-, Rocha, Parisoto e Schuindt (2025) – T9- investigaram se a pandemia de Covid-19 exerceu impacto significativo no fenômeno da evasão escolar, com foco nos cursos de Licenciatura em Ciências Exatas da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Para isso, os autores buscaram compreender os fatores que influenciam a evasão e avaliar as variações nos índices ao longo do tempo, destacando a importância de recompensar modelos educacionais que promovam a permanência estudantil. Por fim, Costiche *et al.* (2025) – T13 - apresentaram a estrutura do modelo de Vicent Tinto (1970) e, a partir disso, analisaram como uma interpretação probabilística da influência dos fatores sobre os estudantes pode ser formulada com o objetivo de hierarquizar as características que mais impactam o fenômeno da evasão. Com base nesse objetivo, os autores elaboraram uma sequência metodológica voltada à formulação de medidas de combate à evasão, a partir da identificação e

hierarquização dos fatores, aplicando essa metodologia a um estudo de caso do curso de Licenciatura em Ciências Exatas da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina.

3. Considerações finais

As produções científicas desenvolvidas no âmbito do projeto de pesquisa sobre os impactos da pandemia evidenciam que a evasão no ensino superior, especialmente nos cursos de formação de professores das áreas de Ciências da Natureza e Matemática, constitui um fenômeno complexo, multifatorial e historicamente presente nas universidades brasileiras. Embora a pandemia de Covid-19 tenha intensificado dificuldades já existentes, os estudos analisados demonstram que a evasão não pode ser compreendida exclusivamente como consequência do contexto pandêmico, mas também como expressão de problemas estruturais relacionados às desigualdades sociais, econômicas, tecnológicas e educacionais que atravessam a formação docente no Brasil, em espacial o avanço da mercantilização da formação docente na modalidade EaD.

No caso específico da Licenciatura em Ciências Exatas da UFPR Setor Palotina, os trabalhos produzidos ao longo do projeto permitiram identificar fatores que fragilizam a permanência estudantil, como dificuldades financeiras, problemas relacionados à locomoção e à localização da universidade, questões emocionais, limitações de acesso às tecnologias digitais, disciplinas excessivamente tecnicistas e a própria desvalorização social da profissão docente. Ao mesmo tempo, as pesquisas também evidenciaram elementos fundamentais para a permanência e a conclusão do curso, dentre os quais se destacam as relações de amizade construídas no ambiente universitário, o acolhimento institucional, a atuação comprometida dos docentes formadores e, especialmente, a participação em projetos de ensino, pesquisa e extensão, frequentemente associados às bolsas acadêmicas. As investigações realizadas demonstram, ainda, que políticas institucionais de permanência estudantil possuem papel central no enfrentamento da evasão. As ações implementadas pela UFPR durante a pandemia, embora limitadas pelas condições estruturais impostas pelo contexto sanitário e econômico, revelaram a importância de estratégias de assistência estudantil, apoio tecnológico e fortalecimento dos vínculos acadêmicos para a continuidade da trajetória formativa dos licenciandos. Nesse sentido, os estudos desenvolvidos reafirmam que o combate à evasão exige ações integradas, que ul-

trapassem intervenções pontuais e considerem as múltiplas dimensões que constituem a experiência universitária.

Além das contribuições acadêmicas e científicas, o projeto também proporcionou processos formativos significativos para estudantes e docentes envolvidos, fortalecendo experiências de iniciação científica, pesquisas em nível de mestrado, produção coletiva do conhecimento e reflexão crítica sobre a realidade da formação de professores. Ao longo de sua vigência, o presente projeto consolidou-se como um espaço de investigação e diálogo sobre permanência estudantil, contribuindo para a construção de uma cultura institucional mais atenta às necessidades dos licenciandos e às especificidades dos cursos de formação docente.

Ao celebrar os 12 anos da Licenciatura em Ciências Exatas da UFPR Setor Palotina, este capítulo também reafirma a relevância social e educacional do curso na formação de professoras e professores para a educação básica. Em um contexto marcado pela redução da procura pelas licenciaturas, pela expansão mercantilizada da formação docente e pelos desafios impostos à universidade pública, considera-se fundamental defender políticas de valorização da docência, fortalecimento das licenciaturas presenciais, semipresenciais, bem como a ampliação das condições de permanência estudantil. Assim, as pesquisas aqui apresentadas registram memórias de um projeto desenvolvido em um período de profundas transformações e apontam caminhos para pensar o futuro da formação de professores e da educação pública brasileira.

Aproveita-se este texto para defender a manutenção do curso de Licenciatura em Ciências Exatas da UFPR Setor Palotina, uma vez que essa defesa significa reafirmar o compromisso social da universidade pública com a formação de professores para a educação básica, especialmente em regiões do interior do país, historicamente marcadas pela carência de docentes habilitados nas áreas de Matemática, Física e Química. Ainda que o curso enfrente atualmente um cenário de baixa procura, sua análise não pode restringir-se a critérios exclusivamente quantitativos ou a uma lógica produtivista e capitalista, sob risco de aprofundar desigualdades educacionais e fragilizar ainda mais a formação docente nas áreas das Ciências Exatas. Diante das pressões institucionais e de gestão, em vez do encerramento do curso, faz-se necessária a construção de políticas internas de reestruturação e fortalecimento, articuladas às transformações contemporâneas da educação superior. Nesse sentido, a adoção de modelos híbridos e de semipresencialidade nos cursos de graduação, sem abdicar da qualidade formativa e da presença

universitária no território, pode ampliar o acesso, a procura acadêmica e a permanência estudantil, especialmente para estudantes trabalhadores e oriundos de municípios da região Oeste do Paraná. Além disso, recomenda-se a ampliação das habilitações do curso — atualmente restritas à formação específica em Física, Química, ou Matemática — para uma proposta interdisciplinar que contemple a formação para o ensino de Matemática nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, bem como a habilitação em Física e Química para o Ensino Médio. Tal proposta pode representar uma alternativa viável e socialmente estratégica frente às demandas reais das redes públicas de ensino. Trata-se, portanto, de defender não apenas a continuidade de um curso de licenciatura, mas também de uma política pública de formação docente, de um investimento público na formação de profissionais especializados e, sobretudo, de reafirmar o compromisso da universidade pública com a garantia do direito à educação, com a formação de professores e com a promoção do desenvolvimento regional comprometido com as necessidades sociais, democráticas e educacionais da população brasileira.

Agradecimentos

O segundo autor agradece ao CNPq pela Bolsa Produtividade em Pesquisa concedida (2025-2028). A terceira autora agradece à CAPES pela bolsa de mestrado concedida no âmbito do Projeto - Edital CAPES nº 12/2021– Emergencial IV – Impactos da Pandemia (IMPACTOS1976849P).

Referências

ALVES, A. et al. Entre a permanência e a desistência: um olhar sobre os desafios dos estudantes de Biologia durante a pandemia. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS EDUCATIVAS (SIECEMTE), 2., 2024, Palotina. **Anais eletrônicos** [...]. Palotina: UFPR, 2024. Disponível em: even3.com.br. Acesso em: 16 maio 2026.

BRASIL. **Resumo técnico do Censo da Educação Superior 2023**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Brasília, DF: INEP, 2024. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/documentos/2023/resumo_tecnico_do_censo_da_educacao_superior_2023.pdf?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 16 maio 2026.

COSTICHE, S. W. S. et al. Interpretação Probabilística da Evasão em um Curso de Licenciatura em Ciências Exatas. In: VENTURI, Tiago; BARTELMEBS, Roberta Chiesa (org.). **Conexões em pesquisa:** educação em ciências, educação matemática e tecnologias educativas no PPGECEMTE. Curitiba: CRV, 2025. p. 171–183.

DEUS, G. G. et al. IMPACTOS DA PANDEMIA DE COVID-19 NOS CURSOS DE LICENCIATURA NA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA... In: SIMPÓSIO CATARINENSE EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2023. **Anais** [...]. Disponível em link específico.

GOULART, A. J. V. et al. Evasão Escolar no Ensino Superior: Reflexões e Percepções... In: SEMANA ACADÊMICA DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS EXATAS, 6., 2023. **Anais** [...]. Palotina: UFPR, 2023.

GOULART, A. J. V.; CASTRO, L. P. V. Impacto da participação em projetos de pesquisa e extensão para a permanência escolar nos cursos de licenciatura durante o período pandêmico**. TANGRAM - Revista de Educação Matemática**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. e025058, 2025. DOI: 10.30612/tangram.v8i1.20489

LISBÔA, E. S.; SANTOS, M. S.; VENTURI, T. Respostas à crise da covid19... In: **Conexões em pesquisa**: educação em ciências, educação matemática e tecnologias educativas no PPGECEMTE. Curitiba: CRV, 2025. p. 127–140.

LISBÔA, E. S.; VENTURI, T.; SANTOS, M. A. de S. Medidas Institucionais da Universidade Federal do Paraná para o Enfrentamento da Pandemia de Covid-19: implicações no contexto dos cursos de licenciatura da área de Ciências da Natureza e Matemática. **Educação em Foco**, p. 1-29, v. 27, n. 52, 2024. Disponível em: https://revista.uemg.br/index.php/educacaoemfoco/article/view/7763. Acesso em: 16 maio. 2026.

MASIERO, A. C. O. et al. Desvendando os desafios da pandemia: um estudo sobre a permanência em cursos de licenciatura em Ciências da Natureza e Matemática durante e após a pandemia de covid-19. In: SIMPÓSIO CATARINENSE EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4.; ENCONTRO REGIONAL SUL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 10., 2023, Rio do Sul. Anais [...]. Rio do Sul: Unidavi, 2023. Disponível em: even3.com.br. Acesso em: 16 maio 2026.

NÍTOLO, M. Evasão alarmante afeta cursos superiores: nas faculdades, quase metade dos estudantes desiste da área escolhida. **Problemas Brasileiros**, São Paulo, n. 385, 2008.

PORFIRIO, G. T. *et al.* Análise da Evasão nos cursos de Ciências Biológicas: impactos da pandemia de Covid-19. **TANGRAM - Revista De Educação Matemática**, 27 p., v.8, n. 1, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.30612/tangram.v8i1.20368. Acesso em: 16 maio. 2026.

ROCHA, V. B. G.; PARISOTO, M. F.; SCHUINDT, D. Evasão Escolar no Ensino Superior: Uma análise comparativa dos ursos de Ciências Exatas em diferentes campi da UFPR. **TANGRAM - Revista De Educação Matemática**, p. 16-32, v. 9, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.30612/tangram.v8i1.20231. Acesso em: 16 maio. 2026.

SANTOS, M. A. S.; VENTURI, T. LISBÔA. E. S. Conhecimentos, potencialidades e limitações do/no estágio remoto: impactos da Pandemia de Covid-19 na Licenciatura em Ciências Biológicas. **TANGRAM - Revista de Educação Matemática**, *[S. l.]*, v. 8, n. 1, p. e025055, 2025. DOI: 10.30612/tangram.v8i1.20431.

SANTOS, T.; ALMEIDA, W. D.; PARISOTO, M. F. Como reduzir a taxa de evasão nos cursos de licenciatura em ciências exatas?. **Revista Teias**, Rio de Janeiro, p. 1-14, v. 26, n. 80, 2025. DOI: 10.12957/teias.2025.82872.

SENA, A. M. et al. Evasão escolar no ensino superior: efeitos da pandemia no processo de evasão e permanência dos estudantes em curso de licenciatura em Ciências Exatas de uma universidade federal do sul do Brasil. **Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino, REPPE**, p. 1997-2021, v. 8, n. 2, 2024. Disponível em: https://periodicos.uenp.edu.br/index.php/reppe/article/view/1653. Acesso em: 16 maio. 2026.

VENTURI, T.; FARIAS, S. A. Editorial: Dossiê Formação de Professores de Ciências e Matemática na Pandemia: impactos, aprendizagens e desafios para a educação superior pública. **TANGRAM - Revista de Educação Matemática**, *[S. l.]*, v. 8, n. 1, p. e025052, 2025. DOI: 10.30612/tangram.v8i1.20962.

VENTURI, T.; LISBÔA, E. S. Estágio Supervisionado na Pandemia: análise das percepções e dos conhecimentos mobilizados por licenciandos em Ciências Biológicas. **Revista Insignare Scientia (RIS)**, v. 6, n. 2, p. 23–47, 2023. DOI: 10.36661/2595-4520.2023v6n2.13555.

Capítulo 7

PIBID e PRP no curso de Licenciatura em Ciências Exatas da UFPR - Setor Palotina

Ana Paula Ramão da Silva
Leidi Cecilia Friedrich
Luciana Paula Vieira de Castro
Mara Fernanda Parisoto

1. Introdução

O Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e o Programa de Residência Pedagógica (PRP), são programas financiados pela CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e tem por finalidade: I) Incentivar a formação de docentes em nível superior para a educação básica; II) Contribuir para a valorização do magistério; III) Elevar a qualidade da formação inicial de professores nos cursos de licenciatura, promovendo a integração entre educação superior e educação básica; IV) Inserir os licenciandos no cotidiano de escolas da rede pública de educação, proporcionando-lhes oportunidades de criação e participação em experiências metodológicas, tecnológicas e práticas docentes de caráter inovador e interdisciplinar que busquem a superação de problemas identificados no processo de ensino aprendizagem; V) Incentivar escolas públicas de educação básica, mobilizando seus professores como coformadores dos futuros docentes e tornando-as protagonistas nos processos de formação inicial para o magistério; e VI) Contribuir para a articulação entre teoria e prática necessárias à formação dos docentes elevando a qualidade das ações acadêmicas nos cursos de licenciatura.

E no Curso de Licenciatura em Ciências Exatas da Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Setor Palotina - esses programas ocorreram quatro vezes. Nos anos de 2018 à 2019 teve-se a primeira edição do PIBID; entre 2020 e 2021 ocorreu a segunda edição do PIBID e entre 2022 e 2023 teve-se a primeira edição do PRP. Já no ano passado iniciou-se a terceira edição do PIBID do curso de Exatas junto com o curso de Ciências da Computação.

E tanto o PIBID quanto o PRP, buscaram atender todos os objetivos acima descritos de tal forma que, os estudantes participantes

desses programas sempre relataram excelentes experiências, que puderam ser escritas em forma de livros publicados com os resultados obtidos nos programas.

2. PIBID 1ª edição (2018-2019)

A primeira edição do PIBID foi coordenada por três docentes do curso de Licenciatura em Ciências Exatas. O projeto foi desenvolvido de forma interdisciplinar, envolvendo as áreas de Física, Matemática e Química, tendo como tema gerador a construção e o lançamento de minifoguetes.

O projeto contou com a participação de vinte e quatro bolsistas e seis voluntários, que atuaram em duas escolas públicas do Oeste do Paraná. As atividades incluíram leituras teóricas, seminários, observação de aulas, planejamento e aplicação de atividades interdisciplinares nas áreas de Física, Matemática e Química, além da realização da Oficina de Investigação Criminal e da organização do Festival Regional de Minifoguetes. Essas ações buscaram aproximar teoria e prática, estimular metodologias inovadoras e promover maior envolvimento dos estudantes da educação básica.

Durante o desenvolvimento do projeto, os licenciandos tiveram contato direto com o cotidiano escolar, o que possibilitou compreender os desafios da docência, observar práticas pedagógicas e desenvolver atividades interdisciplinares adaptadas às realidades das escolas.

A experiência do PIBID no curso de Exatas evidenciou a importância do planejamento, da pesquisa e da observação do ambiente escolar para a formação docente. Os licenciandos tiveram a oportunidade de compreender a realidade da sala de aula, desenvolver autonomia, segurança e habilidades pedagógicas, além de fortalecer a relação com os alunos das escolas parceiras.

> O programa que, no início era algo desconhecido e desafiador nos proporcionou momentos de trocas de experiências, aprendizagens nas áreas de Física, Matemática e Química, vivências com os estudantes e agora que chega ao final, podemos dizer que já desvelamos a "caixa preta", que já não é mais preta, mas sim das mais diversas cores que foram produzidas a partir de um trabalho coletivo de todos os envolvidos no programa (Berticelli; Friedrich; Parisoto, 2020).

Como resultado, o programa contribuiu significativamente para o amadurecimento acadêmico dos participantes, para a valorização da docência e para o desenvolvimento de atividades inovadoras que despertaram o interesse dos estudantes pelas Ciências Exatas. Assim, o programa proporcionou um espaço de aprendizagem coletiva e troca de experiências, transformando um desafio inicial em uma rica oportunidade de formação docente.

3. PIBID 2ª edição (2020-2021)

Nesta segunda edição, realizada entre 2020 e 2021, o PIBID foi coordenado pelas mesmas docentes da edição anterior e participaram quatro professores supervisores, trinta estudantes de licenciatura e três escolas estaduais do município de Palotina. Devido à pandemia de COVID-19, as atividades foram adaptadas para o formato remoto, com reuniões semanais, observação de aulas virtuais e desenvolvimento de oficinas interdisciplinares envolvendo conteúdos de Física, Matemática e Química.

Os estudantes foram organizados em grupos responsáveis pela criação e aplicação de oficinas temáticas, como: as oficinas sobre Biodigestores, Café e Ciência Forense. Durante as atividades, também foi identificado o interesse do grupo em discutir o Transtorno do Espectro Autista (TEA), o que levou à realização de uma série de rodas de conversa com especialistas, estudantes e familiares de pessoas com o diagnóstico de TEA. Esses encontros contribuíram para ampliar o conhecimento dos participantes sobre inclusão e práticas pedagógicas voltadas a alunos com TEA, além de incentivar a criação de uma associação voltada ao apoio a famílias e à fundação de um centro de autismo no município.

A oficina de ciência forense que era presencial no primeiro formato do PIBID (Berticelli, Friedrich, Parisoto, 2020), foi adaptada para o formato remoto (Bonatto *et al.* 2021) e foi apresentada na Semana Integrada de Ensino, Pesquisa e Extensão (SIEPE) e no Simpósio de Licenciatura em Ciências Exatas e Computação (SLEC), originando publicações. A oficina remota foi implementada em quatro escolas situadas do oeste do Paraná, no evento Meninas na Ciência, no projeto de extensão denominado Pré-Vestibular Comunitário (PREVEC), no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, no evento Meninas nas Exatas, na Universidade Federal de Fluminense (UFF), no Instituto Federal do Paraná (IFPR), na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), e na

Feira de Ciência e Tecnologia (FECITEC), atendendo cerca de mais de 1.000 alunos e 50 professores da educação básica e do ensino superior.

O projeto também incentivou a produção acadêmica dos participantes, promovendo formações sobre avaliação educacional, metodologias de pesquisa e escrita científica. Como resultado, os estudantes elaboraram artigos científicos e apresentaram trabalhos em eventos acadêmicos, além de adaptar e divulgar atividades como a oficina de ciência forense em diferentes instituições.

Assim, o PIBID contribuiu para a formação inicial dos licenciandos ao promover a articulação entre teoria e prática, o desenvolvimento de atividades interdisciplinares e a reflexão sobre desafios educacionais contemporâneos, como o ensino remoto e a inclusão escolar.

4. Programa de Residência Pedagógica (PRP) no curso de Exatas (2022-2023)

O PRP no curso de Exatas contou com a participação de quatro professores preceptores e quinze estudantes residentes bolsistas, com atividades desenvolvidas em cinco escolas da região de Palotina no Paraná e em um curso Pré-Vestibular Comunitário. As instituições participantes apresentavam diferentes perfis, como escolas integrais, agrícolas, regulares, cívico-militares e um Instituto Federal, possibilitando aos residentes contato com distintas realidades educacionais.

O programa foi desenvolvido entre novembro de 2022 e abril de 2024 e incluiu reuniões semanais, seminários sobre experiências de outros programas de residência pedagógica, observação de aulas nas escolas, elaboração de planos de ensino, registros em diário de bordo e desenvolvimento de atividades pedagógicas nas áreas de Física, Matemática e Química. Posteriormente, os residentes, em parceria com os preceptores, planejaram e implementaram intervenções pedagógicas e projetos educacionais, como preparação de alunos para o SAEB, organização de Feira de Ciências e realização de oficinas utilizando planetário móvel.

Devido às limitações impostas pelas mudanças do Novo Ensino Médio e pela plataformização da educação no estado do Paraná, parte das atividades interdisciplinares foi desenvolvida no curso Pré-Vestibular Comunitário da UFPR, por meio de oficinas temáticas que integravam diferentes áreas do conhecimento. Além das ações pedagógicas, o programa incentivou a produção acadêmica dos participantes, resul-

tando na apresentação e publicação de trabalhos em eventos científicos, como o SIEPE e o Encontro Nacional das Licenciaturas (ENALIC).

Os resultados evidenciam que o PRP contribuiu significativamente para o fortalecimento da formação teórico-prática dos licenciandos, para a construção da identidade profissional docente e para a aproximação entre universidade e escola (Friedrich, Parisoto, 2025).

> O programa que, no início, era algo desafiador e desconhecido, nos proporcionou momentos de trocas de experiências e aprendizagem na área de Física, Matemática e Química, possibilitando momentos de interdisciplinaridade e de vivências com os estudantes, professores e comunidade escolar, que enriqueceram a experiência de todos os envolvidos (Friedrich; Parisoto, 2025).

A experiência também promoveu momentos de interdisciplinaridade, troca de saberes e reflexão sobre a prática pedagógica, enriquecendo a formação dos futuros professores e dos demais participantes do programa.

5. PIBID 3ª edição (2024-2027)

Convencidas da importância do PIBID para a formação docente, duas docentes que coordenam as edições anteriores, mantiveram-se determinadas a submeter novamente proposta para o PIBID 2024-2027. Para esta edição, pensaram um uma proposta interdisciplinar, envolvendo os cursos de Licenciatura em Ciência Exatas e Licenciatura em Computação. Para tanto, convidaram mais duas docentes desses cursos para contribuir na coordenação do Programa.

A proposta interdisciplinar é uma oportunidade para que os discentes vivenciam possibilidades de integração dos conhecimentos, bem como acompanhem as especificidades de uma formação disciplinar que não a sua. Nesse formato, ainda em desenvolvimento no ano de 2026, participam, além das quatro professoras coordenadoras, três professoras supervisoras, 24 estudantes de licenciatura bolsistas e 2 voluntários, três escolas estaduais de Palotina e região e uma instituição de assistência social, vinculada ao SCFV - Serviço de Convivência e Fortalecimento de Vínculos, que utiliza atividades educativas e tecnológicas para fortalecer os laços comunitários de jovens e crianças em idade escolar, seguindo as diretrizes da Assistência Social (Palotina, 2026).

Para o primeiro ano (2025), as atividades foram organizadas entre observação semanal nas escolas, acompanhando as aulas das professoras supervisoras, e o encontro semanal com todo o grupo, em que os pibidianos foram divididos em duplas e tinham como tarefa ler e apresentar um artigo científico sobre atividades realizadas no PIBID em contexto nacional, além de pesquisar e apresentar para os colegas uma atividade relacionada ao conteúdo do artigo lido. A observação semanal visou atingir, principalmente, aos seguintes objetivos do programa:

> IV - inserir os licenciandos no cotidiano de escolas da rede pública de educação básica, proporcionando-lhes oportunidades de criação e participação em experiências pedagógicas de caráter inovador e interdisciplinar; V - valorizar as escolas públicas de educação básica como espaço privilegiado dos processos de formação inicial para o magistério, mobilizando seus professores como coformadores dos futuros docentes; VI - contribuir para a construção e a valorização da identidade profissional docente dos licenciandos (CAPES, 2024, p. 02).

Ao que ser refere ao objetivo IV as experiências anteriores do PIBID realizadas no curso de Licenciatura em Ciências Exatas têm mostrado a relevância dessa inserção antes do estágio obrigatório, pois não há, ainda a responsabilidade de estar sendo avaliado e o receio de não conseguir cumprir os créditos da disciplina de estágio. Como pibidiano, o licenciando conta com o acompanhamento tanto da supervisora quanto da coordenação do PIBID, além da troca semanal com os colegas, o que traz mais espaço para inovação e integração entre as áreas do conhecimento.

Por sua vez, o objetivo V amplia as potencialidades pedagógicas das atividades realizadas no PIBID, pois ao estar no cotidiano da escola, vivenciando seus desafios e possibilidades, ainda em processo de formação, com o acompanhamento de professores regentes, os pibidianos têm a oportunidade de reconhecer o trabalho docente como práxis (Freire, 2011), para além da mera implementação da política educacional em vigência.

Nesse sentido, propor que o professor entenda seu trabalho na perspectiva da práxis freireana é um dos movimentos presentes no objetivo VI. A fim de se aproximar disso, a presença semanal em uma escola permite que o pibidiano presencie vários perfis docentes e tenha oportunidade de problematizar esse fenômeno, ao mesmo tempo que,

durante as reuniões semanais, discuta como esses perfis se afastam e se aproximam do postulado por Freire (2011).

Nos encontros semanais, a tarefa de ler e apresentar artigos científicos relacionados ao PIBID estimulou os pibidianos a conhecerem e analisarem projetos de PIBID concluídos em anos anteriores. Essa estratégia avança no sentido de reafirmar para os licenciandos as contribuições de Tardif (2000), de que a formação docente requer vários saberes e que, a partir deles, o docente também passa a produzir conhecimento relacionado à sua profissão.

No segundo semestre do ano de 2025, foi dado mais um grande passo, qual seja a inserção dos alunos bolsistas nos projetos das professoras coordenadoras, sendo designados os alunos conforme seus interesses após conhecerem cada um dos projetos, quais sejam: o "Show das Ciências"; o projeto "A extensão universitária e a educação prisional em Palotina: unindo para auxiliar em melhorias"; o projeto "Melhorando a educação Matemática na educação Básica por meio da OBMEP II"; o projeto "PREVEC" e o projeto "Unidade Conviver".

O projeto "Show das Ciências" tem como objetivo a aproximação da comunidade em geral com o conhecimento acadêmico por meio de apresentações lúdicas de fenômenos físicos e químicos (Universidade Federal do Paraná, 2026).

O PREVEC é um projeto de extensão da UFPR Setor Palotina que oferece aulas preparatórias gratuitas para o ENEM e vestibulares (Universidade Federal do Paraná, 2026). Voltado a alunos de escolas públicas e em vulnerabilidade, o cursinho conta com professores voluntários e suporte da prefeitura local (PREVEC, [202-]). As atividades ocorrem nos formatos presencial e remoto, visando democratizar o acesso ao ensino superior (Pré-Vestibular Comunitário UFPR, 2026).

O projeto "A extensão universitária e a educação prisional em Palotina: unindo para auxiliar em melhorias" busca integrar a universidade com a educação prisional, promovendo uma troca de saberes que beneficie ambas as partes.

O projeto "Melhorando a educação Matemática na educação Básica por meio da OBMEP II" visa auxiliar na educação básica por meio de atendimentos aos alunos com os quais serão desenvolvidas atividades que tenham a mesma base de orientação da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP).

Já o projeto "Unidade Conviver" tem como foco atividades de extensão e inclusão científica para jovens e meninas, incluindo o proje-

to “Rocket Girls: Meninas nas Ciências”, com ações que envolvem oficinas, robótica e iniciação científica para comunidades com condições de vulnerabilidade. Nesse projeto são atendidas crianças e adolescentes que estão afastados da família, em um clube de ciências mantido pela Assistência Social. Além dos benefícios às crianças e adolescentes também há vantagens aos egressos dos cursos de licenciatura da UFPR, que conseguem outro espaço para atuação, aumentando a empregabilidade, possibilidade de estágios e implementação do PIBID e da Residência Pedagógica. O maior desafio é ampliar o projeto para outros espaços e municípios.

Assim, a participação no PIBID tem possibilitado aos acadêmicos aprofundar-se na teoria e prática extensionista, com vivências alinhadas também aos seus interesses pessoais e desenvolvendo habilidades docentes reais, com intervenções significativas na comunidade intra e extraescolar.

6. Considerações finais

As diferentes edições do PIBID e do Programa de Residência Pedagógica no curso de Licenciatura em Ciências Exatas da UFPR – Setor Palotina evidencia a relevância dessas iniciativas para a formação inicial docente, especialmente no que se refere à articulação entre teoria e prática e à inserção qualificada dos licenciandos no contexto da educação básica. Ao longo das experiências desenvolvidas, observa-se que os programas contribuíram de maneira consistente para o desenvolvimento de competências pedagógicas, científicas e reflexivas, fundamentais à atuação profissional dos futuros professores.

As ações interdisciplinares, envolvendo as áreas de Física, Matemática e Química, mostraram-se essenciais para a construção de práticas pedagógicas inovadoras e contextualizadas, capazes de despertar o interesse dos estudantes da educação básica e promover aprendizagens mais significativas. Além disso, o contato direto com diferentes realidades escolares possibilitou aos licenciandos compreenderem a complexidade do ambiente educacional, favorecendo a construção de uma identidade docente crítica, autônoma e comprometida com a qualidade do ensino.

Destaca-se, ainda, a capacidade de adaptação dos programas frente a contextos desafiadores, como o período da pandemia de COVID-19 e as mudanças estruturais no ensino médio, o que evidenciou a importância da formação de professores flexíveis, criativos e preparados para

lidar com diferentes cenários educacionais. Nesse sentido, o uso de tecnologias digitais, o desenvolvimento de atividades remotas e a ampliação das discussões sobre inclusão escolar representaram avanços significativos no processo formativo.

Outro aspecto relevante refere-se à produção acadêmica e à socialização do conhecimento, uma vez que os programas incentivaram a escrita científica, a participação em eventos e a publicação de trabalhos, fortalecendo a dimensão investigativa da formação docente. Ademais, a aproximação entre universidade e escola básica consolidou-se como um elemento central, promovendo uma formação mais integrada e alinhada às demandas reais da educação.

Dessa forma, conclui-se que tanto o PIBID quanto o PRP desempenham papel fundamental na valorização do magistério e na melhoria da qualidade dos cursos de licenciatura, ao proporcionarem experiências formativas ricas, diversificadas e socialmente comprometidas. As vivências relatadas demonstram que esses programas não apenas qualificam a formação dos licenciandos, mas também impactam positivamente as escolas parceiras e a comunidade, reafirmando a importância de sua continuidade e fortalecimento no cenário educacional brasileiro.

Agradecimentos

As autoras agradecem a Extensão da UFPR Palotina, a Coordenação do Curso de Licenciatura em Ciências Exatas e a Coordenação do Curso de Licenciatura em Computação, a Secretaria Municipal da Assistência Social da Prefeitura Municipal de Palotina e sobretudo a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio e financiamento.

Referências

BERTICELLI, D.; FRIEDRICH, L. C; PARISOTO, M. F. ***Abrindo a caixa preta do PIBID***. Curitiba: Editora CRV, 2020.

BONATTO, N. K; MARTINS, V. A; BERTICELLI, D. G. D; FRIEDRICH, L. C; PARISOTO, M. F. **Oficina de Ciência Forense no Ensino Remoto**. Anais IV Simpósio de Licenciatura em Ciências Exatas e Computação: desafios formativos no contexto atual, PROGRAD, Palotina, 2021, p. 292-306.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **Edital nº 10/2024**. Torna pública a seleção de Projetos Institucionais no âmbito do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). Disponível em: PDF 23038.001033/2024-21. Acesso em 19 abr. 2026.

FRIEDRICH, L. C; PARISOTO, M. F (orgs). **Experiências do PRP no curso de Ciências Exatas.** 1.ed. Cachoeirinha: FI, 2025.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 50. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

INSTAGRAM. @prevec.cup. Palotina: PREVEC, 2026. Disponível em: instagram.com. Acesso em: 23 abr. 2026.

PALOTINA (Paraná). **Prefeitura Municipal**. SCFV oferece atividades para crianças e adolescentes em Palotina. Disponível em: palotina.pr.gov.br. Acesso em: 23 abr. 2026.

PREVEC. Quem somos. Palotina: Wix, [202-]. Disponível em: wixsite.com. Acesso em: 23 abr. 2026.

PRÉ-VESTIBULAR COMUNITÁRIO UFPR. In: Facebook. Palotina: PREVEC, 2026. Disponível em: facebook.com. Acesso em: 23 abr. 2026.

TARDIF, M. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários: elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas consequências em relação à formação para o magistério. **Rev. Bras. Educ.,** n. 13, p. 5-24, 2000. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/pdf/rbedu/n13/n13a02.pdf. Acesso em 08 abr. 2026.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR). Setor Palotina. Show das Ciências. Disponível em: ufpr.br. Acesso em: 23 abr. 2026.

_____. Setor Palotina. Curitiba: UFPR, 2026. Disponível em: ufpr.br. Acesso em: 23 abr. 2026.

Capítulo 8

A experimentação no ensino de Física: análise das práticas docentes no ensino médio

Camila Tonezer
Rita de Cássia dos Anjos
Tailini Bapes Grunewald

1. Introdução

A experimentação constitui um dos pilares fundamentais da Física, sendo um meio importante para a construção, validação e consolidação do conhecimento científico ao longo da história. No contexto educacional, as atividades experimentais não devem ser compreendidas apenas como ilustração de teorias previamente estabelecidas, mas como elementos essenciais para a construção efetiva do conhecimento. Assim, a relação entre teoria e experimento revela-se indissociável, contribuindo para uma compreensão mais significativa dos fenômenos naturais e para o desenvolvimento de uma postura investigativa por parte dos estudantes (Borges, 2002). Essa importância é refletida no ensino de Física, no qual a experimentação é tradicionalmente considerada um recurso fundamental para favorecer a aprendizagem e promover a compreensão conceitual. Estudos indicam que as atividades experimentais desempenham um papel central no ensino, possibilitando o desenvolvimento do pensamento científico, da compreensão conceitual e da atitude investigativa dos estudantes (Hodson, 1994; Hofstein; Lunetta, 2004; Carvalho, 2013).

As atividades experimentais têm sido historicamente utilizadas com diferentes finalidades no ensino de Física, incluindo a demonstração de fenômenos e a validação de leis físicas. De acordo com Hodson (1994), o potencial educativo da experimentação vai além da simples verificação de teorias, devendo possibilitar aos estudantes a participação ativa no processo de construção do conhecimento científico. A experimentação pode atuar como um recurso pedagógico capaz de ilustrar conceitos teóricos e promover a aprendizagem significativa. Desse modo, há um efetivo papel das atividades experimentais no desenvolvimento da compreensão conceitual e da aprendizagem ativa dos estudantes (Militão; Lopes, 2022).

Borges (2002) indica que o espaço do laboratório constitui um ambiente escolar único de aprendizagem, no qual os estudantes podem investigar fenômenos, desenvolver habilidades experimentais e, ainda, construir o pensamento científico, o que favorece o desenvolvimento cognitivo e a compreensão conceitual. Nesse sentido, o laboratório é considerado um ambiente que possibilita a interação social, o desenvolvimento de habilidades científicas e a compreensão da natureza da ciência, contribuindo significativamente para a sua aprendizagem.

Apesar do reconhecimento do potencial educativo da experimentação, pesquisas demonstram que sua utilização no ensino de Física, frequentemente, ocorre de forma tradicional, caracterizada pela execução de procedimentos previamente definidos e pela obtenção de resultados esperados. Nesse modelo, as atividades experimentais são utilizadas principalmente como complemento ilustrativo das aulas teóricas, o que tende a limitar as oportunidades de investigação e reflexão por parte dos estudantes (Araújo; Abib, 2003; Abrahams; Millar, 2008). Essa abordagem pode restringir o potencial educativo da experimentação, reduzindo-a apenas a um instrumento de confirmação de conhecimentos previamente estabelecidos.

Para Holmes e colaboradores (2017), essa problemática é reforçada por uma investigação realizada em múltiplas instituições de ensino superior. O estudo realizado por esses autores demonstrou que laboratórios, voltados exclusivamente para reforçar conteúdos teóricos, não produziram ganhos significativos para a aprendizagem conceitual dos estudantes, o que indica que a experimentação, quando utilizada de forma tradicional, pode ter impacto limitado no desenvolvimento conceitual. Esses resultados indicam a necessidade de repensar o papel da experimentação no ensino de Física, enfatizando seu potencial como ferramenta para o desenvolvimento de habilidades investigativas e compreensão científica (Oliveira; Bonito, 2023). Para Sasseron e Duschel (2016), a pesquisa em ensino de ciências tem avançado como uma atividade que permite aos estudantes participar dos processos de construção e validação do conhecimento científico. Nesse contexto, o ensino de ciências deve promover o desenvolvimento de práticas científicas e epistêmicas, como a investigação, a construção de explicações e a argumentação científica, o que favorece o real engajamento dos estudantes no processo de aprendizagem (Santana; Sedano, 2021).

De acordo com Carvalho e Sasseron (2015) e Sasseron (2015), o ensino por investigação representa uma abordagem promissora para o ensi-

no de Física, pois possibilita que os estudantes desenvolvam autonomia intelectual e compreendam os processos de construção do conhecimento científico. Essa abordagem enfatiza a participação dos estudantes em atividades investigativas, permitindo que eles formulem hipóteses, analisem dados e construam explicações científicas fundamentadas.

A forma como a experimentação é utilizada no ensino está diretamente relacionada às práticas pedagógicas docentes. Destaca-se, aqui, que o ensino eficaz depende da capacidade do professor de transformar o conhecimento científico em formas compreensíveis para os estudantes (Leal; Novais; Fernandes 2015). Tardif (2002) complementa essa perspectiva ao destacar que os saberes docentes são construídos ao longo da formação e da prática profissional, o que influencia diretamente as estratégias pedagógicas adotadas em sala de aula.

De acordo com Sasseron (2015), a utilização de abordagens investigativas no ensino de ciências contribui significativamente para o desenvolvimento da compreensão conceitual, da autonomia intelectual e das habilidades científicas dos estudantes. Cabe, ademais, destacar que o ensino por investigação permite o desenvolvimento de práticas epistêmicas fundamentais, como a proposição e avaliação de ideias científicas, contribuindo para o desenvolvimento da alfabetização científica e do pensamento crítico (Fernandes; Fernandes; Santos, 2024;)

Apesar dos avanços na pesquisa sobre experimentação no ensino de Física, ainda existem lacunas importantes relacionadas à compreensão de como os professores utilizam a experimentação em suas práticas pedagógicas e quais objetivos atribuem para essa prática. Em particular, ainda não está suficientemente esclarecido como as concepções docentes influenciam o uso da experimentação e como essa prática é implementada no contexto real das escolas de ensino médio (Neves da Silva et al., 2025).

Tendo em vista esse panorama, a presente pesquisa é orientada pela seguinte pergunta de pesquisa: como a experimentação é utilizada nas práticas pedagógicas de professores de Física no ensino médio e quais os empecilhos encontrados nessa prática? Na busca por respostas, esta pesquisa está inserida no contexto do ensino médio, envolvendo professores de Física que atuam em escolas públicas e privadas no município de Palotina, Paraná. A escolha desse cenário é justificado pela necessidade de compreender como a experimentação é utilizada em contextos reais de ensino, considerando as condições institucionais, formativas e estruturais que influenciam a prática docente.

Ao investigar as práticas pedagógicas relacionadas ao uso da experimentação, esta pesquisa busca contribuir para o avanço do conhecimento na área de ensino de Física, fornecendo subsídios teóricos e empíricos que possam contribuir para o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais efetivas e alinhadas às perspectivas contemporâneas da educação científica. Estudos, como de Arslan, Genç e Durak (2023) e Borges e Ustra (2024), indicam que estudantes envolvidos em atividades experimentais investigativas apresentam melhor desempenho na compreensão de conceitos físicos e maior capacidade de argumentação científica. Cabe, ainda, destacar o trabalho desenvolvido por Silva Júnior e Coelho (2020), em que realizaram um estudo com estudantes do ensino médio, no qual demonstraram que a utilização de atividades experimentais investigativas favorece o desenvolvimento da formulação e o teste de hipóteses, assim como a interpretação de dados, além de contribuir para uma compreensão mais articulada dos conceitos físicos abordados

No que diz respeito à formação de professores, tem-se demonstrado que a participação em atividades experimentais de caráter investigativo contribui significativamente para o desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo, bem como para o aprimoramento das práticas docentes (Vechiato; Scarpa, 2024). Esses resultados indicam que a formação docente desempenha um papel central na promoção do uso efetivo da experimentação no ensino de Física.

Apesar desses avanços, Santana e Sedano (2021) indicam que ainda existem lacunas importantes relacionadas à compreensão de como os professores utilizam a experimentação em suas práticas no contexto real das escolas. Observam, ainda, que não está suficientemente esclarecido como as concepções docentes influenciam o uso da experimentação e quais objetivos pedagógicos são atribuídos a essa prática.

Nesse contexto, torna-se fundamental investigar as práticas pedagógicas docentes relacionadas ao uso da experimentação no ensino de Física, buscando compreender como essa estratégia é utilizada no contexto escolar e quais são suas implicações para o ensino e a aprendizagem.

2. Procedimentos Metodológicos

A presente investigação teve sua origem a partir de observações realizadas na disciplina de Introdução à Física, ofertada no curso de Licenciatura em Ciências Exatas da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina. Durante o acompanhamento das atividades acadêmicas, constatou-se que os estudantes, frequentemente, demonstravam capacidade de recordar fórmulas e expressões matemáticas associadas a determinados conteúdos físicos, especialmente, quando haviam sido apresentados por meio de estratégias baseadas na memorização, a exemplo de frases, rimas ou músicas, as quais são recorrentemente utilizadas em contextos de preparação para exames seletivos de ingresso ao ensino superior. No entanto, verificou-se que essa recordação nem sempre era acompanhada de uma compreensão conceitual consistente dos fenômenos físicos envolvidos, o que evidencia um distanciamento entre a memorização de informações e a compreensão efetiva dos conceitos científicos.

Essa constatação reforça a importância da experimentação como elemento fundamental no processo de ensino e aprendizagem da Física, uma vez que possibilita a articulação entre teoria e prática, contribuindo para o desenvolvimento da compreensão conceitual e do pensamento científico. Associada à realização de atividades experimentais, a observação direta dos fenômenos físicos permite que os estudantes estabeleçam relações entre os modelos teóricos e as manifestações observáveis da natureza. Isso favorece a construção de significados e a superação de concepções baseadas exclusivamente na memorização de fórmulas e procedimentos.

A partir desse contexto, surge o projeto Licenciar[1], voltado para os estudantes do referido curso. Esse projeto buscou, desde os anos iniciais da formação, romper com abordagens centradas na memorização e na abstração descontextualizada, ao estimular a curiosidade dos licenciandos para a observação do cotidiano e a proposição de experimentos que evidenciem conceitos físicos, por meio de materiais de fácil acesso, contribuindo para a problematização e a desmistificação da Física.

Destacamos que a experimentação desempenha um papel relevante não apenas na consolidação do conhecimento científico, mas também na superação de concepções alternativas e do senso comum, contribuin-

1. O Licenciar é um programa da Universidade Federal do Paraná que apoia projetos educacionais desenvolvidos nos cursos de licenciatura, com foco na melhoria da formação inicial docente.

do para a construção de uma compreensão mais consistente e estruturada dos fenômenos físicos. Ao participar de atividades experimentais, os estudantes têm a oportunidade de confrontar suas concepções prévias com evidências empíricas, favorecendo a reorganização de suas estruturas cognitivas e a construção de novos significados. Desse modo, a experimentação contribui para o desenvolvimento da alfabetização científica, permitindo que os estudantes compreendam não apenas os conceitos científicos, mas também os processos envolvidos na construção do conhecimento científico.

Considerando a relevância da experimentação no ensino de Física, o presente estudo buscou investigar como essa estratégia pedagógica é utilizada no contexto escolar, com foco nas práticas pedagógicas de professores do ensino médio. Para isso, foi realizada uma investigação baseada na aplicação de um questionário a professores de Física que atuavam em escolas públicas e privadas no município de Palotina, com o objetivo de compreender como esses profissionais utilizam a experimentação em suas aulas, bem como identificar como as condições institucionais, formativas e estruturais influenciam a prática docente.

A utilização do questionário como instrumento de coleta de dados permitiu obter informações relevantes sobre as concepções docentes relacionadas ao uso da experimentação, bem como sobre as condições institucionais e pedagógicas que influenciam sua implementação. Além disso, a investigação buscou identificar possíveis desafios e limitações enfrentados pelos professores na utilização de atividades experimentais, bem como compreender de que forma essa estratégia pedagógica contribui para o ensino e a aprendizagem dos conteúdos físicos.

Ao investigar as práticas pedagógicas docentes, relacionadas ao uso da experimentação, este estudo busca contribuir para a compreensão do papel dessa estratégia no ensino de Física. Dessa forma, espera-se que os resultados desta pesquisa possam contribuir para a reflexão sobre o uso da experimentação no ensino de Física, bem como para o desenvolvimento de estratégias formativas que favoreçam a utilização dessa abordagem de forma mais significativa no contexto educacional.

A pesquisa de caráter exploratório envolveu treze professores da disciplina de Física atuantes no ensino médio, em escolas públicas e privadas do município de Palotina, Paraná. A coleta de dados ocorreu por meio da aplicação de um questionário estruturado, aplicado de forma anônima, o qual continha questões relacionadas à formação docente, à utilização de atividades experimentais em sala de aula, às dificuldades

encontradas na implementação dessas atividades e às concepções dos professores sobre a importância da experimentação no ensino de Física.

3. A experimentação no contexto da prática docente em Física

A experimentação constitui um elemento central no ensino de Física, sendo reconhecida como uma estratégia pedagógica capaz de favorecer a compreensão conceitual e o desenvolvimento do pensamento científico. Ela não apenas favorece o desempenho acadêmico nas disciplinas de Física, mas também contribui para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, ampliando sua capacidade de interpretação, análise e compreensão de fenômenos naturais.

No que se refere à formação acadêmica dos professores participantes, os dados indicam que a maioria (46%) possui formação específica em Licenciatura em Física, enquanto uma parcela menor possui formação em áreas afins, como Matemática (8%) ou Química (15%), com habilitação complementar em Física (31%). Esse resultado é relevante, uma vez que a formação específica na área constitui um fator importante para a utilização de abordagens pedagógicas diversificadas, incluindo a experimentação. Professores com formação específica tendem a apresentar maior segurança conceitual e maior predisposição para utilizar estratégias experimentais em suas aulas (Abrahams; Millar, 2008; Oliveira; Bonito, 2023). Tal evidência pode ser compreendida à luz de Tardif (2002), ao considerar que os saberes docentes, especialmente os saberes disciplinares, constituem elemento central na organização da prática pedagógica, influenciando tanto o domínio dos conteúdos quanto a seleção das estratégias de ensino. Por outro lado, professores com formação em áreas correlatas podem apresentar maior tendência à utilização de abordagens centradas na resolução de exercícios e na apresentação teórica dos conteúdos, o que pode limitar o uso da experimentação como ferramenta pedagógica (Carvalho; Sasseron, 2015).

No que se refere às concepções docentes sobre a importância da experimentação, os resultados indicam um consenso entre os professores quanto ao seu papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem. Os participantes destacaram que a utilização de atividades experimentais contribui significativamente para a melhoria da aprendizagem dos conteúdos (indicado por 43% dos docentes), visto que facilita a compreensão dos conceitos físicos (indicado por 38% dos docentes), pois torna as aulas mais dinâmicas e significativas (indicado por

19% dos docentes). Esses resultados estão de acordo com autores que indicam que a experimentação favorece o desenvolvimento da compreensão conceitual, especialmente, ao permitir que os estudantes observem diretamente os fenômenos físicos e estabeleçam relações entre teoria e prática (Araújo; Abib, 2003; Carvalho, 2013).

Além disso, os professores destacaram que a experimentação contribui para tornar a Física menos abstrata, já que facilita o acompanhamento das aulas, além de promover maior engajamento dos estudantes. Essa percepção está alinhada à literatura, que aponta que a experimentação favorece a construção de significados e contribui para o desenvolvimento da alfabetização científica, o que permite aos estudantes compreender não apenas os conceitos científicos, mas também os processos envolvidos na construção do conhecimento científico (Sasseron, 2015).

Apesar do reconhecimento da importância da experimentação, os resultados indicam que sua utilização efetiva nas aulas de Física ainda é limitada. Os professores relataram diversas dificuldades que atrapalham a implementação de atividades experimentais, destacando, entre elas, a falta de tempo para preparação das atividades, a elevada carga horária docente, a ausência de materiais adequados, a falta de infraestrutura laboratorial e a reduzida carga horária destinada à disciplina de Física no currículo escolar.

A falta de tempo foi apontada como um dos principais fatores limitantes, sendo associada à elevada carga horária docente, especialmente, entre professores da rede pública. Esse resultado é consistente com estudos realizados no contexto brasileiro, que indicam que as condições de trabalho dos professores constituem um fator determinante na utilização de práticas pedagógicas inovadoras (Oliveira; Bonito, 2023). Além disso, o pouco tempo hábil disponível para as aulas e a quantidade de conteúdos a serem ministrados também é indicada como um fator restritivo. No contexto desta pesquisa, cabe destacar que, no estado do Paraná, de acordo com a Instrução Normativa Conjunta n.º 002/2025 - DEDUC/DPGE/SEED, a carga horária semanal da disciplina de Física, no ensino médio, na formação geral básica, na área de conhecimento de ciências da natureza e suas tecnologias, é de quatro horas semanais. Dessa forma, a disciplina é ofertada em dois blocos, sendo um de duas horas semanais, durante o primeiro ano, que totaliza 66 horas anuais, e duas horas semanais, durante o terceiro ano, totalizando 67 horas anuais. A baixa carga horária disponível para a disciplina de Física e a grande concentração de conteúdos fazem com que os professores acabem não

utilizando demonstrações e aulas práticas, focando principalmente na apresentação de conceitos e resolução de exercícios.

A ausência de infraestrutura adequada também foi identificada como um fator limitante significativo. A média atribuída pelos professores para a nota em relação à infraestrutura oferecida é inferior a 50%. Os professores relataram que muitas escolas não dispõem de laboratórios ou materiais adequados para a realização de atividades experimentais. Além disso, mesmo quando os materiais estão disponíveis, sua utilização é frequentemente limitada pela falta de formação específica ou capacitação docente. Esses resultados corroboram estudos que indicam que a infraestrutura negligenciada e a necessidade de formação docente, que domine a epistemologia da ciência, constituem fatores críticos para a implementação efetiva da experimentação no ensino de Física (Sasseron, 2015).

Outro aspecto relevante identificado refere-se ao potencial pedagógico da utilização de materiais experimentais de baixo custo. Os professores destacaram que a utilização de materiais acessíveis contribui para aproximar a Física do cotidiano dos estudantes, favorecendo a compreensão dos fenômenos físicos e promovendo maior engajamento nas atividades propostas. A opinião desses professores sobre o uso de materiais acessíveis na elaboração de experimentos em sala de aula é de que "Acaba por se tornar mais interessante, pois estimula o aluno a construir em vez de obter algo a partir do pronto"; "Quanto mais simples o experimento melhor aproxima-se a Física da realidade do aluno e assim aproxima o mundo físico ao aluno"; "Incentivam a aprendizagem a partir de situações do cotidiano". Essa abordagem é amplamente defendida na literatura, visto que a democratização do acesso à ciência passa pela utilização de materiais alternativos que superem a falta de infraestrutura laboratorial clássica, sem prejuízo à qualidade da aprendizagem científica (Araújo; Abib, 2003; Silva Júnior; Coelho, 2020; Oliveira; Bonito, 2023).

Os resultados desta pesquisa evidenciam uma contradição relevante entre o reconhecimento da importância da experimentação e sua efetiva utilização no ensino de Física. Essa contradição reforça a necessidade de políticas educacionais e programas de formação docente que favoreçam a implementação da experimentação como estratégia pedagógica, contribuindo para o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais alinhadas às perspectivas contemporâneas do ensino de ciências.

4. Considerações finais

A presente pesquisa teve como objetivo analisar as práticas pedagógicas relacionadas ao uso da experimentação no ensino de Física, no ensino médio, buscando compreender suas características, finalidades e implicações no contexto escolar. Os resultados obtidos evidenciam uma contradição significativa entre o reconhecimento, por parte dos professores, da importância da experimentação como estratégia pedagógica e sua efetiva utilização nas aulas de Física.

A análise dos dados revelou que uma parcela dos docentes não possui capacitação formal na área de Física, o que pode influenciar diretamente suas concepções e práticas pedagógicas. Esse resultado é particularmente interessante, uma vez que a formação docente constitui um fator determinante na implementação de estratégias pedagógicas diversificadas, incluindo o uso da experimentação como ferramenta de ensino.

Os dados também evidenciaram que, embora a maioria dos professores reconheça a importância das atividades experimentais para o ensino e aprendizagem da Física, muitos não utilizam essa abordagem de forma sistemática em suas práticas pedagógicas. Entre os principais fatores apontados como limitantes para a implementação da experimentação, destacam-se a elevada carga horária docente, a falta de tempo para planejamento das atividades, a ausência de infraestrutura laboratorial adequada e a insuficiência de materiais experimentais disponíveis nas escolas. Esses fatores contribuem para a predominância de abordagens pedagógicas centradas na exposição teórica e na resolução de exercícios, o que tende a limitar as oportunidades de desenvolvimento de habilidades investigativas e compreensão conceitual por parte dos estudantes.

Por outro lado, os resultados indicam que os professores demonstram interesse significativo em utilizar atividades experimentais em suas aulas, especialmente, quando associadas ao uso de materiais de baixo custo e de fácil acesso. A elevada adesão à proposta de utilização de materiais experimentais acessíveis, aliada ao interesse dos professores em programas de formação continuada, evidencia o potencial de iniciativas que promovam a integração entre teoria e prática no ensino de Física.

Nesse contexto, um dos principais desdobramentos, a partir desta pesquisa, foi o desenvolvimento do material didático denominado "Desvendando o Laboratório de Física". Esse material foi elaborado pelos alunos do Curso de Licenciatura em Ciências Exatas no período de 2016

a 2019. Assim, ficou estruturado com o objetivo de auxiliar professores na implementação de atividades experimentais, mesmo em contextos escolares com infraestrutura limitada. O material é composto por dois componentes principais: um manual de construção dos aparatos experimentais, utilizando materiais de baixo custo e fácil acesso, e um manual de execução, que orienta a condução das atividades experimentais por meio de questionamentos e reflexões que articulam teoria e prática.

A elaboração desse material constituiu uma contribuição relevante desta pesquisa, na medida em que oferece subsídios concretos para a implementação da experimentação no ensino de Física, o que contribui para a superação de algumas das dificuldades identificadas pelos professores.

Do ponto de vista acadêmico, esta pesquisa colabora para o avanço do conhecimento na área de ensino de Física ao fornecer evidências empíricas sobre as práticas pedagógicas docentes relacionadas ao uso da experimentação no contexto brasileiro. Os resultados obtidos reforçam a importância da experimentação como elemento fundamental no ensino de Física e evidenciam a necessidade de políticas educacionais e programas de formação docente que promovam a integração entre teoria e prática.

Entretanto, esta pesquisa apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. O número de participantes foi relativamente reduzido e restrito a um contexto geográfico específico, o que limita a generalização dos resultados. Além disso, a coleta de dados foi realizada por meio de questionários, o que não permitiu observar diretamente as práticas pedagógicas em sala de aula. Estudos futuros podem ampliar essa investigação por meio da utilização de múltiplos instrumentos de coleta de dados, incluindo observações em sala de aula e entrevistas com professores. Da mesma forma, é essencial a ampliação desta pesquisa para outros contextos educacionais, bem como a avaliação do impacto do material didático desenvolvido na prática docente e na aprendizagem dos estudantes.

Em síntese, nossos resultados evidenciam que, embora a experimentação seja amplamente reconhecida como uma estratégia pedagógica fundamental no ensino de Física, sua implementação ainda enfrenta desafios significativos. Nesse sentido, iniciativas que promovam o desenvolvimento de materiais didáticos acessíveis e a formação docente constituem estratégias promissoras para a promoção de um ensino de

Física mais significativo, investigativo e alinhado às demandas contemporâneas da educação científica.

Referências

ABRAHAM, I; MILLAR, R. Does practical work really work? **International Journal of Science Education**, 2008. DOI. 10.1080/09500690701749305

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino Física**. v. 25, n. 2, p.176-194, 2003.

ARSLAN, H. Ö.; GENÇ, M.; DURAK, B. Exploring the effect of argument-driven inquiry on pre-service science teachers' achievement, science process, and argumentation skills and their views on the ADI model. **Teaching and Teacher Education**, v. 121, p. 103905, 2023. DOI. 10.1016/j.tate.2022.103905

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291–313, 2002.

BORGES, J. R. A.; USTRA, S. R. V. Qualidade argumentativa no ensino de física por investigação. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 18, n. 1, p. e527585, 2024. DOI. 10.14244/198271995275.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por investigação: condi**ções para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. Ensino de física por investigação: referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de ensino sobre calor e temperatura. **Ensino em Re-Vista**, v. 22, n. 2, p. 249-266, 2015. DOI. 10.14393/ER-v22n2a2015-1.

FERNANDES, G. W. R.; FERNANDES, I. H.; SANTOS, D. L. Alfabetização científica e tecnológica como transformação social: uma reflexão para a sua promoção no ensino de Ciências a partir de uma tecnologia social**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 26, p. e53183, 2024. DOI. 10.1590/1983-21172022240195

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las Ciencias. **Revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 12, n. 3, p. 299–313, 1994. DOI: 10.5565/rev/ensciencias.4417

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. The Laboratory in Science The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. **Science Education**, 88: p. 28-54, 2004, DOI. 10.1002/sce.10106

HOLMES, N. G.; OLSEN, J.; THOMAS, J. L.; WIEMAN, C. E. Value added or misattributed? A multi-institution study on the educational benefit of labs for reinforcing physics content. **Physical Review Physics Education Research**, 13, p. 010129, 2017, DOI. 10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.010129

LEAL, S. H.; NOVAIS, R. M.; FERNANDEZ, C. Conhecimento pedagógico do conteúdo de "estrutura da matéria" de uma professora de química experiente em aulas de química geral. **Ciência & Educa**ção, Bauru, v. 21, n. 3, p. 725–742, 2015. DOI. 10.1590/1516-731320150030013

MILITÃO, E. C.; LOPES, B. J. S. Experimentação como estratégia de ensino-aprendizagem para o favorecimento das capacidades de pensamento crítico. **Revista Educação**, Santa Maria, v. 47, n. 1, p. e79, 2022. DOI. 10.5902/1984644457501

NEVES DA SILVA, J. R.; SANTOS, A. L.; SILVA, G. A.; DAHORA, S. A. B. Construções conjuntas de práticas pedagógicas sobre ensino de física experimental entre docentes do ensino superior: análise do potencial de um grupo de planejamento conjunto. I**nvestigações em Ensino de Ciências**, v. 30, n. 1, p. 336–368, 2025. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci/2025v30n1p336.

OLIVEIRA, H.; BONITO, J. Practical work in science education: a systematic literature review. **Frontiers in Education**, v. 8, p. 1-20, 2023. DOI. 10.3389/feduc.2023.1151641.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Instrução Normativa Conjunta n.º 002/2025 – DEDUC/DPGE/SEED. Curitiba, 2025.** Disponível em: https://www.educacao.pr.gov.br/instrucoes

SANTANA, U. S.; SEDANO, L. Práticas epistêmicas no ensino de Ciências por investigação. **Investigações em Ensino de Ciências**, V. 26, N. 2, 378-403, 2021. DOI. 10.22600/1518-8795.ienci2021v26n2p378

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, o Ensino por Investigação e a Argumentação em situações de Ensino de Ciências da natureza e Escola. **Revista Ensaio,** v. 17, p. 49-67, 2015. DOI. 10.1590/1983-2117201517s04

SASSERON, L. H.; DUSCHL, R. A. Ensino de ciências e as práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 2, p. 52-67, 2016. DOI. 10.22600/1518-8795.ienci2016v21n2p52.

SILVA JÚNIOR, J. M.; COELHO, G. R. O ensino por investigação como abordagem para o estudo do efeito fotoelétrico com estudantes do ensino médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, p. 51–78, 2020. DOI: 10.5007/2175-7941.2020v37n1p51.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional.** Petrópolis: Vozes, 2002.

VECHIATO, L.; SCARPA, D. L. O que conta como conhecimento sobre ensino de ciências por investigação? Construção de oportunidades de aprendizagem docente um contexto de reforma curricular**. Investigações em Ensino de Ciências**, v. 29, n. 3, p. 287–323, 2024. DOI. 10.22600/1518-8795.ienci2024v29n3p287.

Capítulo 9

Do estágio à prática: contribuições do PREVEC para a formação docente reflexiva em um Curso de Ciências Exatas

Maisa Fernanda da Cunha
Ana Paula Ramão da Silva
Mara Fernanda Parisoto

1. Introdução

Segundo Tardif (2000), os saberes profissionais docentes são temporais, devido a três fatores: o que os docentes sabem sobre o ensino (como ser professor e como ensinar) decorre de sua história de vida e de seu percurso escolar; os primeiros anos em sala de aula são essenciais para a o desenvolvimento da competência e para a estruturação da prática docente; e esses saberes se desenvolvem ao longo da carreira, por meio de mudanças de fases e de contextos. Diante disso, é imprescindível refletir sobre a importância do estágio na formação de professores, uma vez que ele possibilita ao licenciando o início de sua prática e a problematização de modelos de docência mantidos na memória como reminiscências das aulas assistidas durante sua trajetória escolar.

O estágio na formação inicial de professores representa uma primeira aproximação com a realidade da sala de aula. Uma das modalidades de estágio que tem se destacado em discussões teóricas é o estágio com pesquisa, cuja finalidade é analisar atividades docentes, visando à sua formação por meio da atuação de professores reflexivos[1], que problematizam a realidade educacional contemporânea e estabelecem diálogo com a universidade por meio da atuação do estagiário (Ghedin, 2006).

Para que os profissionais se consolidem como professores reflexivos sobre sua prática, é necessário que desenvolvam uma postura crítica constante em relação às suas atividades, sendo formados não apenas com embasamento teórico, mas também com uma estreita relação téorica-prática (Ghedin; Oliveira; Almeida, 2018). Segundo Ghedin (2006, p. 232),

1. De acordo com Pimenta (1999), apoiada nos pressupostos de Donald Schön, a formação do professor reflexivo envolve três diferentes tipos de reflexão: a reflexão na ação, a reflexão sobre a ação, e a reflexão sobre a reflexão na ação.

> Visto que o processo se dá orientado por um trabalho de reflexão sobre a prática, o estágio vinculado à pesquisa procura promover a aproximação dos professores com a escola, com os professores da universidade e os estudantes estagiários articulados pela prática da pesquisa que os move, tornando-os participantes, pelo entendimento da pesquisa e de seus objetivos, ao mesmo tempo que compartilham processos e produtos, pois colaboram com os rumos que adquire a pesquisa na e sobre a escola e seus problemas, que podem encontrar alternativas mediante a parceria nas atividades desenvolvidas no estágio profissional.

É consenso entre os estudiosos da área que a educação não se limita à sala de aula das escolas, mas se estende também aos espaços não formais e informais (Silva; Melo, 2021). Nessa perspectiva, pode-se considerar a realização de estágios supervisionados em espaços de educação não formal, isto é, em ambientes interativos organizados sob diretrizes de determinados grupos, cuja participação é optativa e pode ocorrer em função das vivências históricas de cada indivíduo (Gohn, 2006).

É nesse contexto que se insere a presente pesquisa, desenvolvida nas disciplinas de Estágio Supervisionado Escolar e Estágio Supervisionado Escolar Específico, realizadas durante o ano de 2024 por uma das autoras deste trabalho, no 5º e 6º períodos do curso de Licenciatura em Ciências Exatas com habilitação em Matemática da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor Palotina. As atividades desenvolvidas no projeto de extensão Pré-Vestibular Comunitário (PREVEC), modalidade presencial da UFPR, contribuíram para o processo formativo da estudante, além de possibilitarem a elaboração de material pedagógico para os colaboradores do cursinho, por meio da problematização realizada, que posteriormente se tornou material de apoio para a participação no projeto.

Assim, este estudo tem como objetivo apresentar o contexto pedagógico no qual as atividades mencionadas foram realizadas, bem como analisar as contribuições do estágio no PREVEC para a formação docente da coautora deste trabalho, buscando evidenciar a relevância dos espaços de educação não formal na formação de professores reflexivos. Para atingir esse objetivo, busca-se descrever as atividades realizadas e dialogar com autores que tratam da temática.

2. Métodos

Este trabalho adota uma abordagem qualitativa, que permite tanto uma compreensão aprofundada do objeto de estudo quanto a análise dos significados atribuídos pelos sujeitos aos fenômenos (Lüdke; André, 1986). Por meio de um estudo de caso, busca-se analisar o percurso da estagiária no PREVEC. Conforme Lüdke e André (1986, p. 21), esse tipo de pesquisa se diferencia das demais, pois

> [...] A preocupação central ao desenvolver esse tipo de pesquisa é a compreensão de uma instância singular. Isso significa que o objeto estudado é tratado como único, uma representação singular da realidade que é multidimensional e historicamente situada. Desse modo, a questão sobre o caso ser ou não "típico", isto é, empiricamente representativo de uma população determinada, torna-se inadequada, já que cada caso é tratado como tendo um valor intrínseco.

A presente pesquisa tem como objetivo apresentar o contexto pedagógico no qual as atividades mencionadas foram realizadas, bem como analisar as contribuições do estágio no PREVEC para a formação docente da coautora deste trabalho, buscando evidenciar a relevância dos espaços de educação não formal na formação de professores reflexivos. Para atingir esse objetivo, busca-se descrever as atividades realizadas e dialogar com autores que tratam da temática.

Os estágios supervisionados são disciplinas obrigatórias no curso de Licenciatura em Ciências Exatas. Eles se dividem em quatro disciplinas: Estágio Supervisionado Escolar, com carga horária de 75h; Estágio Supervisionado Escolar Específico, também com 75h (ambos com a possibilidade de inserção de estagiários em espaços de educação não formal); Estágio Supervisionado de Docência em Matemática I, com 120h, voltado para observações e regência em escolas estaduais; e Estágio Supervisionado de Docência em Matemática II, com foco na prática da didática em escolas estaduais, com carga horária de 135h.

O estudo aqui descrito foi realizado durante o ano de 2024, nas disciplinas de Estágio Supervisionado Escolar e Estágio Supervisionado Escolar Específico do curso de Licenciatura em Ciências Exatas. O objetivo das atividades desenvolvidas ao longo dessas disciplinas, situadas no âmbito da educação não formal, foi observar e problematizar as ações dos discentes colaboradores do projeto de extensão PREVEC da UFPR Setor Palotina, bem como propor uma intervenção para a problematização identificada, com base em três perguntas norteadoras: "As

estratégias utilizadas na educação não formal podem contribuir para a educação formal? Se não, por quê? Se sim, por que e de que forma?"; "É possível (ou necessário) realizar uma intervenção de orientação formal nas práticas da educação não formal? Se não, por quê? Se sim, por que e de que forma?"; e "Qual é o papel das *fake news* no âmbito da educação não formal?". Essas questões orientaram a observação realizada durante o estágio no PREVEC.

Esse projeto de extensão, criado em 2016, tem como objetivo ofertar aulas preparatórias para estudantes do Ensino Médio da região Oeste do Paraná, atendendo em formato remoto e presencial, voltado para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e para vestibulares, em especial o da UFPR[2]. O projeto conta com colaboradores de variadas áreas, que ministram aulas das disciplinas que compõem as provas de larga escala mencionadas, com ênfase nos conteúdos mais recorrentes. Importa destacar as dimensões do PREVEC que, segundo Silva, Parisoto e Castro (2024, p. 1602), são:

> [...] I – oferta de aulas preparatórias para o vestibular das universidades públicas e para o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem); II - espaço-tempo para a preparação para o trabalho docente, para atividades extensionistas e para a iniciação científica em pesquisa em educação, permitindo aos graduandos e pós-graduandos possibilidades de intervenção pedagógica inovadoras.

Assim, durante as disciplinas de estágio, os licenciandos são imersos nesse contexto educacional, com possibilidades de vivenciar as duas dimensões do PREVEC, com a finalidade de ter contato com diferentes formas de ensinar, para além da educação formal abordada durante a graduação, e de explorar a dimensão formativa de espaço-tempo proporcionada pelo PREVEC. A partir disso, o produto das disciplinas, especialmente ao final da disciplina de Estágio Supervisionado Escolar Específico, consiste em uma intervenção relacionada à problematização sobre dos processos de ensino e aprendizagem observados no PREVEC, de modo a contribuir para o processo educativo analisado.

Os dados para este trabalho foram obtidos da seguinte forma: I - análise dos registros do projeto de intervenção elaborado no primeiro semestre de 2024, por meio das reflexões decorrentes da observação de

2. Para mais informações, verifique o site do PREVEC: https://cursinhoufpr.wixsite.com/prevec.

quatro aulas de Biologia[3] para os alunos do PREVEC; II - considerações sobre o compêndio (intervenção formal) e o memorial das disciplinas, ambos entregues ao final da disciplina de Estágio Supervisionado Escolar Específico, no segundo semestre de 2024.

3. Resultados e discussão

As atividades realizadas durante os estágios supervisionados no PREVEC permitiram à autora ir além da sala de aula, constituindo-se como um meio de refletir sobre os diversos processos educativos, que extrapolam a educação formal, mais comumente observada no meio educacional. A inserção nesse espaço contribuiu para uma formação docente comprometida com as estreitas relações que devem existir entre teoria e prática ao longo da formação, tal como apontam Ghedin, Oliveira e Almeida (2018).

Durante o acompanhamento das aulas no PREVEC, foi possível observar diferentes processos de ensino e de aprendizagem, que contribuíram para ampliar a visão docente da estudante. Além disso, a intervenção realizada a partir da problematização - a qual possibilitou uma avaliação crítica acerca dos métodos de ensino - foi essencial para contribuir com a melhoria dos processos educativos desenvolvidos no cursinho.

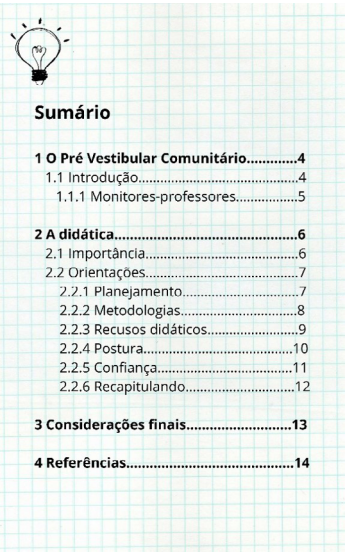
É importante ressaltar que as atividades do PREVEC favoreceram o desenvolvimento de um olhar empático em relação os processos observados, uma vez que o cursinho é voltado a estudantes que, em sua maioria, buscam um ensino mais acessível. Dessa forma, as experiências vivenciadas possibilitaram ampliar o olhar social que o professor deve considerar ao manter contato contínuo com a diversidade presente nas salas de aula, dialogando diretamente com a práxis freiriana: "ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo" (Freire, 1987, p. 39). Assim, evidencia-se que a interação e a problematização do mundo são elementos essenciais nos processos educativos, sejam eles presentes em espaços formais ou não formais.

3. Ressalta-se que, mesmo que a autora mencionada seja habilitada em Matemática, as observações foram feitas nas aulas de Biologia. Isso se deve ao fato de que as atividades de estágio foram realizadas em dupla, com uma estudante de outra habilitação. Assim, os horários disponíveis em comum eram apenas no dia das aulas de Biologia no PREVEC, o que não comprometeu as observações, pois a intervenção foi planejada pensando no PREVEC como um todo.

A partir da observação, foi elaborada a intervenção pedagógica: preparação de um artefato pedagógico para os colaboradores do cursinho, mais especificamente àqueles que ministram as aulas. Esse material caracterizou-se como um compêndio de práticas docentes[4], com o objetivo de auxiliar os discentes colaboradores na condução de suas aulas. O compêndio, bem como a proposta de sua elaboração, surgiu a partir da constatação de que os colaboradores não possuíam, de forma institucionalizada, um material que os auxiliasse no planejamento de suas aulas, considerando que muitos deles estavam tendo o primeiro contato com a docência no projeto, em razão da diversidade de suas áreas de formação (Agronomia, Medicina Veterinária, Engenharias, dentre outras).

O compêndio foi elaborado com base nas contribuições de autores estudados ao longo das disciplinas de estágio supervisionado. Além disso, foram incluídas estratégias frequentemente enfatizadas pelos professores durante a graduação, bem como aquelas observadas em suas práticas docentes, além de *feedbacks* obtidos em seminários realizados ao longo das disciplinas, especialmente no que se refere à postura docente. A seguir, apresenta-se o sumário do compêndio, disponibilizado aos colaboradores do PREVEC por meio digital, em PDF (Figura 1).

Figura 1 - Sumário do compêndio de práticas docentes



Sumário

1 O Pré Vestibular Comunitário.....4
1.1 Introdução.....4
1.1.1 Monitores-professores.....5

2 A didática.....6
2.1 Importância.....6
2.2 Orientações.....7
2.2.1 Planejamento.....7
2.2.2 Metodologias.....8
2.2.3 Recusos didáticos.....9
2.2.4 Postura.....10
2.2.5 Confiança.....11
2.2.6 Recapitulando.....12

3 Considerações finais.....13

4 Referências.....14

Fonte: Cunha *et al.* (2025).

4. Para visualizar o compêndio completo, veja Cunha *et al.* (2025).

Os conteúdos elencados constituem elementos essenciais do trabalho docente. O compêndio destaca a importância da didática para a aprendizagem, além de apresentar orientações que contribuem para as dimensões da didática, isto é, planejamento adequado, diferentes metodologias e recursos didáticos que podem ser utilizados, bem como estratégias voltadas ao desenvolvimento da postura docente e à construção da confiança ao longo das aulas.

As atividades desenvolvidas nas disciplinas de estágio supervisionado contribuem para a formação do professor reflexivo e dialogam diretamente com Tardif (2000), quando o autor afirma que o processo de construção dos saberes profissionais docentes é contínuo e se desenvolve ao longo da carreira. Além disso, essas atividades se articulam com a ideia de criação de espaços híbridos na formação de professores, defendida por Zeichner (2010), segundo a qual o conhecimento acadêmico e o conhecimento produzido nas comunidades devem estar relacionados. Ademais, as atividades de estágio dialogam também com Nóvoa (2024), quando o autor elenca características do conhecimento profissional docente, tais como: natureza contingente (ação e contextualização), natureza coletiva (coletivo profissional) e natureza pública (escrita e publicação).

Esse processo de intervenção reforça a ideia defendida por Ghedin (2006), ao destacar que os estágios com pesquisa promovem a colaboração entre estagiários e unidade de ensino, por meio de propostas que viabilizem a resolução de problemas por eles identificados. Assim, o estágio no PREVEC reafirma-se como um espaço de formação de professores reflexivos, ao articular estágio supervisionado e pesquisa.

Destarte, o estágio no PREVEC revela contribuições significativas para o processo de formação do licenciado em Ciências Exatas. As observações, acompanhamentos, reflexões e intervenções realizadas ao longo das disciplinas evidenciam que espaços de educação não formal contribuem para a formação do professor reflexivo, isto é, aquele que reflete continuamente sobre sua prática, com o objetivo de aprimorá-la.

4. Considerações finais

Este texto teve como objetivo apresentar o contexto pedagógico no qual as atividades mencionadas foram realizadas, bem como analisar as contribuições do estágio no PREVEC para a formação docente da coautora deste trabalho, buscando evidenciar a relevância dos espaços de educação não formal na formação de professores reflexivos. Para atingir esse objetivo, buscou-se descrever as atividades realizadas e dialogar com pesquisadores da área.

As atividades descritas neste trabalho proporcionaram à autora uma formação docente ampla e crítica, com uma estreita relação teórica-prática. O estágio supervisionado com pesquisa, em um ambiente de educação não formal, oportunizou ampliação da compreensão do processo educativo, ao promover o contato com diferentes formas de ensinar e aprender.

Além disso, o exercício de problematizar o espaço educativo do PREVEC, por meio da observação das aulas dos colaboradores, permitiu que a estagiária se apropriasse, de forma contínua, do perfil de professor reflexivo almejado para sua futura atuação profissional. Dessa forma, o objetivo do estágio foi alcançado, isto é, contribuir para a construção de um profissional reflexivo e crítico.

A intervenção realizada no PREVEC possibilitou a vivência de diferentes atividades docentes, que vão além do ato de ensinar, tais como: elaboração de material pedagógico, planejamento de aula, síntese de conteúdos e produção acadêmica. Em especial, a oportunidade de exercitar a escrita acadêmica ocorreu em dois momentos: na elaboração e síntese do material pedagógico e na produção das publicações científicas decorrentes dessas atividades.

Em síntese, o estágio supervisionado no PREVEC, isto é, em um espaço de educação não formal, contribuiu significativamente para a formação docente e para o desenvolvimento do perfil reflexivo da estagiária. As atividades desenvolvidas possibilitaram problematizar, sintetizar, observar, intervir e contribuir para a melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem no PREVEC, beneficiando os estudantes do cursinho e promovendo, assim, uma perspectiva social sobre o processo educativo.

As atividades aqui apresentadas reafirmam a importância e a contribuição do estágio supervisionado para a formação docente. O PREVEC configura-se, portanto, como um espaço essencial que permite ao

estudante o contato com a realidade educacional, para além da educação formal abordada na graduação. Dessa forma, tais contribuições demonstram que, ao longo de seus 12 anos de história, o curso de Licenciatura em Ciências Exatas da UFPR, Setor Palotina, consolida-se como um espaço comprometido com a formação integral de professores reflexivos, críticos, criativos e empáticos.

5 Agradecimentos

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

Às coordenadoras do PREVEC, nas modalidades remota e presencial, participantes deste trabalho, pela oportunidade de atuação no projeto e pela contribuição para o processo educativo.

À Pró-Reitoria de Pertencimento e Políticas de Permanência Estudantil (P4E) da UFPR, pelos auxílios concedidos ao longo dos três anos e meio de graduação da estudante mencionada neste trabalho, os quais foram essenciais para sua dedicação integral às atividades aqui descritas.

À Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (PROEC) da UFPR, pelo apoio ao desenvolvimento e à continuidade das atividades do PREVEC, por meio da concessão de bolsas de extensão aos colaboradores.

Às demais instâncias de apoio e financiamento da UFPR, pelo incentivo e pela contribuição às atividades desenvolvidas no âmbito da universidade.

Referências

CUNHA, M. F. da. *et al.* Educação não formal, cursinho e didática: um relato de experiência na disciplina de Estágio Supervisionado Escolar Específico. In: IV ENCONTRO DAS LICENCIATURAS DA REGIÃO SUL, 2025, Caxias do Sul. **Anais [...].** Caxias do Sul: Editora Realize, 2025. Disponível em: https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/120982. Acesso em 07 abr. 2026.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GHEDIN, E. A articulação entre estágio-pesquisa na formação do professor-pesquisador e seus fundamentos. *In*: BARBOSA, R. L. L. (Org.) **Formação de educadores:** artes e técnicas-ciências e políticas. São Paulo: Editora Unesp, 2006. p. 225-246.

GHEDIN, E.; OLIVEIRA, E. S. de; ALMEIDA, W. A. de. **Estágio com pesquisa.** São Paulo: Cortez Editora, 2018.

GOHN, M. G. Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. **Revista Ensaio-Avaliação e Políticas Públicas em Educação,** Rio de Janeiro, v. 14, n. 50, p. 11-25, 2006.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação:** abordagens qualitativas. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

NÓVOA, A. Formação de professores: uma terceira revolução? **Educação, Sociedade & Culturas**, n. 67, p. 1-14, 2024. Disponível em: https://www.up.pt/journals/index.php/esc-ciie/article/view/777/525. Acesso em 15 abr. 2026.

PIMENTA, S. G. Formação de professores: identidade e saberes da docência. *In:* PIMENTA, S. G. (Org.). **Saberes pedagógicos e atividade docente.** São Paulo: Cortez Editora, 1999.

SILVA, A. P. R. da; PARISOTO, M. F.; CASTRO, L. P. V. de. Prevec rumo à consolidação: uma década delineando um território para a aprendência. *In:* CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2024, Campina Grande. **Anais [...].** Campina Grande: Realize Editora, 2024. Disponível em: https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/118850. Acesso em 15 abr. 2026.

SILVA, L. P. da; MELO, T. M. Estágio curricular em espaços não formais: caracterização e planejamento de atividades para o ensino de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia,** Ponta Grossa, v. 14, n. 1, p. 115-138, 2021. Disponível em: https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/viewFile/11951/pdf. Acesso em 08 abr. 2026.

TARDIF, M. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários: elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas consequências em relação à formação para o magistério. **Rev. Bras. Educ.,** n. 13, p. 5-24, 2000. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/pdf/rbedu/n13/n13a02.pdf. Acesso em 08 abr. 2026.

ZEICHNER, Ken. Repensando as conexões entre a formação na universidade e as experiências de campo na formação de professores em faculdades e universidades. **Educação**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 479-504, 2010. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/reveducacao/article/view/2357. Acesso em 15 abr. 2026.

Capítulo 10

Acessibilidade no ensino de física: avanços, desafios e novas tecnologias para a inclusão de alunos com deficiência visual

Rita de Cássia dos Anjos
Camila Tonezer
Larissa Cristina Santos

1. Introdução

O ensino de ciências exatas para alunos com deficiência visual permanece como um dos temas mais sensíveis da educação inclusiva brasileira. O arcabouço legal avançou consideravelmente nos últimos vinte e cinco anos, desde a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei nº 9.394/96), passando pela Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (Brasil, 2008) e chegando à Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Brasil, 2015). A tradução desses marcos normativos em prática pedagógica efetiva, contudo, ainda esbarra em três obstáculos persistentes. O primeiro é a escassez de materiais didáticos acessíveis para áreas como a física e a química. O segundo é a formação docente insuficiente para o uso desses materiais em sala de aula regular. O terceiro é a desarticulação entre os profissionais do Atendimento Educacional Especializado (AEE) e os professores das disciplinas específicas.

Em 2017, apresentamos, no XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, os primeiros resultados do projeto Física em Braille, desenvolvido no Setor Palotina da Universidade Federal do Paraná (Santos; Anjos, 2017). À época, a proposta inicial concentrava-se em três frentes. A primeira era a produção de livros didáticos com fórmulas e expressões físicas transcritas em Braille e em tinta. A segunda era o desenvolvimento de um kit de acessibilidade óptica para o ensino de fenômenos, como dispersão da luz, reflexão e refração. A terceira era a construção de um portal web destinado a professores que recebem alunos com deficiência visual em suas turmas regulares. Nos anos seguintes, o projeto expandiu-se, agregou novas pesquisadoras e bolsistas, bem como passou a dialogar com uma literatura crescente sobre acessibilidade no ensino de ciências.

O presente capítulo tem natureza distinta daquele primeiro relato. Não se trata de uma descrição inicial de atividades, mas sim de um trabalho de discussão e revisão que busca atualizar o cenário estatístico e legal da educação especial no Brasil (Santos; Tonezer; Anjos, 2025), sistematizar a produção acadêmica recente, entre 2017 e 2025, sobre ensino de física para deficientes visuais, e reposicionar o projeto Física em Braille no novo contexto, articulando-o com tecnologias e abordagens que emergiram nos últimos anos, em particular, a impressão 3D, a audiodescrição e a didática multissensorial. A intenção é contribuir para o debate sobre como pensar a inclusão de alunos com deficiência visual no ensino de física para além da mera tradução de conteúdos, considerando a especificidade epistemológica da disciplina e a necessidade de uma formação docente robusta.

Este capítulo também se insere no contexto das comemorações dos 10 anos do curso de Licenciatura em Ciências Exatas da UFPR - Setor Palotina, cuja trajetória tem sido marcada pela formação interdisciplinar de professores, pela articulação entre ensino, pesquisa e extensão e pelo compromisso com demandas educacionais concretas da região. Nesse percurso, o projeto Física em Braille representa uma das experiências que expressam a identidade do curso, ao aproximar a formação inicial docente dos desafios reais da escola pública e ao reafirmar que a inclusão, a acessibilidade e a democratização do ensino de ciências exatas são dimensões fundamentais da qualidade educacional. Assim, ao revisar avanços, limites e novas possibilidades para o ensino de física a estudantes com deficiência visual, o capítulo também registra uma contribuição construída coletivamente no âmbito da Licenciatura em Ciências Exatas ao longo de sua primeira década de existência.

2. Marco legal e cenário estatístico atual

Desde a publicação do trabalho de 2017, o marco legal da educação inclusiva no Brasil sofreu mudanças importantes. A Lei nº 13.146/2015, conhecida como Lei Brasileira de Inclusão (LBI) ou Estatuto da Pessoa com Deficiência, entrou em pleno vigor em janeiro de 2016 e consolidou-se como o principal instrumento jurídico da área. Em seu Artigo 28, a LBI determina que cabe ao poder público assegurar, criar, desenvolver, implementar, incentivar, acompanhar e avaliar, entre outras providências, o aprimoramento dos sistemas educacionais com vistas à oferta de serviços e recursos de acessibilidade que eliminem barreiras e

promovam a inclusão plena (Brasil, 2015). A Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, ratificada pelo Brasil com status de emenda constitucional pelo Decreto nº 6.949/2009, fornece o lastro jurídico-internacional para essas obrigações.

Os dados do Censo Escolar mostram que a inclusão avançou. Segundo o Inep, as matrículas de estudantes da educação especial, na educação básica, saltaram de cerca de 1,25 milhão, em 2019, para 1,77 milhão, em 2023, crescimento de 41,6% em apenas cinco anos (Brasil, 2024a). No ensino médio, a taxa de inclusão em classes comuns aproxima-se da totalidade. Em quinze unidades da federação, a inclusão é praticamente plena. Esse crescimento expressivo das matrículas, no entanto, não foi acompanhado, na mesma intensidade, pela ampliação do Atendimento Educacional Especializado. A porcentagem de estudantes com acesso ao AEE permaneceu praticamente estável, entre 2019 e 2023, oscilando entre 40% e 42% (Brasil, 2024a). Há, portanto, um descompasso entre o acesso à escola e o acesso aos recursos de apoio que viabilizam a aprendizagem.

No ensino superior, o quadro é semelhante. O Censo da Educação Superior aponta crescimento sustentado do número de estudantes com deficiência matriculados em cursos de graduação, mas com forte concentração nas áreas de Ciências Humanas e Sociais e baixa presença nas Ciências Exatas e Engenharias (Brasil, 2024b). Esse fenômeno, já registrado no levantamento que fizemos em 2017, permanece atual e reforça a hipótese de que a baixa presença de alunos com deficiência visual em cursos de física, química, matemática e engenharias está diretamente associada à precariedade da formação que recebem em ciências exatas durante o ensino médio.

Em paralelo, o IBGE estima que aproximadamente 7,9 milhões de brasileiros apresentam algum grau de deficiência visual, dos quais a grande maioria, conforme dados da Organização Mundial da Saúde, são pessoas com baixa visão e não cegueira total. Esse dado, frequentemente subestimado, tem implicações pedagógicas relevantes. A maior parte do público-alvo dos materiais inclusivos não é exclusivamente usuária do Braille, mas também necessita de recursos de ampliação, contraste, áudio e tato.

3. Revisão da literatura recente (2017 a 2025)

Esta seção organiza a produção acadêmica recente em quatro eixos que dialogam diretamente com o projeto Física em Braille. O primeiro trata dos materiais táteis e impressos em Braille; o segundo aborda a impressão 3D como recurso de acessibilidade; o terceiro discute a audiodescrição como tecnologia assistiva no ensino; e o quarto revisa a didática multissensorial como referencial teórico-metodológico.

3.1 Materiais táteis e a tradição em Braille

O Sistema Braille, desenvolvido na França por Louis Braille, em 1825, e consolidado em sua forma atual, em 1837, continua sendo o principal código universal de leitura e escrita para pessoas cegas (Baptista, 2000). No Brasil, a grafia matemática unificada para a língua portuguesa (Cerqueira et al., 2006) e a grafia química em Braille fornecem a base simbólica para a transcrição de fórmulas científicas. Trabalhos recentes têm chamado a atenção para uma questão estrutural. Ainda que o código exista, ele é pouco utilizado pelos professores da rede regular; ademais, a integração entre a transcrição em Braille e o livro didático adotado pela escola permanece um desafio (Ribeiro; Santos, 2024).

Camargo (2012), em obra de síntese sobre os saberes docentes necessários para a inclusão do aluno com deficiência visual, em aulas de física, argumenta que a inclusão efetiva exige mais do que a tradução de conteúdos. Requer uma reestruturação do próprio modo de comunicar conceitos físicos. As barreiras comunicacionais analisadas pelo autor em aulas de óptica, mecânica e física moderna (Camargo, 2008b) mostram que a estrutura empírica audiovisual interdependente, ou seja, aquela em que o significado depende simultaneamente de imagem e som apresentados em conjunto, exclui o aluno cego do diálogo pedagógico, mesmo quando há boa intenção do docente. A proposta do autor é a desconstrução dessa interdependência, de modo que a linguagem utilizada possua estrutura empírica visualmente independente, podendo ser reconstruída por outros canais sensoriais.

Em diálogo com essa perspectiva, o projeto Física em Braille tem se movido na direção de produzir materiais que não isolem o aluno com deficiência visual e que possam ser utilizados conjuntamente por toda a turma. A escolha de manter, no livro de fórmulas, a versão em tinta ao lado da versão em Braille, descrita em Santos e Anjos (2017), antecipa essa preocupação. O professor sem domínio do código pode acom-

panhar a leitura, e os colegas videntes podem participar das discussões sobre o significado das expressões.

3.2 Impressão 3D, um novo paradigma de baixo custo

Talvez a mudança tecnológica mais significativa no campo, desde 2017, tenha sido a popularização das impressoras 3D em ambientes escolares e universitários. Diversos grupos brasileiros têm produzido modelos táteis de fenômenos físicos, como circuitos elétricos, ondas, lentes esféricas e modelos atômicos, utilizando manufatura aditiva. A vantagem em relação aos modelos tradicionais em madeira ou acrílico é evidente. A prototipagem é rápida, o custo unitário é baixo; além disso, há amplo potencial de replicação em larga escala e de adaptação a diferentes contextos pedagógicos.

Iniciativas brasileiras, como o grupo Incluir-Ciência, do CEFET-MG, e o programa Ciência ao Alcance das Mãos, têm explorado o potencial da impressão 3D como ferramenta de inclusão em diversas áreas do conhecimento (Lopes Torres; Silva, 2025). Para o ensino de física, especificamente, modelos impressos em 3D abrem possibilidades antes restritas à descrição verbal. Fenômenos tridimensionais, como campos vetoriais, trajetórias parabólicas, planos inclinados e configurações ópticas, podem ser apresentados ao aluno simultaneamente, de maneira concreta e manipulável.

Em paralelo, projetos brasileiros têm explorado materiais em alto-relevo de baixo custo (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, 2020). Esses materiais permitem a leitura tátil de circuitos em série e em paralelo, possibilitam ao aluno identificar a direção da corrente elétrica e podem ser combinados com o uso do som como retorno auditivo no ensino de resistência elétrica, o que amplia o repertório multissensorial disponível ao professor.

3.3 Audiodescrição como tecnologia assistiva educacional

A audiodescrição (AD), originalmente desenvolvida no contexto cultural e do entretenimento, tem migrado de forma crescente para o ambiente escolar. Trata-se de uma tradução intersemiótica que converte imagens, gráficos e demonstrações visuais em descrição verbal, segundo critérios técnicos de objetividade, concisão e relevância (Motta; Romeu Filho, 2010; Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2016).

No Brasil, trabalhos recentes têm defendido a AD como tecnologia assistiva de grande potencial educacional, capaz de remover barreiras comunicacionais sem exigir adaptação prévia do material visual (Santos; Brandão, 2020).

Para o ensino de física, a AD é particularmente relevante em duas situações. A primeira é a descrição de gráficos cinemáticos, oscilatórios e termodinâmicos. A segunda é a descrição de demonstrações experimentais. Sequências didáticas recentes vêm combinando AD com maquetes táteis, vídeos com janela de Libras e brinquedos pedagógicos, como a mola maluca, utilizada para o estudo de ondas (Santos dos Reis; Martins Santos; Da Costa Nunes, 2022). O período da pandemia de COVID-19, ao forçar o atendimento remoto e individualizado, acelerou a produção de materiais audiodescritos no ensino de física, de maneira que parte significativa dessa produção encontra-se hoje disponível em repositórios institucionais e canais de extensão universitária (Santos; Brandão, 2020).

3.4 Didática multissensorial, o referencial de Soler e Camargo

Talvez, o quadro teórico mais consistente para articular Braille, materiais táteis, audiodescrição e modelos 3D, em uma única abordagem pedagógica, seja o da Didática Multissensorial, originalmente proposta por Miquel Soler (1999) e amplamente desenvolvida, no Brasil, por Eder Pires de Camargo e seu grupo na UNESP. A premissa é simples e relevante. O ensino de ciências deve mobilizar, simultaneamente, o maior número possível de canais sensoriais, não apenas para incluir o aluno com deficiência visual, mas para enriquecer a aprendizagem de todos os estudantes.

Sob essa perspectiva, o aluno cego deixa de ser visto como um receptor de adaptações e passa a ser tratado como um participante pleno, cuja presença demanda e, ao mesmo tempo, motiva uma reorganização da própria prática docente. Vinte e cinco anos depois da proposta original de Soler, o referencial multissensorial continua sendo o mais citado nas dissertações e teses recentes da área (Pereira, 2018; Galvão; Andrade; Pires, 2024) e em revisões sistemáticas da literatura (Mendonça Marques; Batista Vilar; Barbosa-Lima, 2023). É nesse referencial que situamos, atualmente, o conjunto de materiais produzidos pelo projeto Física em Braille.

Em uma revisão da produção brasileira, entre 2000 e 2018, França e Siqueira (2019) identificaram um padrão geográfico relevante. A gran-

de maioria das propostas didáticas para o ensino de física a deficientes visuais provém das regiões Sudeste e Sul, com baixa representatividade de outras regiões, em particular, o Norte. Essa concentração territorial reforça a importância de manter e ampliar projetos de extensão, como o desenvolvido em Palotina, no oeste do Paraná, e de articulá-los com iniciativas de outros estados, de modo a reduzir a desigualdade regional no acesso a materiais inclusivos de qualidade.

4. O projeto física em braille

O projeto Física em Braille articula extensão universitária, formação inicial de professores, no curso de Licenciatura em Ciências Exatas da UFPR Palotina, e parceria com escolas estaduais e municipais da região. Esta seção descreve o estado atual de cada uma das três frentes, apresentadas em 2017, indicando os principais avanços do período.

4.1 Livros de fórmulas em Braille

A proposta de produção de três volumes, um para cada ano do ensino médio, contemplando física, matemática e química, foi mantida em sua estrutura original e refinada em sua execução. Cada capítulo apresenta as expressões mais frequentes nos livros didáticos da rede pública. A fórmula, em Braille, fica no lado esquerdo da página e a fórmula, em tinta, no lado direito, o que possibilita o uso conjunto pelo professor (mesmo sem domínio do código) e pelo aluno. A escolha de não traduzir o livro didático na íntegra, mas sim de produzir um volume de referência para fórmulas e figuras-chave, mostrou-se acertada à luz da literatura recente. Livros didáticos completos em Braille tendem a ter dezenas de volumes, o que inviabiliza o acompanhamento simultâneo da aula. O aluno utiliza, então, o livro em Braille como manual de consulta rápida, mais próximo da função de um formulário do que de um substituto integral do livro em tinta.

4.2 Kit de acessibilidade óptica

O kit, desenvolvido em parceria com a empresa Central do Saber e disponibilizado para aquisição por escolas e instituições, contém dois quadros principais. O Quadro Prisma Óptico, inspirado nas pesquisas de Camargo (2008a), na UNESP Bauru, ilustra a dispersão da luz bran-

ca por meio de um prisma equilátero em acrílico transparente e barbantes coloridos para representar os feixes incidentes. O Quadro Magnético para Óptica Geométrica, originário de uma dissertação de mestrado profissional, realizada na UFRJ, sob orientação do professor Antônio Carlos Fontes dos Santos (Azevedo, 2012), utiliza tiras magnéticas em forma de retas e cilindros para representar raios de luz convergentes e divergentes em espelhos e lentes. O conjunto é acompanhado por roteiros didáticos para os temas de dispersão da luz, leis da reflexão e refração, espelhos planos, espelhos esféricos e lentes.

À luz da literatura mais recente, o kit pode ser pensado como um exemplo precoce de aplicação dos princípios da didática multissensorial. O aluno cego acessa o fenômeno pelo tato, com acrílico, ímãs e barbantes, enquanto o aluno vidente percebe simultaneamente as cores e a geometria, e a turma como um todo participa das mesmas atividades. Essa simultaneidade evita o problema descrito na literatura sobre inclusão escolar, em que duas aulas acontecem em paralelo, uma para os videntes e outra para o aluno com deficiência visual.

4.3 O portal www.fisicaembraille.ufpr.br

O portal Física em Braille, hospedado no domínio institucional da UFPR, encontra-se em operação contínua desde sua criação. Coordenado pelas professoras Rita de Cássia dos Anjos e Camila Tonezer, com a colaboração de bolsistas e licenciandos do curso de Ciências Exatas, o site reúne o alfabeto Braille, o código matemático em Braille, sugestões de materiais, programas de leitura de tela e links para outros sites com acessibilidade. Sua função é a de um repositório aberto e colaborativo, voltado para professores que recebem alunos com deficiência visual em suas turmas e não dispõem de formação prévia específica.

5. Discussão

Três temas merecem atenção na discussão deste capítulo. O primeiro é a questão da formação docente. A Lei Brasileira de Inclusão garante o direito do aluno à educação inclusiva, mas, como observam analistas da legislação, ela não estabelece, de forma clara, mecanismos para a capacitação dos professores das disciplinas específicas. O resultado é uma situação ambígua. A escola é obrigada a receber o aluno com deficiência visual, mas o professor de física, frequentemente, não recebe

nem formação inicial em educação inclusiva nem formação continuada que o instrumentalize para usar materiais específicos, como o Braille, o multiplano ou modelos táteis. Projetos de extensão, a exemplo do Física em Braille, atuam, na prática, preenchendo essa lacuna. Trata-se, contudo, de um suplemento e não de uma solução estrutural.

O segundo tema é a tensão produtiva entre Braille e tecnologias digitais. Há, na comunidade de educadores e pesquisadores da área, um debate legítimo sobre se o Braille perderia importância diante de leitores de tela cada vez mais sofisticados, como NVDA, JAWS e VoiceOver, linhas Braille eletrônicas e ferramentas baseadas em inteligência artificial para descrição automática de imagens. A literatura recente aponta que as duas dimensões são complementares e não excludentes (Chini; Scanlon, 2023). O Braille permanece insubstituível para a alfabetização, para o domínio simbólico das ciências exatas e para a leitura concentrada, funções para as quais o áudio, sozinho, não basta. As tecnologias digitais ampliam o acesso a informações em tempo real e democratizam o acesso a conteúdos antes restritos a edições específicas. A combinação delas é o que, efetivamente, sustenta a inclusão.

O terceiro tema é a sustentabilidade dos projetos de extensão. Desde 2017, vários projetos brasileiros, voltados à acessibilidade no ensino de ciências, surgiram, produziram material relevante e, posteriormente, foram descontinuados por encerramento de bolsas, mudança de equipe ou retirada de financiamento. A criação de portais públicos com curadoria continuada e documentação aberta é uma forma de mitigar esse risco, desde que a manutenção seja, de fato, tratada como atividade-fim e não como subproduto de projetos pontuais.

6. Considerações finais

Voltamos, ao final, à pergunta que organizou este capítulo. O que mudou, em quase uma década, no ensino de física para alunos com deficiência visual no Brasil? A resposta é matizada. O marco legal está mais robusto, com a LBI. As matrículas cresceram, especialmente no ensino básico, em classes comuns. Novas tecnologias, como impressão 3D, audiodescrição e ferramentas de inteligência artificial, ampliaram o repertório do professor. O referencial multissensorial consolidou-se como linguagem comum entre pesquisadores. Por outro lado, persistem o déficit de formação docente, a baixa presença de alunos com deficiência visual

nas exatas do ensino superior e a fragilidade dos vínculos entre o AEE e os professores das disciplinas.

O projeto Física em Braille situa-se exatamente nesse espaço de tensão. Os materiais produzidos pelo grupo, ou seja, livros em Braille e tinta, kit de acessibilidade óptica e portal web, não pretendem resolver isoladamente a complexidade da inclusão, mas constituir um conjunto coerente, replicável e abertamente disponível, capaz de dialogar com outras iniciativas e com a produção acadêmica recente. Os próximos passos, em discussão pelo grupo, envolvem a integração de modelos impressos em 3D ao kit existente, a produção de roteiros audiodescritos, para experimentos clássicos, e a oferta de oficinas de formação continuada, para professores da rede pública, articuladas com os Núcleos de Acessibilidade das universidades parceiras. A continuidade do trabalho depende, mais do que nunca, do entrelaçamento entre pesquisa, extensão e formação docente, bem como da convicção de que a inclusão de alunos com deficiência visual não é um nicho da educação, mas sim um teste rigoroso da qualidade do ensino para todos.

Agradecimentos

As autoras agradecem aos licenciandos, bolsistas e parceiros do projeto Física em Braille pelo trabalho contínuo; ao Programa Licenciar da UFPR; às escolas estaduais e municipais de Palotina e região, pela colaboração; e aos órgãos de fomento, que apoiaram diferentes etapas das pesquisas e ações de extensão associadas ao projeto.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16452: **Acessibilidade na comunicação: Audiodescrição**. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

AZEVEDO, Alexandre César. **Produção de material didático e estratégias para o ensino de Física para alunos portadores de deficiência visual**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: http://pef.if.ufrj.br/producao_academica/dissertacoes/2012_Alexandre_Azevedo/dissertacao_Alexandre_Azevedo.pdf. Acesso em: 1 maio 2026

BAPTISTA, J. A. L. S. **A invenção do Braille e a sua importância na vida dos cegos**. Lisboa: Comissão de Braille, Gráfica 2000, 2000.

BRASIL. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília: MEC/SEESP, 2008.

BRASIL. Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009. Promulga a **Convenção** Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo. Brasília: Presidência da República, 2009.

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. Brasília: Presidência da República, 2015.

BRASIL. INEP. **Censo Escolar da Educação Básica 2023**. Notas Estatísticas e Resumo Técnico. Brasília: Inep, 2024a. Disponível em: https://www.gov.br/inep. Acesso em: 1 maio 2026.

BRASIL. INEP. **Censo da Educação Superior 2023**. Brasília: Inep, 2024b. Disponível em: https://www.gov.br/inep. Acesso em: 1 maio 2026.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R.; MACIEL FILHO, P. R. P.; ALMEIDA, D. R. V. Como ensinar óptica para alunos cegos e com baixa visão. ***Física na Escola***, v. 9, n. 1, p. 20-25, maio 2008.

CAMARGO, E. P. **Ensino de Física e deficiência visual. Dez anos de investigações no Brasil**. São Paulo: Plêiade/Fapesp, 2008b.

CAMARGO, E. P. **Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de física**. São Paulo: Editora UNESP, 2012.

CERQUEIRA, J. B. *et al*. **Código matemático unificado para a língua portuguesa, CMU**. 2. ed. Brasília: MEC/SEESP, 2006. Edição em Braille.

CHINI, J. J.; SCANLON, E. M. Teaching physics with disabled learners. A review of the literature. *In*: TAŞAR, M. F.; HERON, P. R. L. (org.). **The International Handbook of Physics Education Research. Special Topics**. Melville: AIP Publishing, 2023. p. 1-1 a 1-34.

FRANÇA, S. S.; SIQUEIRA, M. Propostas didáticas no ensino de física para deficientes visuais. Análise de trabalhos em periódicos e eventos nacionais (2000-2018). **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 13, n. 4, p. 4303-1 a 4303-8, 2019.

GALVÃO, H. S.; ANDRADE, R. S.; PIRES, D. A. T. Atividade experimental investigativa e multissensorial para deficientes visuais no ensino de química. **Revista Nova Paideia. Revista Interdisciplinar em Educação e Pesquisa**, 2024.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS. **Projeto de extensão desenvolve ferramentas para o ensino de física para deficientes visuais**. Juiz de Fora: IF Sudeste MG, 2020. Disponível em: https://www.ifsudestemg.edu.br/noticias/juizdefora/2020/01/projeto-de-extensao-desenvolve-ferramentas-para-o-ensino-de-fisica-para-deficientes-visuais. Acesso em: 1 maio 2026.

LOPES TORRES, E. J.; SILVA, A. C. Ciência com tato: impressão 3D abre caminho para inclusão de pessoas com deficiência visual. **The Conversation Brasil**, 11 set. 2025. Disponível em: https://theconversation.com/ciencia-com-tato-impressao-3d-abre-caminho-para-inclusao-de-pessoas-com-deficiencia-visual-264229. Acesso em: 1 maio 2026.

MENDONÇA MARQUES, T.; BATISTA VILAR, A.; BARBOSA-LIMA, M. C. A. Multissensorialidade no ensino de física: por quais sentidos estamos caminhando? ***Caderno de Física da UEFS***, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 2202.1-2202.7, 2023. DOI: 10.13102/cad.fs.uefs.v21i02.10412.

MOTTA, L. M. V. M.; ROMEU FILHO, P. (org.). **Audiodescrição**. Transformando imagens em palavras. São Paulo: Secretaria dos Direitos da Pessoa com Deficiência do Estado de São Paulo, 2010.

PEREIRA, E. F. **Sequência didática multissensorial para o ensino de ondas para alunos deficientes visuais**. 2018. 63 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Física). Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2018.

RIBEIRO, A. S.; SANTOS, A. O. Práticas inclusivas no ensino de física: uma abordagem para alunos com deficiência visual. ***Cadernos Caju***ína, [S. l.], v. 9, n. 4, e249428, 2024. DOI: 10.52641/cadcajv9i4.564.

SANTOS, L. C.; ANJOS, R. C. Acessibilidade no ensino de física. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 22., 2017, São Carlos. **Anais [...]**. São Carlos: SBF, 2017.

SANTOS, T. C.; TONEZER, C; ANJOS, R C. **A inclusão de alunos com deficiência visual: uma análise acerca das publicações em eventos nacionais de ensino de Física**. *Cadernos de Pós-graduação*, São Paulo, v. 24, n. 1, jan./jun. 2025. DOI: 10.5585/2025.26117. Disponível em: https://periodicos.uninove.br/cadernosdepos/article/view/26117. Acesso em: 1 maio 2026.

SANTOS DOS REIS, J.; MARTINS SANTOS, B.; DA COSTA NUNES, I. N. Aula de física para estudante deficiente visual durante a pandemia. **Revista de Estudios y Experiencias en Educación**, v. 21, n. 47, p. 472-492, 2022. DOI 10.21703/0718-5162202202102147025.

SANTOS, P. V.; BRANDÃO, G. C. A. Tecnologias assistivas no ensino de física para alunos com deficiência visual. Um estudo de caso baseado na audiodescrição. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 26, e20046, 2020.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **O deficiente visual na classe comum**. São Paulo: SE/CENP, 1993.

SHIGUNOV NETO, A.; MACIEL, L. S. B. (org.). **Reflex**ões sobre a formação de professores. Campinas: Papirus, 2002.

SOLER, M. A. **Did**áctica multisensorial de las ciencias. Un nuevo mé**todo para alumnos ciegos, deficientes visuales, y también sin problemas de visión**. Barcelona: Paidós, 1999.

Capítulo 11

Entre a universidade e a sala de aula: diferentes papéis do professor em formação

Juliana Martendal Salla
Danilene Gullich Donin Berticelli

1. Introdução

A constituição da docência no contexto da educação superior, especialmente nos cursos de licenciatura, tem sido objeto de reflexões no campo educacional. Nesse cenário, a formação inicial de professores destaca-se pelas possibilidades de articulação entre ensino, pesquisa e extensão, dimensões associadas à ampliação das experiências formativas ao longo da graduação, como evidenciado pela obrigatoriedade da creditação da extensão (Brasil, 2018) nos currículos dos cursos superiores. Mais do que compreender o ensino, a pesquisa e a extensão como elementos garantidos na formação docente, torna-se importante analisá-los como possibilidades formativas, cuja concretização depende das experiências vivenciadas ao longo da graduação. Nesse contexto, interessa compreender como essas dimensões contribuem, de forma integrada, para a formação de professores de Matemática em um curso de Licenciatura em Ciências Exatas. Busca-se discutir os processos formativos que emergem da articulação entre essas experiências, considerando a trajetória acadêmica, profissional e pessoal de uma professora de Matemática, licenciada em Ciências Exatas na Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina, cuja formação foi marcada pela continuidade de um objeto de pesquisa: o cálculo mental.

Assim, este capítulo tem como objetivo analisar as contribuições do ensino, da pesquisa e da extensão na formação de uma professora de Matemática, a partir de experiências vinculadas à iniciação científica, grupos de pesquisa, projetos de extensão e programas de formação docente. Busca-se evidenciar como essas vivências, quando articuladas, potencializam a construção de saberes docentes e favorecem uma prática pedagógica crítica e reflexiva.

2. Saberes necessários para a formação do professor

O que um professor deve saber para ensinar? Quais saberes são necessários para a formação do professor? No âmbito do grupo de pesquisa GHEMAT, que investiga a História da educação matemática[1] e traz contribuições das pesquisas da Equipe ERHISE[2], afirma-se que a constituição de saberes para a formação de professores, desde os anos iniciais, passando pelos anos finais até o nível médio, está relacionada à compreensão da articulação de dois tipos de saberes: saberes a ensinar e saberes para ensinar (Bertini, Morais e Valente, 2017).

> "Os saberes a ensinar referem-se aos saberes produzidos pelas disciplinas universitárias, pelos diferentes campos científicos considerados importantes para a formação dos professores. E os saberes para ensinar têm por especificidade à docência, ligam-se àqueles saberes próprios para o exercício da profissão docente" (Bertini, Morais e Valente, 2017, p. 3).

A questão dos saberes é um tema central nas instituições de ensino e formação, refletindo diretamente no desempenho dos profissionais que atuam nos processos formativos. Para Hofstetter e Schneuwly (2017), os saberes a ensinar estão relacionados aos objetos do trabalho do professor, enquanto os saberes para ensinar caracterizam as ferramentas do seu trabalho. No contexto do curso de Licenciatura em Ciências Exatas para a formação do professor de Matemática, os saberes a ensinar se expressam na organização curricular do curso, que define quais conteúdos são considerados fundamentais para a formação do futuro professor e de que modo são distribuídos ao longo da graduação, nas aulas de Cálculo, Geometria, Álgebra, entre outras. Além disso, podem ser identificados nas produções acadêmicas, como as pesquisas desenvolvidas em nível de Iniciação Científica, que evidenciam os conteúdos privilegiados, as abordagens adotadas e as formas de problematização do conhecimento matemático no âmbito da formação inicial.

No que se refere aos saberes para ensinar, estes são constituídos nas experiências formativas que envolvem a prática docente, sendo de-

1. "A História da educação matemática busca como historicamente foram construídas representações sobre os processos de ensino e aprendizagem da Matemática e de que modo essas representações passaram a ter um significado nas práticas pedagógicas dos professores em seus mais diversos contextos e épocas" (Valente, 2013, p. 26).

2. Equipe de Pesquisa em Histórias das Ciências da Educação, da Universidade de Genebra, na Suíça, liderado pela Professora Rita Hofstetter.

senvolvidos em projetos, ações de extensão, estágios, nas pesquisas e em outras atividades que aproximam o licenciando do contexto escolar. Nesses espaços, o futuro professor mobiliza e ressignifica conhecimentos pedagógicos e didáticos, construindo modos de ensinar e de organizar o conteúdo matemático em situações reais de ensino. A aquisição dos saberes para ensinar é fundamental na constituição do ser professor de Matemática, pois ultrapassa o domínio dos conteúdos matemáticos e envolve a capacidade de torná-los ensináveis em diferentes contextos. Esses saberes permitem ao docente compreender como os estudantes constroem conceitos matemáticos, lidam com diferentes formas de pensamento, selecionam estratégias e representações adequadas e organizam o conhecimento de modo significativo, ou seja, permite a constituição de uma "matemática do ensino"[3]. Assim, mais do que apresentar procedimentos e resultados, o professor de Matemática atua de forma reflexiva e intencional, articulando teoria e prática na condução de processos de ensino e aprendizagem que favoreçam a compreensão e a produção de significados matemáticos.

Na formação do professor de Matemática, o tripé ensino, pesquisa e extensão constitui-se como um espaço importante para a articulação entre os saberes a ensinar e os saberes para ensinar. Na pesquisa, especialmente por meio da Iniciação Científica e da participação em grupos de pesquisa, torna-se possível aprofundar os conteúdos matemáticos e desenvolver modos de problematizar e compreender como esses conteúdos podem ser trabalhados. No ensino, esses saberes ampliam-se ao incorporar a dimensão da sala de aula, envolvendo a relação com os estudantes e a tomada de decisões pedagógicas. Já na extensão, observa-se a articulação entre esses dois eixos, na medida em que os conteúdos matemáticos são mobilizados em práticas voltadas à comunidade, exigindo sua organização e comunicação de forma didática. Desse modo, a articulação entre ensino, pesquisa e extensão mostra-se fundamental na constituição dos saberes necessários à formação do professor de Matemática.

3. A matemática do ensino é diferente do ensino de matemática, onde na primeira temos um saber resultante da história e da cultura escolar, e no segundo, um campo disciplinar que deve ser transmitido na escola (Morais, Bertini e Valente, 2021).

3. O professor pesquisador

A Iniciação Científica (IC) pode ser compreendida como uma "porta de entrada" para o universo da pesquisa acadêmica. É nesse eixo que o estudante deixa de ocupar uma posição predominantemente passiva e passa a se engajar ativamente na construção do conhecimento, apropriando-se do método científico na prática. Nesse processo, envolve-se na formulação de hipóteses, na coleta e análise de dados e na interpretação de resultados, sempre sob orientação, desenvolvendo uma postura investigativa, crítica e formadora. Segundo Marin (2005) apud Giovanni (2009) existem diversas formas de desenvolver o caráter investigativo no processo de formação docente, em que podemos destacar os grupos de pesquisas colaborativas. A autora complementa que existem duas perspectivas que podem guiar essa formação:

> (...) a perspectiva investigadora enquanto processo de construção de conhecimento sobre o trabalho docente, isto é "[...] usar o fazer da pesquisa para gerar o saber sobre a prática docente", perspectiva formadora, quando o que está em jogo é o processo de "[...] apropriar-se de um saber para realizar um fazer (o ensino)" (Marin, 2005 apud Giovanni, 2009, p. 24).

A investigação assume o papel de construir o conhecimento sobre a prática docente e, ao associar-se a outros eixos relevantes, como o ensino e a extensão, engloba o processo formador, que leva o docente a apropriar-se de um saber para realizar o fazer, ou seja, promove uma articulação entre os saberes a e para ensinar.

A primeira experiência com a pesquisa aconteceu no início da graduação no curso de Licenciatura em Ciências Exatas, por meio do projeto intitulado "Cálculo mental em fontes documentais (1971–1980)", cujo objetivo consistiu em analisar materiais do período em busca de vestígios de práticas relacionadas ao cálculo mental. Inicialmente, partiu-se da hipótese de que o uso do cálculo mental estaria em declínio, em razão de uma crescente dependência de recursos como a calculadora. Um dos fundamentos dessa hipótese residia na suposição de que os livros didáticos não contemplavam propostas voltadas ao ensino do cálculo mental, o que poderia contribuir para a sua pouca valorização no contexto escolar. Entretanto, a análise das fontes revelou resultados que tencionaram essa perspectiva inicial, evidenciando a presença de indícios de atividades que poderiam desenvolver o cálculo mental nos materiais investigados. Diante disso, outros fatores passaram a ser conside-

rados como possíveis explicações para a menor ênfase dessa prática no ensino, como a extensão dos currículos a serem cumpridos ao longo do ano letivo e, ainda, a dificuldade, por parte de alguns professores, em compreender o conceito de cálculo mental e em integrá-lo de forma significativa ao processo de ensino (Salla, 2022). Esse contato inicial com a pesquisa contribuiu para a formação de um professor crítico e reflexivo, mostrando que nem sempre nossas hipóteses podem ser comprovadas e que a pesquisa é um caminho para fortalecer a formação. Perrenoud (1993) defende o uso da investigação na formação de professores. Para o autor, a investigação promove algumas habilidades e atitudes essenciais na formação docente, como a curiosidade, o hábito de fazer perguntas, a dúvida, a busca por explicações, a criatividade e a análise de diferentes pontos de vista.

Os desdobramentos desses estudos iniciais resultaram em dois artigos científicos: "Diálogo sobre as concepções do cálculo mental" (Berticelli e Salla, 2021b) e "'Quadro de cem' e 'Quanto falta para cem': saberes para ensinar aritmética" (Berticelli e Salla, 2021c). No primeiro trabalho, buscou-se estabelecer um diálogo entre diferentes autores de manuais pedagógicos da primeira metade do século XX, com o intuito de compreender distintas concepções de cálculo mental presentes nesses materiais. Esse estudo foi importante para a formação inicial, pois possibilitou compreender os sentidos atribuídos ao cálculo mental em diferentes momentos históricos, abrindo novas possibilidades de pesquisa. No segundo estudo, foram analisadas duas obras publicadas em períodos distantes por mais de cinquenta anos, evidenciando saberes comuns para o ensino da Matemática, especialmente no ensino da Aritmética. O estudo mostrou que muitas práticas adotadas no presente não são recentes, mas já eram realizadas em outros períodos, com mudanças e permanências.

O cálculo mental consolidou-se como eixo central das pesquisas e, ainda durante a Iniciação Científica, emergiram novas inquietações que impulsionaram o aprofundamento teórico das investigações. Nesse processo, o termo de origem norte-americana mental computation, traduzido como computação mental, passou a aparecer nos materiais didáticos analisados. Essa identificação despertou interesse e motivou o desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado "Cálculo Mental e Computação Mental: uma análise epistemológica das concepções" (Salla, 2022), com o objetivo de compreender essas noções a partir da análise de diferentes fontes. O estudo foi conduzido à luz

da perspectiva da História da educação matemática, conforme proposta por Valente (2008).

Nesse percurso formativo e investigativo, destaca-se a participação no Grupo de Pesquisa História da Educação Matemática no Brasil (GHEMAT), em sua seção regional GHEMAT-PR, que se configurou como um importante espaço de formação acadêmica. A inserção no grupo possibilitou o contato com discussões teóricas, estudos coletivos e socialização de pesquisas no campo da História da Educação Matemática. A participação nesse ambiente possibilitou o aprofundamento de pesquisas no campo das ciências humanas que, segundo Perrenoud (1993), representa uma oportunidade de aprofundar conceitos, testar hipóteses e trabalhar de forma mais sistemática com o conhecimento teórico. Nesse sentido, o ambiente colaborativo favoreceu o aprofundamento das análises e a compreensão da pesquisa como prática coletiva, construída em diálogo com outros pesquisadores. Houve também a realização de oficinas e minicursos em parceria com o grupo de pesquisa, reforçando a importância da socialização dos conhecimentos produzidos. Destacam-se o minicurso "Matemática do ensino de frações equivalentes: práticas de ontem na sala de aula de hoje" (Nierri et al., 2024), apresentado no XVII Encontro Paranaense de Educação Matemática, e o minicurso "Número do Dia: potencializando o ensino de cálculo mental" (Bertice-lli et al., 2024), apresentado no II Seminário Internacional em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas. Essas experiências evidenciam o aprofundamento dos saberes para ensinar, ao exigirem organização didática dos conteúdos, elaboração de estratégias de ensino, comunicação do conhecimento matemático e reflexão sobre diferentes abordagens em contextos formativos distintos. Assim, a formação amplia-se na medida em que os saberes produzidos na pesquisa são compartilhados, discutidos e ressignificados em diferentes contextos.

A participação na Iniciação Científica, no grupo de pesquisa GHEMAT-PR e o desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso contribuíram significativamente para a formação no curso de Licenciatura em Ciências Exatas, ao possibilitarem a construção de um olhar investigativo sobre o ensino de Matemática. Nesse contexto, foi possível aprofundar os saberes a ensinar, próprios da formação docente. Ao problematizar conceitos como cálculo mental e computação mental, bem como analisar diferentes abordagens em fontes históricas e pedagógicas, compreendeu-se que o ensino não se limita à aplicação de conteúdos, mas envolve escolhas teóricas, concepções de aprendizagem e in-

tencionalidades didáticas. Perrenoud (1993) defende a proposta de um professor investigador, que desenvolve uma prática reflexiva, tomando consciência das fragilidades do ensino e da aprendizagem e buscando soluções didáticas estratégicas. Nesse sentido, a pesquisa constituiu-se como um espaço formativo que ampliou a compreensão sobre o ensino de Matemática e contribuiu para a construção de uma prática pedagógica mais reflexiva e fundamentada.

4. O professor extensionista

Berticelli e Zancan (2025) afirmam, a partir das vivências em projetos, que a extensão representa um dos pilares da universidade pública, junto com o ensino e a pesquisa. Apontam que ela é entendida como um "processo interdisciplinar, educativo, cultural, científico e político, que promove a interação transformadora entre a Universidade e outros setores da sociedade" (p. 127). A extensão pretende, em geral, atender a uma demanda da comunidade, buscando resolver problemas oriundos desses grupos sociais. A extensão é um espaço de produção de saberes para ensinar, na medida em que se desenvolvem práticas e materiais didáticos para a mobilização dos saberes a ensinar. Mais recentemente, a extensão ocupou um lugar de destaque nas universidades com a implementação da Curricularização da Extensão (Lei nº 13.005/2014 e Resolução nº 7 MEC/CNE/CES, 2018), que temo objetivo de romper com práticas isoladas e aproximar a extensão do ensino e da pesquisa. A pesquisa realizada no interior da escola representa um eixo relevante no processo de formação do docente. Nesse sentido, a extensão ganha uma expressividade nos cursos de formação inicial de professores. Giovanni afirma que

> (...) autores que defendem a ideia de que escolas e universidades podem e devem colaborar entre si, encontrando caminhos efetivos de trabalho conjunto, são unânimes em afirmar que os ganhos em parcerias dessa natureza são, com certeza, maiores do que as perdas (Giovanni, 2009, p. 55).

No âmbito da formação inicial, as experiências de extensão possibilitaram a ampliação do olhar sobre o ensino de Matemática, especialmente ao promover o contato com demandas concretas do contexto escolar e com processos formativos voltados à comunidade. Nesse sen-

tido, destacam-se as ações desenvolvidas a partir dos projetos[4] "Aprimorando o cálculo mental no Ensino Fundamental I" e "Curso CalMe Pro – Cálculo mental para professores", que se articulam diretamente com as investigações realizadas no campo da pesquisa (Berticelli e Salla, 2021a). O projeto de extensão "Aprimorando o Cálculo Mental no Ensino Fundamental I" tem como principal objetivo ensinar os conhecimentos essenciais e as estratégias de cálculo mental para as quatro operações para professores e estudantes do Ensino Fundamental I. Dentre as ações do projeto, destacamos a (a) implementação do Método Líquen (Zancan, 2017), (b) consultoria e acompanhamento das escolas que implementam o Método Líquen, (c) oferta de cursos de formação de professores. É um projeto que busca aproximar a realidade da escola da experiência vivenciada na formação de professores, buscando diminuir a distância entre o conhecimento produzido na universidade da comunidade. A motivação inicial para o desenvolvimento dessas ações esteve ancorada na recorrente percepção de que estudantes concluem a Educação Básica com dificuldades na realização de cálculos básicos, especialmente se forem por meio de estratégias mentais, evidenciando, muitas vezes, uma dependência excessiva de instrumentos como a calculadora. Tal constatação, já presente nas inquietações que impulsionaram a pesquisa, também emergiu no contexto escolar, especialmente a partir da demanda de gestores e professores da Educação Básica. A vivência das ações do projeto ainda no âmbito da formação inicial permitiu perceber o impacto e a transformação social que um projeto de extensão pode gerar em uma comunidade. Neste caso, foi possível perceber uma mudança na forma de compreender a Matemática, desmistificando a dificuldade e mostrando aos estudantes da educação básica que é possível aprender a Matemática de forma dinâmica, desenvolvendo o raciocínio lógico e o pensamento mental. Para um docente em formação, esta visão é fundamental, pois a forma como ele vê e trata a Matemática é aquela que ele irá conduzir em sala de aula.

O projeto de extensão se fundamenta em uma interação dialógica que envolve professores universitários, professores da educação básica e professores em formação. É um processo que adquire um "caráter didático-formador" (Giovanni, 2009, p. 57) podendo gerar "mudanças no modo de agir e pensar de todos os profissionais envolvidos" (Giovanni, 2009, p. 57). A autora complementa que

4. O projeto foi aprovado pelo Comitê Extensionista da Universidade Federal do Paraná e tem como guia os princípios extensionistas da instituição.

> (...) o ato de passar em revista o cotidiano da escola e da sala de aula em conjunto com os professores nele atuante permite a esses professores, por exemplo, reconhecer as contradições desse cotidiano, compreendê-las, aprendê-las como parte de uma estrutura social mais ampla e, sobretudo, lhes permite desencadear ações de transformação da situação percebida (Giovanni, 2009, p. 57).

Esse diálogo permite a construção conjunta do conhecimento, articulando os saberes a e para ensinar, além de permitir aos professores em formação uma vivência de sala de aula, já no início da graduação, algo que pode trazer benefícios para esta formação. Essa produção de conhecimento garante um outro pilar da extensão que é a indissociabilidade entre o ensino, a pesquisa e a extensão. O projeto, que iniciou com um objetivo de levar o cálculo mental para a escola, foi se consolidando como uma ação integrada de pesquisa e de ensino. Exigiu dos envolvidos muito estudo, aprofundamento dos conhecimentos sobre cálculo mental e das formas de ensinar o cálculo mental, ou seja, das práticas mais adequadas para o ensino deste conteúdo. Para um discente em formação, participar de projetos de extensão permite o aprofundamento sobre o conteúdo envolvido, o conhecimento e o estudo sobre práticas pedagógicas adequadas para o ensino deste conteúdo. Em termos de saberes, envolve de forma dinâmica os saberes necessários para a profissão docente, os saberes a ensinar, que engloba os conteúdos a serem ensinados e os saberes para ensinar, aqueles que transformam estes conteúdos e permitem ensinar os conteúdos de forma adequada. A participação na extensão mostra lacunas vivenciadas no interior da escola, emergindo novas possibilidades de ensino e pesquisa. A implementação do Método Líquen na educação básica revelou uma falta de conhecimento por parte dos professores no que se refere ao domínio de cálculo mental. Percebeu-se que muitos professores não ensinavam o cálculo mental porque não sabiam fazer cálculo mental, o que gerou uma nova demanda, a formação de professores para ensinar cálculo mental.

Nesse contexto, o curso "CalMe Pro – Cálculo mental para professores" constituiu-se como uma ação de formação continuada voltada a docentes, com o objetivo de aprofundar conhecimentos sobre o cálculo mental (Berticelli e Zancan, 2025), considerando-o para além da memorização de procedimentos. A proposta esteve fundamentada na ideia de que "ninguém pode ensinar aquilo que não sabe", promovendo momentos de estudo, troca de experiências e análise das práticas docentes (Berticelli e Zancan, 2021). Ao longo do curso, os participantes desenvol-

veram e compartilharam estratégias de cálculo mental, refletindo sobre diferentes formas de pensar e resolver operações. Os professores universitários apresentavam atividades a partir das demandas dos professores da educação básica, em um processo colaborativo de diálogo e participação coletiva. Os docentes em formação acompanharam esse trabalho como colaboradores na elaboração de demandas e propostas. Com isso, aprenderam estratégias de cálculo mental e formas de ensiná-las aos estudantes da educação básica. Mais uma vez, houve a articulação entre os saberes a e para ensinar, tendo o cálculo mental no centro das discussões.

As experiências de extensão podem contribuir significativamente para a formação docente, ao possibilitar a articulação entre os conhecimentos produzidos na pesquisa e sua aplicação em contextos reais de ensino. Além disso, evidenciam o potencial formativo das ações extensionistas como espaços de escuta, diálogo e construção coletiva, reforçando a importância de considerar as demandas da escola e dos professores na produção e circulação de saberes. Percebe-se que a universidade cumpriu um papel importante atribuído a ela que foi aproximar o ensino da pesquisa e da extensão, permitindo ao docente em formação adquirir saberes associados aos conteúdos e saberes vinculados a como ensinar estes conteúdos. Outro aspecto profundamente relevante dessa trajetória é que o cálculo mental deixou de ser apenas objeto de interesse pedagógico para constituir-se como verdadeira pedra filosofal de sua caminhada intelectual, consolidando-se, progressivamente, como eixo estruturante, campo privilegiado de investigação e núcleo central de suas pesquisas, orientando a produção de conhecimentos, práticas formativas e ações extensionistas que passaram a definir, com singularidade, a identidade deste professor pesquisador.

5. O professor que ensina

A vivência do ensino na formação de professores ocorre, geralmente, nos estágios obrigatórios, ao final do curso, momento em que os discentes têm a oportunidade de experienciar a sala de aula e mobilizar os conhecimentos construídos ao longo da graduação. Esse processo, no entanto, pode ser antecipado por meio de projetos e programas que promovam a inserção dos estudantes no contexto escolar desde os primeiros anos da formação inicial.

O Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) constituiu-se como um importante espaço formativo ao possibi-

litar a inserção no contexto escolar desde o início da graduação, favorecendo o contato com a realidade da sala de aula e com os desafios da Educação Básica. Durante a participação no programa, foram planejadas e aplicadas aulas nas áreas de Química, Física e Matemática, contribuindo para uma formação interdisciplinar, característica do curso de Licenciatura em Ciências Exatas. Além disso, foi possível vivenciar diferentes dimensões da prática docente, como o planejamento de aulas, a elaboração de atividades, a observação de práticas pedagógicas e a regência em sala de aula. Essas experiências contribuíram para a compreensão de que o ensino envolve não apenas o domínio dos conteúdos, mas também a capacidade de tomar decisões didáticas, considerar o contexto dos estudantes e refletir sobre a própria prática. Além das atividades na escola, a participação no programa também possibilitou o envolvimento em produções acadêmicas, como a escrita de um capítulo de livro (Passos, Toledo e Salla, 2020) evidenciando a articulação entre o ensino e a pesquisa no processo formativo. Essa experiência contribuiu para o desenvolvimento da escrita acadêmica, da sistematização de práticas e da reflexão teórica sobre as vivências no contexto escolar. A atuação como professora de Matemática após a graduação possibilitou a mobilização, em sala de aula, dos conhecimentos construídos ao longo das experiências de pesquisa, extensão e formação inicial. As discussões desenvolvidas nos projetos, especialmente relacionadas ao cálculo mental, passaram a orientar a elaboração de atividades e a condução das aulas, buscando valorizar o raciocínio dos estudantes e promover diferentes estratégias de resolução. Nesse sentido, buscou-se superar uma abordagem centrada exclusivamente na aplicação de algoritmos, favorecendo a compreensão dos processos envolvidos nas operações matemáticas. A incorporação dessas práticas evidenciou que o ensino pode ser potencializado quando fundamentado em reflexões teóricas e experiências formativas anteriores, aproximando a pesquisa e a extensão do cotidiano escolar e contribuindo para um ensino mais significativo.

6. O professor em formação continuada

A formação do professor não se encerra com a graduação. Ao contrário, ela representa um dos primeiros passos de um processo contínuo, marcado pelas dúvidas e inquietações que permeiam à docência. Ao concluir a formação com o Trabalho de Conclusão de Curso, esta professora apresentou um estudo voltado à compreensão das concep-

ções de cálculo mental e computação mental. No entanto, ao final dessa etapa, emergiram novas questões relacionadas ao ensino de cálculo mental, indicando outras possibilidades de investigação e motivando a continuidade nesse campo como pesquisadora. Além disso, a continuidade da trajetória acadêmica não se configura apenas como uma sequência de etapas formativas, mas como um desdobramento das experiências vivenciadas ao longo da graduação, especialmente aquelas relacionadas à pesquisa. O envolvimento com a Iniciação Científica, com o grupo de pesquisa e com as produções acadêmicas despertou o interesse pela investigação no campo da Educação Matemática, evidenciando a necessidade de aprofundar questões que emergiram nesse percurso.

Nesse sentido, o ingresso no mestrado, no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas da Universidade Federal do Paraná (UFPR), representou a possibilidade de dar continuidade às inquietações iniciais, conduzindo a um aprofundamento sobre os estudos vinculados ao cálculo mental. A pesquisa[5] desenvolvida, intitulada "A matemática do ensino de cálculo mental: transformações e permanências em atividades das coleções Gruema (1974/75) e Ápis Mais (2021)" (Salla, 2025), teve como foco a análise de livros didáticos de diferentes períodos, buscando compreender as permanências e transformações nas propostas de ensino do cálculo mental. Mais do que a elaboração da dissertação, essa etapa contribuiu para o desenvolvimento de um pensamento investigativo mais sistematizado, para o fortalecimento da autonomia intelectual e para a compreensão da pesquisa como um processo contínuo de problematização e análise. A produção e socialização dos resultados da pesquisa, por meio de artigos e participação em eventos científicos[6], também se configuraram como momentos formativos relevantes, ao possibilitarem o diálogo com outros pesquisadores e o refinamento das análises. Esses movimentos evidenciam que a pesquisa se constrói coletivamente e se fortalece na medida em que é compartilhada e discutida na comunidade acadêmica.

A continuidade no doutorado, no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática da Universidade Federal do Paraná (UFPR), reafirma esse percurso investigativo, evidenciando não apenas a permanência na pesquisa, mas também o aprofundamento de questões teóricas e metodológicas no campo da História da Educa-

5. Para saber mais, veja Salla e Berticelli (2025).

6. Produtos da participação em eventos científicos: Salla e Berticelli (2024a; 2024b).

ção Matemática. Trata-se de um movimento que ultrapassa a progressão acadêmica, configurando-se como parte da construção da identidade docente e investigativa. Desse modo, a continuidade da formação revela-se como um processo dinâmico, marcado pelo aprofundamento teórico, pela produção e socialização do conhecimento, contribuindo para a construção de uma prática docente mais reflexiva, crítica e fundamentada.

Escolher um tema de pesquisa é, antes de tudo, uma decisão profundamente singular, marcada pelas inquietações, experiências e convicções de cada pesquisador. Contudo, encontrar um tema capaz de transcender investigações pontuais e transformar-se em horizonte permanente de uma trajetória acadêmica constitui um privilégio raro e verdadeiramente celebrável. Foi precisamente isso que ocorreu com esta docente, ao eleger o cálculo mental como núcleo central e protagonista de sua produção intelectual. Mais do que um objeto de estudo, o cálculo mental converteu-se em fonte inesgotável de questionamentos, reflexões e possibilidades investigativas, desdobrando-se em múltiplas pesquisas e consolidando-se como eixo estruturante de uma trajetória marcada pela continuidade, profundidade e compromisso com a produção de conhecimentos no campo da Educação Matemática.

Considerações

A trajetória apresentada neste capítulo evidencia que a formação docente se constrói pela articulação entre diferentes experiências vivenciadas na graduação e na continuidade acadêmica. As experiências na pesquisa, no ensino e na extensão mostraram-se complementares na constituição de um olhar crítico sobre o ensino de Matemática. A participação na Iniciação Científica e no Trabalho de Conclusão de Curso possibilitou a construção de uma postura investigativa, marcada pela problematização de conceitos e análise de materiais didáticos. As ações de extensão favoreceram a aproximação com a realidade escolar e com as demandas da Educação Básica. Já as experiências no ensino, tanto no PIBID quanto na atuação como professora, permitiram a mobilização desses conhecimentos, destacando a sala de aula como espaço de reflexão e construção contínua. A continuidade da formação na pós-graduação reforça a pesquisa como um processo permanente. Nesse sentido, o percurso apresentado evidencia a importância de experiências que contribuam não apenas para o domínio de conteúdos, mas

também para a construção de uma prática pedagógica reflexiva e fundamentada. Assim, este capítulo buscou evidenciar como a articulação entre o ensino, a pesquisa e a extensão pode contribuir para a constituição da identidade docente e para a compreensão do ensino de Matemática em sua complexidade.

Referências

BERTICELLI, D. G. D.; SALLA, J. M. **Cálculo mental na formação continuada:** relato de experiência do curso CalMe Pro. In: LISBÔA, E. S.; MARCOLINO, A. da S. (Org.). E-Book: Desafios formativos no contexto atual. IV Simpósio de Licenciatura em Ciências Exatas e Computação, Palotina-PR: UFPR-Setor Palotina, 2021a. Disponivel em: <http://slec.ufpr.br/downloads/IV-SLEC-Ebook.pdf> Acessado em janeiro de 2022.

BERTICELLI, D. G. D.; SALLA, J. M. **Diálogo sobre as concepções do cálculo mental**. In: Memorias del VI Congreso Iberoamericano de história de la educación matemática, p. 432-446, Sede Virtual Venezuela, Asociación aprender em Red: VI CIHEM, 2021b.

BERTICELLI, D. G. D.; SALLA, J. M. **"Quadro de cem" e "Quanto falta para cem":** saberes para ensinar aritmética. XIX Seminário Temático Internacional, São Paulo: GHEMAT-Brasil, 2021c.

BERTICELLI, D. G. D. ; SALLA, J. M. ; SILVA JUNIOR, A. G. ; RODRIGUES, R. M. . **Minicurso: Número do Dia** - potencializando o ensino de Cálculo mental. In: SIECEMTE - Seminário Internacional em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas, 2024, Palotina-PR. Anais do II SIECEMTE, 2024.

BERTICELLI, D. G. D.; ZANCAN, S. **CalMe Pro** – Cálculo Mental para Professores. REnCiMa. São Paulo, v.12, n.4, p.1-21, jul./set. 2021. Disponível em:<https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/download/2982/1620/>. Acessado em janeiro de 2022.

BERTICELLI, D. G. D.; ZANCAN, S. **O ensino, a pesquisa e a extensão no curso de cálculo mental para professores** - CalMe Pro. In: Lisboa, E. S. (orgs). Além da sala de aula: Projetos formativos como espaços de ensino e aprendizagem na formação de futuros docentes. São José dos Pinhais, PR: Editora Seven, 2025.

BERTINI, L. de F; MORAIS, R. dos S.; VALENTE, W. R. **A Matemática a ensinar e a Matemática para ensinar:** novos estudos sobre a formação de professores. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

GIOVANNI, L. M. **O papel dos professores e dos pesquisadores:** um desafio no processo de pesquisa colaborativa. In: Marin, A. J.; Giovanni, L. M.; Guarnieri, M. R. Pesquisa com professores no início da escolarização. Araraquara, SP: Fapesp, 2009.

HOFSTETTER, R.; SCHNEUWLY, R. **Saberes:** um tema central para as profissões do ensino e da formação. IN: Hofstetter, R., Valente, W. R. (orgs.) Saberes em (trans)formação: tema central da formação de professores. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

MORAIS, R. dos S.; BERTINI, L. de F; VALENTE, W. R. **A matemática do ensino de frações, do século XIX à BNCC.** São Paulo: Livraria da Física, 2021.

NIERRI, A. M. ; SALLA, J. M. ; COSME, R. E. ; NOVAES, B. W. D. **Minicurso: Matemática do ensino de frações equivalente** - práticas de ontem na sala de aula de hoje. In: EPREM - Encontro paranaense de Educação matemática, 2024, Curitiba. Anais do XVII Eprem, 2024.

PASSOS, C. E.; TOLEDO, I. M.; SALLA, J. M. **A experiência do PIBID para os alunos de Licenciatura em Ciências Exatas** In: BERTICELLI, D, G, D.; FRIEDRICH, L. C.; PARISOTO, M. F (Org.). **Abrindo a caixa preta do PIBID**. Curitiba: Editora CRV, 2020.

PERRENOUD, P. **Práticas pedagógicas, profissão docente e formação** - Perspectivas sociológicas. Lisboa: Dom Quixote, 1993.

SALLA, J. M. **A Matemática do Ensino de cálculo mental:** transformações e permanências em atividades das coleções Gruema (1974/75) e Ápis Mais. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas - Universidade Federal do Paraná. Palotina, 2025.

SALLA, J. M. **Cálculo mental e computação mental:** uma análise epistemológica das concepções. Trabalho de Conclusão de Curso – Licenciatura em Ciências Exatas, Matemática – Universidade Federal do Paraná. Palotina, 2022. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/76319>. Acessado em março de 2023.

SALLA, J. M.; BERTICELLI, D. G. D. **A matemática do ensino de cálculo mental:** do Movimento da Matemática Moderna à Base Nacional Comum Curricular. Revista Acervo, p. 1, 16 dez., 2025.

SALLA, J. M.; BERTICELLI, D. G. D. **O ensino de cálculo mental no Movimento da Matemática Moderna:** a relação entre aritmética e álgebra. In: SIECEMTE - Seminário Internacional em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas, 2024, Palotina-PR. Anais do II SIECEMTE, 2024.

SALLA, J. M.; BERTICELLI, D. G. D. **Transformações em atividades de Matemática em livros didáticos (1974 e 2021):** em busca dos conhecimentos básicos do cálculo mental. In: XXII Seminário Temático Internacional, 2024, São Luís - Maranhão. 2024: Anais do XXII Seminário Temático Internacional - Produção, circulação e apropriação da matemática para o ensino e para a formação de professores, século XX, 2024.

VALENTE, W. R. **Livro didático e educação matemática:** uma história inseparável. Zetetiké – Cempem – FE – Unicamp – v. 16 – n. 30 – jul./dez. – 2008.

VALENTE, W. R. **Oito temas sobre História da Educação Matemática.** REMATEC, Natal (RN), Ano 8, n.12/ Jan.-Jun., 2013.

ZANCAN, S. **Método líquen:** uma proposta para auxiliar o ensino de aritmética nos anos iniciais. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) - Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: química da vida e saúde, Universidade Federal Santa Maria. Santa Maria, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/14111>. Acessado em março de 2020.

Sobre os autores

Ana Maria de Sena – Mestra no Ensino de Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas (PPGECEMTE - UFPR, setor Palotina). Graduada em Ciências Biológicas na modalidade de licenciatura (UFPR - setor Palotina). Atua como docente da rede básica de ensino em escolas estaduais e privadas. Realiza pesquisas na área da educação ambiental.

Link lattes: http://lattes.cnpq.br/3366172461573769

Orcid:https://orcid.org/0000-0001-6957-887X

Ana Paula Ramão da Silva – Doutora em Letras - Linguagem e Sociedade. Docente no curso de Licenciatura em Ciências Exatas (UFPR – Setor Palotina). Realiza pesquisas sobre práticas discursivas na cibercultura tendo como orientação teórica os estudos do Círculo de Bakhtin e sobre os desdobramentos da cibercultura na aprendência com inspiração na Filosofia da Diferença.

Link lattes: http://lattes.cnpq.br/5907822690092177

Orcid: https://orcid.org/0000-0001-5197-089X

Camila Tonezer – Doutora em Física. Docente no curso de Licenciatura em Ciências Exatas (UFPR – Setor Palotina) e no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas (UFPR – Setor Palotina). Realiza pesquisas na área de abordagens teóricas e metodológicas no ensino e aprendizagem em ciências.

Link do Lattes: http://lattes.cnpq.br/5940482633620376

Orcid: https://orcid.org/0000-0001-9238-1506

Carlos H. Coimbra-Araújo – Graduado em Engenharia Eletrônica. Possui mestrado em Astronomia e doutorado em Física. Docente no curso de Licenciatura em Ciências Exatas (UFPR) e no Programa de Pós-Graduação em Física Aplicada (UNILA). Realiza pesquisas sobre buracos negros e astrofísica de altas energias.

Link do Lattes: http://lattes.cnpq.br/7453233355722472

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3588-2587

Danilene Gullich Donin Berticelli – Doutora em Educação. Docente no curso de Licenciatura em Ciências Exatas (UFPR – Setor Palotina), no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas (UFPR – Setor Palotina) e no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática (UFPR – Curitiba). Realiza pesquisas e cursos de formação de professores sobre a História da educação matemática, com foco no ensino de cálculo mental.

Link do Lattes: http://lattes.cnpq.br/4202253939821084
Orcid: https://orcid.org/0000-0003-3051-4750

Denis Rogério Sanches Alves – Pós Doutor em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Docente no curso de Licenciatura em Ciências Exatas (UFPR – Setor Palotina) e no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas (UFPR – Setor Palotina). Realiza pesquisas sobre abordagens metodológicas na Educação em Ciências e na Educação Matemática.

Link do Lattes: http://lattes.cnpq.br/6608197970977734
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-6576-1770

Eddy Oliveira de Almeida – Graduado em Licenciatura em Ciências Exatas (UFPR), com habilitação em Física. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Física Aplicada (UNILA). Já realizou quatro iniciações científicas nos temas buracos negros, processo Penrose e diagramas de Carter-Penrose.

Link do Lattes: http://lattes.cnpq.br/1275499241316282

Eloisa Manteufel Lopes – Discente do Curso de Licenciatura em Ciências Exatas com habilitação em Matemática (UFPR – Setor Palotina). Realiza pesquisa de Iniciação Científica nas áreas de Teoria dos Números e Álgebra.

Link do Lattes: http://lattes.cnpq.br/0208848845744440
ORCID: https://orcid.org/0009-0005-0273-8417

Juliana Martendal Salla – Licenciada em Ciências Exatas - Matemática (UFPR - Setor Palotina), Mestre em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas (UFPR - Setor Palotina) e doutoranda em Educação em Ciências e Matemática (UFPR). Docente de matemática e física (ensino fundamental anos finais e ensino médio) em rede privada de ensino. Realiza pesquisas em História da educação matemática, com foco no cálculo mental.

Link do Lattes: http://lattes.cnpq.br/1668414652573587

Orcid: 0000-0002-8567-3700

Larissa Cristina Santos – Licenciada em Ciências Exatas pela Universidade Federal do Paraná (UFPR - Setor Palotina) e mestre pela Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Atuou como bolsista do projeto Física em Braille no Programa Licenciar, contribuindo para a produção de materiais inclusivos. Possui interesse nas áreas de educação inclusiva e ensino de ciências exatas.

Link do Lattes: http://lattes.cnpq.br/9158336587458675

Larissa Núbia Juliano Lopes – Licenciada em Ciências Exatas - Física (UFPR - Setor Palotina). Realiza pesquisa na área de Astrofísica e Cosmologia, com cinco Iniciacões Cientificas feitas especificamente em Cosmologia e Astrofísica de Altas Energias de Objetos Compactos.

Link do Lattes: http://lattes.cnpq.br/5076983379331044

Orcid: https://orcid.org/0000-0003-4522-2312?lang=pt

Leidi Cecilia Friedrich – Doutora em Química. Docente no curso de Licenciatura em Ciências Exatas (UFPR - Setor Palotina). Realiza pesquisas na área de Físico-Química.

Link do Lattes: http://lattes.cnpq.br/2076572370836291

Orcid: https://orcid.org/0000-0003-4203-4324

Luciana Paula Vieira de Castro – Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Docente no curso de Licenciatura em Ciências Exatas (UFPR – Setor Palotina) e no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas (UFPR – Setor Palotina). Realiza pesquisas sobre educação em Ensino, atuando principalmente nos seguintes temas: formação de professores, educação ambiental, ensino e formação de professores de Ciências e Matemática.

Link lattes: https://lattes.cnpq.br/0738351042763801

Orcid: https://orcid.org/0000-0003-3344-2924

Maisa Fernanda da Cunha – Licenciada em Ciências Exatas - Matemática. Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas (UFPR – Setor Palotina). Realiza pesquisas sobre o uso de jogos pedagógicos de Matemática nos anos iniciais.

Link lattes: http://lattes.cnpq.br/7701641723872379

Orcid: https://orcid.org/0009-0007-0368-9148

Mara Fernanda Parisoto – Doutora em Ensino de Física. Docente no curso de Licenciatura em Ciências Exatas (UFPR – Setor Palotina), no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas (UFPR – Setor Palotina), no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática (UFPR – Curitiba), no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Realiza pesquisas e cursos de formação de professores sobre Ensino de Física.

Link do Lattes: http://lattes.cnpq.br/0244205065497051

Orcid: 0000-0001-6592-4915.

Rita de Cássia dos Anjos – Doutora em Física. Foi docente na Universidade Federal do Paraná (UFPR - Setor Palotina) de 2014 a 2026 e, desde julho de 2026, é docente na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar - Campus São José do Rio Preto). Realiza pesquisas na área de Física de Altas Energias, com ênfase em raios cósmicos, astrofísica multimensageira e propagação de partículas.

Link do Lattes: http://lattes.cnpq.br/5775617413825711

Orcid: https://orcid.org/0000-0002-6463-2272

Roberta Chiesa Bartelmebs – Doutora em Educação em Ciências e Matemática. Docente nos cursos de Licenciatura em Ciências Exatas e Ciências Biológicas (UFPR-Setor Palotina), no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas (UFPR – Setor Palotina) e no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática (UFPR – Curitiba). Bolsista produtividade em pesquisa pela Fundação Araucária. Realiza pesquisas sobre educação em ciências, epistemologia genética, história e filosofia das ciências.

Link do Lattes: http://lattes.cnpq.br/9317595909137662

Orcid: https://orcid.org/0000-0002-1057-6623

Rodrigo André Schulz – Doutor em Matemática Pura. Docente do Curso de Licenciatura em Ciências Exatas (UFPR – Setor Palotina). Realiza pesquisas na área de Análise e Matemática Aplicada.

Link do lattes: https://lattes.cnpq.br/3138448810046000

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2080-3586

Simone Francisco Ruiz – Doutora em Matemática Pura. Docente no curso de Licenciatura em Ciências Exatas (UFPR - Setor Palotina). Realiza pesquisas na área de Álgebra.

Link do Lattes: http://lattes.cnpq.br/3454520003811932

Orcid: https://orcid.org/0000-0001-9302-8886

Tailini Bapes Grunewald – Graduada em Ciências Exatas - Física, pela Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina.

Link lattes: http://lattes.cnpq.br/3919251182345438

Tiago Venturi – Doutor em Educação Científica e Tecnológica. Docente nos cursos de Licenciatura em Ciências Exatas e de Licenciatura em Ciências Biológicas (UFPR – Setor Palotina), no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas (PPGECEMTE/UFPR – Setor Palotina) e no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM/UFPR – Curitiba). Realiza pesquisas e cursos de formação de professores sobre Educação em Saúde, Alfabetização Científica, Tecnológica e Midiática e articulações com Educação Ambiental.

Link do Lattes: http://lattes.cnpq.br/8085615025613066

Orcid: https://orcid.org/0000-0003-2263-8585

Victória Emilia Gomes Martins – Licenciada em Ciências Exatas com habilitação em Química pela Universidade Federal do Paraná (UFPR – Setor Palotina) e Mestre em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas pelo PPGECEMTE da Universidade Federal do Paraná. Atualmente, é doutoranda em Educação em Ciências e em Matemática pelo PPGECM na Universidade Federal do Paraná (UFPR). Desenvolve pesquisas na área de Educação em Ciências e Educação em Saúde, com temas como a formação de professores, Alfabetização Científica, Alfabetização Midiática e Alfabetização em Saúde.

Lattes: https://lattes.cnpq.br/9402967478683005

ORCID: https://orcid.org/0009-0007-3316-9274

CONSELHO EDITORIAL

Drª. Larissa de Cássia Antunes Ribeiro (Unicentro)
Dr. Fábio Augusto Steyer (UEPG)
Drª. Silvana Oliveira (UEPG)
Dr. Anderson Pedro Laurindo (UTFPR)
Drª. Marly Catarina Soares (UEPG)
Drª. Naira de Almeida Nascimento (UTFPR)
Drª Letícia Fraga (UEPG)
Drª. Anna Stegh Camati (UNIANDRADE)
Dr. Evanir Pavloski (UEPG)
Drª. Eunice de Morais (UEPG)
Drª. Joice Beatriz da Costa (UFFS)
Drª. Luana Teixeira Porto (URI)
Dr. César Augusto Queirós (UFAM)
Dr. Valdir Prigol (UFFS)
Drª. Clarisse Ismério (URCAMP)
Dr. Nei Alberto Salles Filho (UEPG)
Drª Ana Flávia Braun Vieira (UEPG)
Dr. Marcos Pereira dos Santos (UTFPR)
Dr. Álvaro Daniel Costa (UNIOESTE)