

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

PPGECM - UPF

Núcleos temáticos no Programa de Ensino de Ciências e Matemática

Cristiano Roberto Buzatto

Marco Antônio Sandini Trentin

(Org.)





UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Bernadete Maria Dalmolin

Reitora

Edison Alencar Casagrande

Pró-Reitor Acadêmico

Antônio Thomé

Pró-Reitor de Planejamento e Desenvolvimento Institucional

UPF Editora

Editor

Adriano Pasqualotti

Revisão

Cristina Azevedo da Silva

Júlia Bortolin dos Santos

Programação visual

Rubia Bedin Rizzi

Conselho Editorial

Adriano Pasqualotti

Carlos Amaral Hölbig

Claudio Almir Dalbosco

Edson Campanhola Bortoluzzi

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

PPGECM - UPF

Núcleos temáticos no Programa de Ensino de Ciências e Matemática

Cristiano Roberto Buzatto

Marco Antônio Sandini Trentin

(Org.)

2024



EDITORIA



Copyright dos organizadores

Cristina Azevedo da Silva
Revisão

Rubia Bedin Rizzi
Projeto gráfico, diagramação e criação da capa

Conforme a legislação vigente, este livro, no todo ou em parte, não pode ser reproduzido por qualquer meio sem a autorização expressa e por escrito dos organizadores. A exatidão das informações, opiniões e conceitos apresentados nesta obra é de exclusiva responsabilidade dos organizadores.

CIP – Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

N964 Núcleos temáticos no Programa de Ensino de Ciências e Matemática [recurso eletrônico] / Cristiano Roberto Buzatto, Marco Antônio Sandini Trentin (Orgs.) – Passo Fundo: EDIUPF, 2024. – (Pós-Graduação). 5.100 kB : il. ; PDF.

Inclui bibliografia.

Modo de acesso gratuito: www.upf.br/upfeditora.

ISBN: 978-65-5607-080-3 (E-book).

DOI: 10.5335/9786556070803.

1. Prática de ensino. 2. Ciências - Estudo e ensino. 3. Matemática - Estudo e ensino. 4. Material didático - Desenvolvimento. 5. Aprendizagem ativa. 6. Universidade de Passo Fundo - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. I. Buzatto, Cristiano Roberto, org. II. Trentin, Marco Antônio Sandini, org.

CDU: 378

Biblioteca responsável Juliana Langaro Silveira - CRB 10/2427



Campus I, BR 285, Km 292,7, Bairro São José

99052-900, Passo Fundo, RS, Brasil

Telefone: (54) 3316-8374

afiliada à



Associação Brasileira
das Editoras Universitárias

Sumário

7 Apresentação

12 Robótica educacional: possibilidades na escola a partir de dissertações do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo

Carlos Costa Cardoso

Marco Antônio Sandini Trentin

33 A Teoria da Aprendizagem Significativa no contexto da sala de aula a partir de experiências do PPGECM-UPF

Izaías Loureiro Tavares

José dos Santos Ferreira

Luiz Marcelo Darroz

Vanussa Gislaïne Dobler de Souza

51 Estratégias metacognitivas nos processos de ensino-aprendizagem

Luis Duarte Vieira

Cleci Teresinha Werner da Rosa

Luiz Marcelo Darroz

73 Análise crítica das metodologias de ensino de estatística: um estudo baseado em dissertações do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo

Luciane Daroit

Angelita Schmitt

Adriano Pasqualotti

97 Uma visão geral do enfoque CTS no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática ao longo de uma década

Aline Locatelli

José Carlos Amorim

Luana Carla Zanelato do Amaral

113 A engenharia didática como metodologia de pesquisa

Luiz Henrique Ferraz Pereira
Eduarda Cericato Ferrareze
Paola do Prado

133 Contribuições da teoria histórico-cultural sobre a atividade criadora na educação de crianças

Adriana Bragagnolo

147 Desafios do conhecimento: obstáculos e perfis epistemológicos na perspectiva de Bachelard

Rafael Cardim Pazim
Nelson Luiz Reyes Marques
Cristiano Roberto Buzatto

171 Análise das produções sobre pensamento computacional no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

Adriano Canabarro Teixeira
Thalita Arthur

197 Interdisciplinaridade na pesquisa: o que dizem as dissertações e teses do PPGECEM

Fabiane Carla Camargo Tonial
Luciane Spanhol Bordignon
Salete Konzen
Viviane de Moraes Ferreira

213 Construcionismo: as bases para ensino da computação na educação básica

Hewerton Enes de Oliveira
Juliano Tonezer da Silva

235 Sobre os autores



Apresentação

Este livro é resultado da trajetória dos docentes e discentes do mestrado e do doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF). Esse programa tem por desígnio qualificar seus alunos para o exercício do magistério, com foco no aumento da qualidade do ensino e da aprendizagem, alinhando a pesquisa à prática docente. Está associado ao ensino de Ciências, Física, Química, Matemática e áreas afins, nos diferentes níveis educacionais.

As suas duas linhas de pesquisa do programa dão direcionamento e embasamento aos trabalhos desenvolvidos pelos discentes. A linha de pesquisa *Práticas Educativas em Ensino de Ciências e Matemática* subsidia os alunos no desenvolvimento e na aplicação, no contexto escolar, de recursos didáticos de diferentes naturezas, fundamentados em aspectos científicos, pedagógicos e epistemológicos. Já a linha de pesquisa *Inovações Pedagógicas para o Ensino de Ciências e Matemática* tem por finalidade apoiar o desenvolvimento e a implementação de propostas didáticas que envolvem materiais e dispositivos inovadores voltados à qualificação dos processos de ensino e aprendizagem, especialmente aqueles que utilizam recursos digitais e demais tecnologias de interação e comunicação.

Sendo assim, este livro busca contribuir com seus leitores por meio de relatos dos aportes teóricos utilizados para embasar dissertações e teses desenvolvidas no PPGECM. Cada um dos capítulos tem como catalisador um núcleo temático que serve de aporte teórico principal no desenvolvimento dos produtos educacionais associados a dissertações e

teses desse programa, direcionados a intervenções didáticas em diversas situações e temas. Os conteúdos abordam o ensino de Física, Matemática e Estatística, passando por Biologia/Botânica, Química, Educação Física, meio ambiente e sociedade.

O primeiro capítulo, intitulado “Robótica educacional: possibilidades na escola a partir de dissertações do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo”, de autoria de Carlos Costa Cardoso e Marco Antônio Sandini Trentin, expõe especificidades da robótica educacional no âmbito da educação básica e detalha cinco diferentes formas de emprego da robótica educacional no processo de ensino e aprendizagem.

O segundo capítulo, intitulado “A Teoria da Aprendizagem Significativa no contexto da sala de aula a partir de experiências do PPGECM-UPF”, dos autores Izaias Loureiro Tavares, José dos Santos Ferreira, Luiz Marcelo Darroz e Vanussa Gislaine Dobler de Souza, apresenta uma estrutura metodológica voltada à promoção de aprendizagens significativas e traz detalhes de oito propostas de ensino presentes em dissertações de mestrado do PPGECM da UPF, fundamentadas nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. As propostas analisadas apontam que essa estruturação possibilita um ambiente favorável para a promoção da aprendizagem preconizada por Ausubel.

O terceiro capítulo, cujo título é “Estratégias metacognitivas nos processos de ensino-aprendizagem”, de autoria de Luis Duarte Vieira, Cleci Teresinha Werner da Rosa e Luiz Marcelo Darroz, apresenta uma explanação do conceito de metacognição e um detalhamento de sua potencialidade para os processos de ensino-aprendizagem por meio do uso de estratégias metacognitivas. São apresentadas quatro dessas estratégias, utilizadas em pesquisas no contexto escolar. Elas exemplificam abordagens didáticas que favorecem a aprendizagem e apresentam potencialidade metacognitiva, particularmente no campo da Educação em Ciências e Matemática.

O quarto capítulo, intitulado “Análise crítica das metodologias de ensino de estatística: um estudo baseado em dissertações do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo”, de autoria de Luciane Daroit, Angelita Schmitt e Adriano Pasqualotti, detalha os processos teórico-metodológicos empregados em três dissertações, evidenciando como diferentes estratégias pedagógicas, como a gamificação e a investigação, podem influenciar a aprendizagem significativa e o desenvolvimento do raciocínio estatístico em diferentes níveis educacionais.

No quinto capítulo, de título “Uma visão geral do enfoque CTS no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática ao longo de uma década”, dos autores Aline Locatelli, José Carlos Amorim e Luana Carla Zanelato do Amaral, apresenta-se um panorama das práticas de ensino em pesquisas com enfoque CTS (Ciência, Tecnologia, Sociedade) ou CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) no âmbito do PPGECEM da UPF ao longo de uma década de existência. Tais propostas objetivam fomentar uma motivação intrínseca que facilite a aprendizagem em Ciências, promovendo a alfabetização científica e tecnológica.

O sexto capítulo, intitulado “A engenharia didática como metodologia de pesquisa”, dos autores Luiz Henrique Ferraz Pereira, Eduarda Cericato Ferrareze e Paola do Prado, ressalta a importância de uma boa metodologia de pesquisa para a elaboração de dissertações e teses. O capítulo apresenta e detalha a engenharia didática como uma possibilidade metodológica de pesquisa capaz de fornecer suporte a pesquisas científicas e estruturadas com qualidade e rigor.

O sétimo capítulo, “Contribuições da teoria histórico-cultural sobre a atividade criadora na educação de crianças”, da autora Adriana Braggagnolo, traz reflexões sobre a atividade criadora na educação infantil a partir da teoria histórico-cultural. Apresenta-se uma revisão bibliográfica com base nos autores Vigotski, Smolka e Pino.

No oitavo capítulo, intitulado “Desafios do conhecimento: obstáculos e perfis epistemológicos na perspectiva de Bachelard”, os autores Rafael Cardim Pazim, Nelson Luiz Reyes Marques e Cristiano Roberto Buzatto exploram os obstáculos epistemológicos, compreendidos como entraves inerentes ao próprio conhecimento científico que podem retardar ou até gerar regressão no avanço da ciência. O capítulo se baseia nas obras de Gaston Bachelard, que desenvolveu o conceito de obstáculos epistemológicos e a ideia de que o conhecimento evolui de forma dinâmica e descontínua.

O nono capítulo, “Análise das produções sobre pensamento computacional no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática”, dos autores Adriano Canabarro Teixeira e Thalita Arthur, analisa seis dissertações defendidas no PPGECM entre 2019 e 2023, que abordam a temática do pensamento computacional em diferentes contextos educacionais, como no ensino fundamental e em diversas disciplinas, incluindo matemática e ciências. O capítulo evidencia como essa abordagem pode promover a interdisciplinaridade e o desenvolvimento de competências críticas nos alunos, preparando-os para desafios complexos em suas futuras carreiras.

No décimo capítulo, “Interdisciplinaridade na pesquisa: o que dizem as dissertações e teses do PPGECM”, dos autores Fabiane Carla Camargo Tonial, Luciane Spanhol Bordignon, Salete Konzen e Viviane de Moraes Ferreira, analisa-se a interdisciplinaridade nas pesquisas produzidas na trajetória de 10 anos, entre 2014 e 2024. O capítulo se fundamenta em autores como Piaget, Pombo e Silva, além de abordar a relação entre a BNCC e a interdisciplinaridade no ensino e aprendizagem de Ciências e Matemática.

O décimo primeiro capítulo, “Construcionismo: as bases para o ensino da computação na educação básica”, de autoria de Hewerton Enes de Oliveira e Juliano Tonezer da Silva, apresenta um resgate histórico do Construcionismo, teoria de aprendizagem elaborada por Papert. Também discute o estado da arte do ensino de computação na educação básica

brasileira e analisa 15 trabalhos relacionados ao Construcionismo desenvolvidos no PPGECM.

Nós, organizadores e autores desta obra, desejamos a você, leitor, uma leitura proveitosa. Que este livro permita conhecer um pouco mais sobre os trabalhos desenvolvidos no PPGECM e que possa inspirá-lo, servindo como referência para adaptação e aplicação em suas práticas pedagógicas.

Marco Antônio Sandini Trentin
Doutor em Informática na Educação

Robótica educacional: possibilidades na escola a partir de dissertações do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo

Carlos Costa Cardoso
Marco Antônio Sandini Trentin

Introdução

A presença da tecnologia e do processo tecnológico foi difundida em diversos ambientes, inclusive nas mãos de inúmeros adultos, crianças e adolescentes nos últimos tempos. Vivemos hoje num mundo conectado, no qual a internet e as redes sociais fomentam a participação em grupo, a partilha de experiências e a aquisição de novos conhecimentos. Inúmeras transformações ocorreram como resultado da revolução digital e tecnológica, bem como da sua capacidade e aplicação no âmbito da educação.

Os novos estudantes, considerados nativos digitais, estão ingressando na escola com um domínio tecnológico, na maioria das vezes, superior ao do próprio professor. Nesse sentido, os diversos avanços tecnológicos que surgiram recentemente, como a robótica educacional, têm se destacado como uma prática inovadora e multidisciplinar, envolvendo diferentes temas e instigando a participação, o diálogo e a construção do conhecimento pelo próprio estudante.

Além de contribuir para as práticas educacionais, a robótica educacional apoia a autonomia do aluno na formação humana em aspectos integrais e na construção de um formato de ensino e aprendizagem que apresente características como a criticidade e a criatividade, bem como trabalho em grupo e superação das dificuldades por meio da resolução de problemas e do desafio lógico.

A implementação da robótica educacional nas escolas tem demonstrado a sua eficácia como ferramenta no processo de melhoria da compreensão dos conteúdos curriculares. De acordo com Pustilnik e Santos (2018), essa abordagem possibilita o desenvolvimento de indivíduos capazes de compreender e refletir sobre diversos aspectos da sociedade por meio da utilização dos avanços tecnológicos.

Alguns autores destacam que a robótica educacional apresenta um potencial pedagógico contínuo e pragmático, que estimula os alunos a colaborar em grupos, centrados em questões sociais autênticas, ao mesmo tempo em que interligam conhecimentos de vários domínios, incluindo computação, engenharia, matemática, ambiente, artes e ciências, de forma interdisciplinar, permitindo assim uma educação inovadora, criativa e participativa (Pustilnik; Bocca, 2018).

Diante dessas considerações iniciais, este capítulo aborda algumas diferentes formas de utilização da robótica educacional nos processos de ensino e aprendizagem, respondendo ao questionamento principal que norteia este levantamento bibliográfico: quais as contribuições das práticas educativas envolvendo a robótica educacional no processo de ensino e aprendizagem? O objetivo principal é avaliar quais contribuições acadêmicas exploram a robótica educacional como ferramenta pedagógica nas dissertações do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF).

A robótica educacional e a atualidade

A robótica é o estudo dos robôs, o que significa que é o estudo da capacidade de sentir e agir desses dispositivos no mundo físico de forma

autônoma e intencional. Para Mataric (2014, p. 19): “Um robô nada mais é do que um sistema autônomo que existe no mundo físico, pode sentir o seu ambiente e pode agir sobre ele para alcançar alguns objetivos”.

Um robô também pode ser considerado uma máquina com capacidade de realizar operações repetitivas e, segundo Romero *et al.* (2014 *apud* Mesquita; Almeida, 2021, p. 97), essas operações podem ser guiadas de forma remota ou por programações pré-definidas, além de possuírem a capacidade de agir com inteligência e de forma autônoma na tomada de decisões, conforme a interação com o ambiente.

A robótica educacional tem sua origem na década de 1960, nos Estados Unidos, e, em conformidade com Gaytán (2021), emergiu a partir das contribuições de um grupo de pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), que implementaram vários aparatos tecnológicos com o intuito de desenvolver a capacidade de programação de crianças por meio da resolução de pequenas tarefas.

A consolidação da robótica educacional ocorreu através da contribuição de Seymour Papert no MIT, em 1981, com o desenvolvimento das primeiras tecnologias educacionais. De acordo com Fuentes e Robles (2021), essas tecnologias eram um conjunto de ferramentas educacionais e incluíam o famoso programa LOGO. O principal objetivo dessas ferramentas era introduzir as crianças à programação e à engenharia, dando origem à teoria do construcionismo, baseada no aprendizado construtivista de Piaget, e lançando as bases do que hoje conhecemos como pensamento computacional¹.

A robótica pedagógica deriva da robótica, mas entrelaça conceitos relacionados ao construcionismo de Seymour Papert, além de proporcionar meios para a integração de computadores e dispositivos tecnológicos à programação e à interação com o mundo físico. Ela estimula o desenvolvi-

¹ O Pensamento Computacional refere-se à “habilidade de compreender, definir, modelar, comparar, solucionar, automatizar e analisar problemas (e soluções) de forma metódica e sistemática, através da construção de algoritmos”. Para a SBC este termo é considerado um dos principais pilares do intelecto humano, tão importante quanto a leitura, a escrita e a aritmética (SBC, 2019, p. 5).

mento do pensamento lógico-computacional, a ludicidade e a resolução de problemas a partir do entendimento do mundo real e de conceitos relacionados a matemática, física, ciências, entre outros.

No Brasil, conforme D'Abreu *et al.* (2012), a expressão robótica pedagógica vem sendo utilizada há mais de 40 anos pelo Núcleo de Informática Aplicada à Educação (Nied). Segundo Silva e Blikstein (2020), os primeiros estudos sobre a robótica pedagógica foram desenvolvidos na década de 1980, na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). As primeiras ações estavam relacionadas à aprendizagem da linguagem de programação LOGO no Nied.

A robótica educacional evoluiu e atualmente está presente em muitas atividades da sociedade, como, por exemplo, associada ao mundo industrial para otimização e melhoria de processos (Almendárez, 2021, p. 30). Isso tem levado professores e alunos a ver o uso de robôs de forma natural e a se motivar para sua utilização como ferramenta de aprendizagem. Em sua gênese, a robótica educacional surgiu como um ambiente de aprendizagem, cujos pilares fundamentais são o projeto, a construção e a programação de robôs educacionais, com o objetivo de adquirir conceitos e desenvolver diversas habilidades.

Para Campos (2017), o potencial impacto da robótica educacional na aprendizagem dos alunos vem ganhando destaque em diferentes áreas do conhecimento, como física, matemática, engenharia e computação. O autor destaca ainda que essa abordagem contribui de forma significativa para o desenvolvimento integral do indivíduo, promovendo avanços na cognição, na metacognição e em habilidades sociais, tais como a capacidade de realizar pesquisas, pensar criativamente, tomar decisão, resolver problemas, comunicar-se com clareza e trabalhar em equipe.

Até pouco tempo atrás, de acordo com Queiroz, Sampaio e Santos (2017, p. 113), “o uso da robótica na educação era inviabilizado pela falta de acesso a robôs, ou aos componentes necessários à sua construção

devido, principalmente, ao alto custo desses materiais”. Na atualidade, em parte, isso tem se resolvido até com uso de sucata, aquisição ou doação de *kits* de robótica para escolas, principalmente com a utilização de *kits* associados ao Arduino e, mais recentemente, à ESP32².

Para Silva (2019, p. 14), na atualidade, a robótica educacional também vem sendo incentivada desde o ensino fundamental até o ensino superior, ocorrendo de diferentes maneiras, por meio de campeonatos e eventos como a Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR) e a Mostra Nacional de Robótica (MNR)”.

A robótica educacional, de acordo com Malec (2011 *apud* Gaytán, 2021), pode ser classificada de duas formas:

- robótica em educação: utilização de práticas educativas para o aprendizado de robótica;
- robótica para educação: utilização da robótica como práticas educativas para aprendizado de diversas áreas do conhecimento.

A robótica para a educação permite uma abordagem diferenciada no ensino, buscando agregar diversos conceitos em disciplinas diferenciadas e oferecendo uma nova forma de aplicação dos conteúdos. Muitas vezes, os alunos recebem esses conteúdos sem compreender sua aplicação no mundo real ou sem serem instigados a buscar suas próprias respostas. No entanto, a robótica pode ser utilizada na resolução de problemas reais.

De acordo com Gomes (2007 *apud* Silva, 2019), a robótica para a educação tem estimulado a criatividade de diversos alunos de forma dinâmica, interativa e lúdica, passando a constituir um elemento motivador de interesse no ensino tradicional. Cabe destacar cinco vantagens da robótica para o ensino:

² Dotado de um poderoso microcontrolador de 32 bits com Wi-Fi integrado, tornou-se famoso por vir presente em toda sorte de placa, com destaque para uma placa barata e de fácil acesso chamada NodeMCU, além de ter integração com o Arduino IDE, garantindo suporte a muitas bibliotecas compatíveis (Curvelho, 2018).

- a) Transformar a aprendizagem em um meio de motivação, permitindo aos alunos o acesso aos princípios da educação, ciência e tecnologia;
- b) Proporcionar a testagem de equipamentos, modelos, teorias e técnicas aprendidas em sala de aula, simulando situações reais por meio da robótica educacional;
- c) Facilitar a interatividade e a comunicação entre os alunos, potencializando suas capacidades argumentativas;
- d) Proporcionar o desenvolvimento do raciocínio lógico, a construção de algoritmos e a programação de computadores e dispositivos para o controle de mecanismos lógicos e/ou físicos;
- e) Favorecer a interdisciplinaridade e a integração de conceitos de diversas áreas do conhecimento, como matemática, física, eletrônica, mecânica e arquitetura.

Diante do exposto, Zilli (2004) destaca que a robótica educacional pode desenvolver também competências, tais como: raciocínio lógico; formulação e teste de hipóteses; relações interpessoais; investigação e compreensão; representação e comunicação; resolução de problemas por meio de erros e acertos; aplicação das teorias formuladas às atividades concretas; criatividade; e capacidade crítica.

A robótica pedagógica, utilizada como instrumento de aprendizagem coletiva, aproveita a curiosidade natural dos alunos e a transdisciplinaridade na resolução de problemas e na participação colaborativa. Essa abordagem transforma o *aprender fazendo* em um importante aliado das práticas educativas, o que, para Garcia (2002 *apud* D'Abreu *et al.*, 2012), pode transformar meros usuários de computadores em especialistas na construção e programação de robôs.

O construcionismo de Papert nas práticas pedagógicas

O construcionismo como teoria da aprendizagem está diretamente associado à robótica educacional, partindo de princípios pedagógicos em-

basados nas correntes construtivista e construcionista, bem como da premissa de que o aluno é o foco da aprendizagem ativa e elemento principal no processo educativo.

A corrente construcionista de Papert teve como base principal a teoria do construtivismo de Piaget, porém se distanciando da psicologia do desenvolvimento infantil, alinhando a teoria construcionista e as práticas de intervenção pedagógica. Nesse sentido, Papert diverge de Piaget em “relação ao estabelecimento de tarefas/atividades que a criança deve fazer/aprender/desenvolver em determinada faixa etária” (Silveira, 2016, p. 122).

De acordo com Silva (2019), o construtivismo, como corrente teórica, defende que a construção do saber ocorre através da interação entre meio físico e social, permitindo a assimilação e a acomodação de novos conceitos e o desenvolvimento do conhecimento. Para Moreira (1999, p. 96): “O núcleo duro da teoria de Piaget está na assimilação, na acomodação e na equilíbrio”, dividindo-se em quatro fases³ de desenvolvimento cognitivo das crianças: sensorial-motor, pré-operacional, operacional-concreto e operacional-formal.

Em conformidade com Almendárez (2021, p. 31), o construtivismo centra o processo de aprendizagem na pessoa, a partir das experiências prévias e de sua interação com as demais pessoas e a realidade, intermediada pela interconexão de esquemas que serão utilizados na construção de novos conhecimentos.

No construcionismo, o “aprender a aprender” é destacado como recurso relevante no processo de aprendizagem das crianças, que requer uma participação ativa e criativa, utilizando-se de materiais concretos e da

³ Sensorial-motor: do nascimento até 2 anos de idade, onde a criança é o centro e os objetos existem e função dela; Pré-operacional: dos 2 aos 7 anos de idade, utilizando-se da linguagem, símbolos e imagens mentais dar-se início uma nova etapa do desenvolvimento mental. Apesar de egocêntrica, demonstra suas experiências a partir de sua realidade, caindo facilmente em contradição; Operacional-concreto: inicia entre a faixa etária dos 7 aos 12 anos, deixando o egocentrismo para um mundo de várias perspectivas, com pensamento mais organizado e lógico, porém não conseguindo trabalhar com hipóteses; Operacional-formal: por volta dos 11 anos de idade, período que se estende para adolescência e fase adulta, se destaca como um período das operações formais, podendo a criança raciocinar com hipóteses verbais e não apenas objetos concretos (Moreira, 1999, p. 96-98).

construção de um produto por intermédio de uma participação atuante do professor e dos recursos educacionais. Para Maltempi (2005), ao trabalhar de acordo com ideias construcionistas, dois tipos de construção ocorrem e reforçam-se mutuamente, porque, à medida que o aluno constrói produtos no mundo real, ele simultaneamente constrói conhecimento na sua mente.

Silva (2019, p. 19) relembra que Papert propunha a utilização de situações que pudessem estimular e desafiar “os alunos nos processos de ensino e aprendizagem à construção do seu próprio conhecimento. O aluno precisa criar algo concreto que facilite sua aprendizagem, tal como um protótipo robótico, por exemplo”. Diante dessas situações, o professor passaria a assumir o papel de provocador do pensamento sobre os assuntos e projetos apresentados.

Na abordagem construcionista, no contexto das concepções acerca da cognição infantil, é importante destacar que as crianças aprendem melhor quando aprendem por si mesmas um conhecimento específico, desde que, nos processos educativos, de acordo com Papert (1997 *apud* Silveira, 2016, p. 125), as crianças sejam “apoiadas moral, psicológica, material e intelectualmente em seus esforços”.

A utilização do construcionismo e da robótica educativa nos processos cognitivos pode apoiar diversas mudanças na educação; porém, por si só, não resolvem o problema da aprendizagem. É preciso interligar as demais áreas do conhecimento, a escola, os professores e a criatividade das crianças no processo de aprendizagem. A robótica educativa não é um fim em si mesma, mas um meio de transformação da aprendizagem. Sem a adesão dos professores e a inserção na realidade de diversas escolas num país continental como o Brasil, não é viável optar pela utilização de apenas uma prática ou outra de ensino.

Metodologia

Este capítulo adotou uma abordagem metodológica de cunho exploratório e descritivo, baseada em uma revisão de literatura focada nos traba-

lhos de dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF), que abordam a temática da robótica educacional. O objetivo principal é construir um panorama abrangente das contribuições acadêmicas que exploram a robótica educacional como ferramenta pedagógica, destacando as metodologias aplicadas, os produtos educacionais desenvolvidos, os desafios enfrentados e os resultados alcançados nos trabalhos desenvolvidos.

A abordagem metodológica utilizada permitiu a localização das pesquisas disponíveis no site oficial do PPGECM-UPF⁴, com a palavra-chave “robótica educacional” como critério de busca. Após a leitura prévia dos resumos dos trabalhos localizados, foi implementada a identificação e a análise das dissertações e teses defendidas nos últimos anos e que contribuíram diretamente para o tema proposto.

Os critérios utilizados para a análise desses trabalhos foram o objetivo do estudo, a abordagem metodológica adotada, os produtos educacionais desenvolvidos, os resultados e as discussões alcançadas. Os dados obtidos foram ordenados e apresentados em quadros comparativos conforme resultados elencados nos resultados e discussões.

Análise e discussão dos resultados

O PPGECM-UPF consolida-se como um espaço de formação de pesquisadores interessados na inovação e na qualidade do ensino. Na modalidade profissional, com início do mestrado em 2014 e do doutorado em 2020, o programa tem como principal objetivo formar mestres e doutores capazes de atuar na realidade educativa, contribuindo com saberes atrelados a práticas inovadoras e às teorias contemporâneas direcionadas ao ensino de ciências e matemática.

Atualmente, o programa conta com um total de 71 dissertações e 2 teses defendidas, abrangendo várias questões contemporâneas e demandas do ensino. A robótica educacional é um dos muitos temas abordados

⁴ Disponível em: <https://www.upf.br/ppgecm/dissertacoes-e-teses>.

nas pesquisas implementadas nas dissertações defendidas. Além disso, diversas publicações têm sido geradas a partir desses trabalhos.

Os resultados da pesquisa bibliográfica realizada na página do PP-GECEM evidenciaram cinco dissertações associadas à temática da robótica educacional, com um intervalo temporal entre 2019 e 2023. É importante destacar que, nos moldes do programa profissional, todas as pesquisas devem obrigatoriamente resultar em um produto educacional.

O Quadro 1 apresenta os principais trabalhos sobre robótica educacional defendidos nos últimos cinco anos, evidenciando pesquisas voltadas ao ensino das disciplinas de Lógica de Programação, Física e Matemática. Todos os trabalhos envolvem o construcionismo de Papert como base para a implementação das ações envolvendo a robótica educacional.

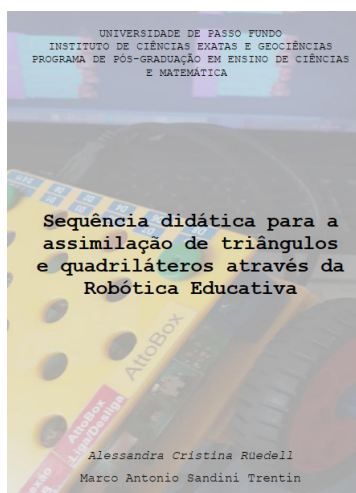
Quadro 1 – Dissertações e produtos educacionais do PPGECEM-UPF sobre robótica educacional

N.	Título	Produto educacional	Ano	Tipo
1	Apropriação de conceitos relacionados a triângulos e quadriláteros através da robótica educativa (Rüedell, 2019)	Sequência didática para a assimilação de triângulos e quadriláteros através da robótica educativa	2019	Dissertação
2	Interfaces da robótica educativa na ensinagem de alguns elementos de geometria plana no ensino fundamental (Provin, 2020)	Robótica educativa: uma proposta construcionista para a ensinagem de alguns elementos de geometria plana no ensino fundamental	2020	Dissertação
3	A robótica educativa como recurso construcionista para o ensino de termologia (Foscarin Neto, 2021)	Sequência didática: a robótica educativa como recurso construcionista para o ensino de termologia	2021	Dissertação
4	Estudo das 3 Leis de Isaac Newton: uma sequência de ensino investigativa usando a robótica educacional (Real, 2023)	Atividades didáticas sobre as 3 Leis de Newton usando a robótica educativa	2023	Dissertação
5	Robótica educacional e pensamento computacional como uma metodologia para o ensino de algoritmos e programação (Cardoso, 2023)	MOOC de robótica educacional e pensamento computacional aplicado ao ensino e aprendizagem de algoritmos e programação	2023	Dissertação

Fonte: PPGECEM-UPF, 2024.

As Figuras 1 a 6 apresentam as capas dos produtos educacionais produzidos nas dissertações destacadas no Quadro 1. Para facilitar a visualização, apresenta-se a relação das imagens, acompanhada da identificação sequencial de cada produto⁵.

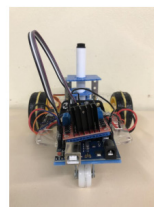
Figura 1 – Produto Educacional 1



Fonte: Rüedell (2019).

Figura 2 – Produto Educacional 2

CADERNO DE ATIVIDADES PARA OS ESTUDANTES



ROBÓTICA EDUCATIVA: UMA PROPOSTA CONSTRUCIONISTA PARA A ENSINAGEM DE ALGUNS ELEMENTOS DE GEOMETRIA PLANA NO ENSINO FUNDAMENTAL

Sara Provin
Juliano Tossacer da Silva
Luiz Henrique Ferraz Pereira

Passo Fundo
2020

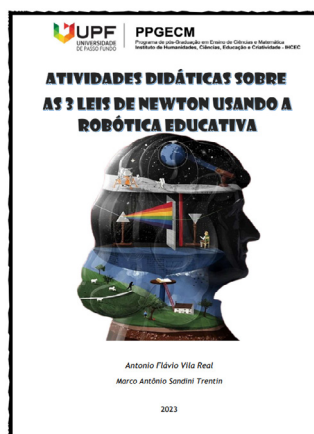
Fonte: Provin (2020).

Figura 3 – Produto Educacional 3



Fonte: Foscarin Neto (2021).

Figura 4 – Produto Educacional 4



Fonte: Real (2023).

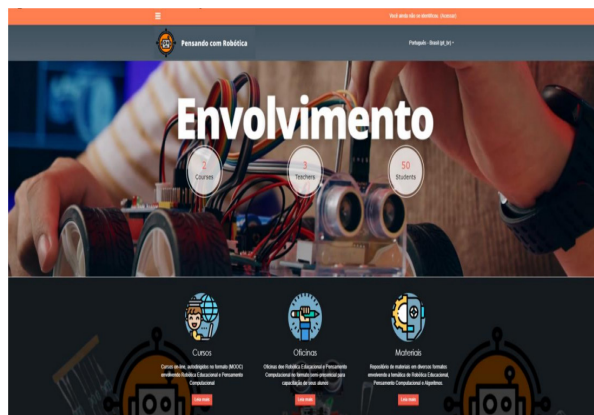
⁵ Todas as dissertações estão disponíveis em: <https://www.upf.br/ppgecm/dissertacoes-e-teses/dissertacoes>.

Figura 5 – Produto Educacional 5-A



Fonte: Cardoso (2023).

Figura 6 – Produto Educacional 5-B



Fonte: Cardoso (2023).

Os projetos de pesquisa e seus produtos educacionais mencionados promoveram diversas ações no processo de ensino e aprendizagem dos alunos em diferentes áreas do conhecimento. Para facilitar o acompanhamento, foi elaborado o Quadro 2, que caracteriza cada uma das pesquisas, destacando os seguintes aspectos: problema detectado, objetivo principal, área e temática envolvidas, metodologia utilizada na aplicação do produto, público envolvido e procedimentos de coleta e análise de dados.

Quadro 2 – Caracterização das dissertações envolvendo a robótica educacional no PPGECM

N.	Problema	Objetivo	Área e temática	Metodologia	Público	Coleta de dados
1	Desinteresse na aprendizagem de matemática	Avaliar o uso da robótica educativa como recurso de ensino dos conteúdos matemáticos	Matemática: Geometria e STEAM	Sequência didática	Alunos do 7º ano do ensino fundamental	Diário de bordo, questionários e materiais produzidos pelos alunos
2	Dificuldade na aprendizagem de conceitos de geometria	Analisar o potencial educacional de uma sequência de atividades no ensino de geometria por intermédio da robótica educacional	Matemática: Geometria e BNCC	Processo de ensinagem	Alunos de 6º e 7º anos do ensino fundamental	Diário de bordo, relatórios, materiais produzidos pelos alunos, registros fotográficos e vídeos
3	As novas necessidades apontadas pela BNCC na unificação dos conceitos de Física	Conceber uma sequência didática que seja baseada em robótica para o ensino de tecnologia	Física: termodinâmica e BNCC	Design Science Research e sequência didática	Professores e alunos do 7º ano do ensino fundamental	Gravação de vídeos e formulário
4	Desinteresse dos alunos em aprender os conceitos de Física	Desenvolver uma sequência didática de ensino investigativa do conteúdo de Física sobre as 3 Leis de Newton	Física: 3 Leis de Isaac Newton	Sequência didática e sequência de ensino por investigação	Alunos do 1º ano do ensino médio	Diário de bordo, questionários e avaliação
5	Dificuldades pelos alunos na aprendizagem de lógica de programação	Analisar as contribuições do pensamento computacional e robótica educacional no ensino de algoritmos e lógica de programação	Informática e computação: algoritmo, lógica de programação e BNCC	Sequência didática	Alunos de 1º e 2º anos do ensino técnico integrado ao médio	Diários de bordo

Fonte: elaboração dos autores, 2024.

Na dissertação de mestrado de Rüedell (2019), o objetivo original da pesquisa foi promover o interesse dos alunos pela aprendizagem dos conceitos relacionados à geometria, estimulando-os e envolvendo-os de forma ativa, de maneira que suas abordagens e seu envolvimento levassem ao desenvolvimento das concepções acerca dos conceitos de geometria plana e implementação por intermédio da robótica educacional.

A implementação da sequência didática possibilitou uma abordagem construcionista, permitindo o envolvimento ativo do aluno na construção e manipulação de objetos físicos através dos quais as figuras geométricas desejadas eram representadas. A manipulação fazia com que o aluno percebesse o conceito de geometria e sua relevância na construção de aparatos robóticos. A construção de tais objetos possibilitou um maior engajamento e a motivação na construção de robôs desenhadores de triângulos e quadriláteros pelo uso do ambiente de programação ArduBlock⁶.

A utilização dessa metodologia permitiu que os estudantes tivessem contato com conceitos matemáticos e praticassem diretamente os conceitos de geometria plana. Segundo Rüedell (2019), isso se tornou uma abordagem concreta de aprendizagem, na qual o conceito é assimilado por intermédio de experiência prática na construção de um aparato com significado para os alunos.

Outro fato a se destacar é que a atividade desenvolvida por pares foi um facilitador, já que envolveu diálogo e reflexão em grupo, elemento essencial para o desenvolvimento do raciocínio matemático e a consolidação do conteúdo. O produto educacional (Figura 1) foi, portanto, muito significativo para a aprendizagem da geometria euclidiana pelos alunos do ensino fundamental. Com a implementação de conceitos envolvendo programação e robótica educativa, os artefatos produzidos promoveram

⁶ Ardublock é uma linguagem de programação que utiliza blocos de funções prontas. Assim como o Arduino ajuda entusiastas a entrarem no meio da eletrônica e automação, o Ardublock ajuda quem não tem conhecimento em linguagens de programação a criar programas para o Arduino de forma simples e intuitiva. Disponível em: <https://www.circuitar.com.br/tutoriais/ardublock-programacao-grafica-para-arduino/index.html>.

uma interatividade contínua e significativa, conforme sugerido pelo construcionismo de Papert.

O trabalho de Provin (2020) evidenciou como a robótica educacional contribui para a compreensão de conceitos geométricos por alunos de 6º e 7º anos do ensino fundamental. A sequência didática, desenvolvida ao longo de treze encontros, promoveu um ambiente de aprendizagem ativo e dinâmico, no qual os alunos puderam se envolver de forma ativa na construção e exploração desses conceitos.

O estudo demonstrou que a robótica educacional não apenas favoreceu a aquisição de conhecimento em geometria plana, mas também contribuiu para o desenvolvimento de outras habilidades básicas, como o raciocínio lógico e a capacidade de trabalho em equipe. Além disso, a sequência didática implementada nessa pesquisa possibilitou que os alunos adquirissem competências alinhadas às diretrizes da BNCC, atendendo aos requisitos previstos na educação atual.

As habilidades desenvolvidas pelos alunos por intermédio da implementação do produto educacional (Figura 2) permitiu que eles assimilassem conceitos relacionados à geometria plana e vivenciassem de forma dinâmica e interativa a utilização do carrinho pré-programado e a programação implementada por intermédio do *software* S4A⁷ para a representação de figuras geométricas como triângulos.

O trabalho de Foscarin Neto (2021, p. 28) evidenciou o potencial da robótica educacional nos processos de ensino e aprendizagem de conceitos abstratos de termologia, tais como calor, temperatura e troca de energia térmica. A partir de uma sequência didática cujo fio condutor foi a construção e a utilização de um Rover – veículo não tripulado, operado a distância para a exploração de ambientes desconhecidos –, os alunos desenvolveram um robô capaz de realizar medições de temperatura e outras grandezas físicas, tornando os conceitos abordados mais concretos e visíveis na experiência prática.

⁷ S4A é uma modificação do Scratch que permite programação simples da plataforma de *hardware* de código aberto como o Arduino. Disponível em: <https://s4a.cat>.

A utilização da robótica educacional não apenas ajudou na compreensão dos fenômenos físicos em questão, mas também despertou o interesse e a curiosidade dos aprendizes, que participaram ativamente da exploração e investigação dos conceitos. Os dados coletados a partir das gravações e dos questionários respondidos pelos alunos refletiram que a intervenção foi bastante útil em facilitar um aprendizado mais ativo, envolvente e engajador.

Os estudantes afirmaram que o uso do Rover é útil na internalização de problemas de terminologia, uma vez que o nível de abstração presente nas aulas tradicionais nem sempre é de fácil compreensão e assimilação. O produto educacional proposto se tornou bastante prático, pois permitiu aos alunos vincular teoria e prática na construção de um aparato envolvendo a necessidade de registros relacionados aos conceitos físicos de termodinâmica.

A pesquisa de Real (2023) evidencia que a robótica educacional pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos das Leis de Newton na disciplina de Física, de forma prática, interativa e envolvente. Os resultados demonstraram que, por intermédio da implementação de uma sequência de ensino por investigação (SEI) usando robótica educacional, os estudantes do ensino médio não apenas conseguiram aprender sobre os conceitos teóricos, mas também aplicar os conhecimentos práticos adquiridos na sequência didática e na construção de seus projetos.

A sequência didática, composta por nove encontros, foi planejada para que os alunos pudessem explorar, envolver-se e apropriar-se da aprendizagem por meio da construção e programação de robôs que seguissem os princípios das Leis de Newton. Observou-se, de forma clara, que os alunos estavam muito mais envolvidos e motivados para aprender do que nas estratégias tradicionais de ensino.

A robótica educacional foi um facilitador do processo de aprendizagem, pois os estudantes conseguiram visualizar claramente a influência direta das forças, acelerações e interações entre os corpos nos conceitos básicos das Leis de Newton. É notável que o produto educacional demons-

trou grande relevância para o ensino de Física para alunos do primeiro ano do ensino médio.

Concluindo as leituras das dissertações do programa de mestrado profissional, o estudo de Cardoso (2023) traz a combinação da robótica educacional e do pensamento computacional nos processos de ensino e aprendizagem na disciplina de Lógica de Programação, mais especificamente no âmbito dos cursos técnicos integrados ao ensino médio no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Maranhão (IFMA-Campus Açailândia).

A sequência didática, mediada por uma oficina de robótica educacional e pensamento computacional, proporcionou a realização de um experimento educacional significativo, imersivo e prático para os alunos do curso técnico em informática. Isso foi possível por meio da utilização de plataformas de prototipagem eletrônica, como o Tinkercad⁸, e de programas voltados à promoção da robótica educacional e do pensamento computacional, como o PictoBlox⁹.

Ao final da oficina, os alunos foram capazes de visualizar e interagir diretamente com os conceitos de algoritmos e programação de computadores de forma mais prazerosa e envolvente. Além disso, a experiência permitiu a construção de objetos reais, seja por meio da criação de jogos, seja pelo desenvolvimento de robôs utilizando placas como Arduino e aparatos eletrônicos, como LEDs, sensores e atuadores.

Os resultados obtidos por intermédio da construção dos diários de bordo, após a realização da oficina semipresencial de 40 horas, e da participação dos alunos na utilização do produto educacional (Figura 5) no modelo de um *Massive Open Online Course* (MOOC), evidenciaram o

⁸ O Tinkercad é um aplicativo Web gratuito para projetos 3D, eletrônica e codificação, confiável com mais de 75 milhões de pessoas acessando em todo o mundo. Disponível em: <https://www.tinkercad.com>

⁹ O PictoBlox é um *software* de programação gráfica, bastante difundido na atualidade, porém ainda pouco utilizado no ensino de Robótica Educacional no Brasil. Sua incorporação da estrutura da plataforma Scratch que permite a programação em blocos, assim como da interatividade com diversas placas de desenvolvimento como Arduino, Microbit e diversas outras, possibilita uma aprendizagem mais significativa da programação e Pensamento Computacional (Cardoso, 2023, p. 57).

engajamento dos alunos e a promoção de um material educacional de qualidade, envolvendo diversos conceitos relacionados a lógica de programação e algoritmos.

De acordo com o registro reflexivo dos alunos, 80,5% dos participantes declararam que aprender a lógica de programação por meio da codificação em bloco, do pensamento computacional e da robótica educacional tornou-se um processo significativo. Esse resultado evidencia um elevado nível de prazer, envolvimento e engajamento promovido pelas práticas construcionistas e pela construção de aparatos do mundo real para os alunos.

Considerações finais

Os trabalhos de pesquisa e os produtos educacionais evidenciados destacam a importância das contribuições da robótica educacional enquanto tecnologia e inovação pedagógica nos processos de ensino e aprendizagem, em particular nas disciplinas de Matemática, Física e Lógica de Programação.

Percebeu-se, ao final deste levantamento bibliográfico, que a robótica educacional, quando combinada com abordagens construcionistas, pode proporcionar um tipo de cenário inovador na sala de aula. Isso não apenas motiva o aprendizado dos conteúdos curriculares, mas também estimula o desenvolvimento de competências e habilidades de pensamento lógico, resolução de problemas e trabalho em equipe.

A análise dos resultados revelou que, por intermédio de sequências didáticas e sequências de ensino por investigação bem estruturadas, os alunos foram capazes de experimentar a aplicação prática de conceitos avançados em matemática, física e programação, o que permitiu a aprendizagem de forma muito mais significativa e sustentada. Todos os produtos educacionais implementados demonstraram que a robótica educacional pode tornar a aprendizagem mais interessante e concreta, permitindo que os alunos se tornem construtores ativos do conhecimento.

Em resumo, o capítulo define a robótica educacional e o construcionismo não como meros recursos de instrução, mas como ferramentas pedagógicas eficazes que, quando corretamente implementadas, podem dinamizar o ensino tradicional em uma atividade mais envolvente, interativa e centrada no aluno. Assim, as pesquisas abordadas servem como referência para professores interessados em adotar práticas inovadoras em seu trabalho, não apenas no ensino de física ou matemática, mas em diversas disciplinas das ciências exatas. Para isso, é essencial que o professor se disponha a experimentar e se desafiar, contribuindo para criar uma sociedade que seja dinamicamente capaz de confrontar os desafios do mundo atual.

Referências

- ALMENDÁREZ, Juan Martín Flores. Modelos pedagógicos asociados a la robótica educativa. In: FERNÁNDEZ, María Obdulia González. *Robótica educativa: una perspectiva didáctica en el aula*. Jalisco, México: Universidad de Guadalajara, 2021. p. 24-40.
- CARDOSO, Carlos Costa. *Robótica educacional e pensamento computacional como uma metodologia para o ensino de algoritmos e programação*. 2023. 171 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023.
- CAMPOS, Flavio Rodrigues. Robótica Educacional no Brasil: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, Araraquara, v. 12, n. 4, p. 2108-2121, out./dez. 2017. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/8778/6944>. Acesso em: 8 ago. 2021.
- CURVELHO, André. *ESP32 um grande aliado para o Maker IoT*. 2018. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/esp32-um-grande-aliado-para-o-maker-iot/>. Acesso em: 11 abr. 2022.
- D'ABREU, João Vilhete Viegas; RAMOS, Josué Junior Guimaraes; MIRISOLA, Luiz Gustavo Bizarro; BERNARDI, Núbia. Robótica Educativa/Pedagógica na era digital. In: CONGRESSO INTERNACIONAL TIC E EDUCAÇÃO, 2, 2012, Lisboa. *Anais [...]*. Lisboa: Universidade de Lisboa, 2012. p. 2449-2465.
- FOSCARIN NETO, Armando. *A robótica educativa como recurso construcionista para o ensino de termologia*. 2021. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2021.

FUENTES, Olalla García; ROBLES, Violeta Cebrián. La robótica educativa en Educación Infantil: una propuesta de experiencia innovadora con Escornabot. *In: FERNÁNDEZ, María Obdulia González. Robótica educativa: una perspectiva didáctica en el aula*. Jalisco, México: Universidad de Guadalajara, 2021. p. 137-146.

GAYTÁN, Pablo Huerta. Antecedentes y fundamentos de la robótica educativa. *In: FERNÁNDEZ, María Obdulia González. Robótica educativa: una perspectiva didáctica en el aula*. Jalisco, México: Universidad de Guadalajara, 2021. p. 10-23.

MALTEMPI, Marcus Vinicius. Novas tecnologias e construção de conhecimento: reflexões e perspectivas. *In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 5, 2005, Porto. *Anais [...]*. Porto: Universidade do Porto, 2005. p. 1-11.

MATARIC, Maja J. *Introdução a Robótica*. Tradução de Humberto Ferasoli Filho, Silas Franco dos Reis Alves e José Reinaldo Silva. São Paulo: Editora Unesp/Blucher, 2014.

MESQUITA, Brehme D'napoli Reis de; ALMEIDA, Marcus Vinicius de Souza. Robótica Educacional como mecanismo à educação profissional e tecnológica ao campo técnico em eletromecânica. *In: MESQUITA, Brehme D'napoli Reis de (org.). Robótica Educacional no Brasil*. Ananindeua: Itacaiúnas, 2021. (Estudos Acadêmicos, v. 5). p. 95-110.

MOREIRA, Marco Antonio. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999.

PROVIN, Sara. *Interfaces da robótica educativa na ensinagem de alguns elementos de geometria plana no ensino fundamental*. 2020. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2020.

PUSTILNIK, Marcelo Vieira; BOCCA, Everton Weber. Experiência com Arduino na formação de professores municipais em Cachoeira do Sul. *In: PUSTILNIK, Marcelo Vieira (org.). Robótica Educacional e Aprendizagem: o lúdico e o aprender fazendo em sala de aula*. Curitiba: CRV, 2018. p. 111-124.

PUSTILNIK, Marcelo Vieira; SANTOS, Letícia Therezinha Prates dos. Robótica educacional: experiências no processo de ensino-aprendizagem no ensino fundamental. *In: PUSTILNIK, Marcelo Vieira (org.). Robótica Educacional e Aprendizagem: o lúdico e o aprender fazendo em sala de aula*. Curitiba: CRV, 2018. p. 99-109.

QUEIROZ, Rubens Lacerda; SAMPAIO, Fábio Ferrentini; SANTOS, Mônica Pereira dos. Pensamento computacional, robótica e educação. *Tecnologias, Sociedade e Conhecimento*, Campinas, v. 4, n. 1, 2017. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/tsc/article/view/14487>. Acesso em: 8 ago. 2021.

REAL, Antonio Flávio Vila. *Estudo das 3 Leis de Isaac Newton: uma sequência de ensino investigativa usando a robótica educacional*. 2023. 171 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023.

SBC. *Diretrizes para Ensino de Computação na Educação Básica*. 2019. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/educacao/diretrizes-para-ensino-de-computacao-na-educacao-basica>. Acesso em: 02 dez. 2020.

SILVA, Alessandro Siqueira da. *A Robótica Educacional como possibilidade para o ensino de conceitos de lógica de programação*. 2019. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) – Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2019.

SILVA, Rodrigo Barbosa e; BLIKSTEIN, Paulo. *Robótica educacional: experiências inovadoras na educação brasileira*. Porto Alegre: Penso, 2020.

SILVEIRA, José de Anchieta. Construcionismo e inovação pedagógica: uma visão crítica das concepções de Papert sobre o uso da tecnologia computacional na aprendizagem da criança. *THEMIS: Revista da Esmec*, v. 10, n. 0, p. 119-138, 2016.

ZILLI, Silvana do Rocio. *A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática*. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

A Teoria da Aprendizagem Significativa no contexto da sala de aula a partir de experiências do PPGECM-UPF

Izaias Loureiro Tavares

José dos Santos Ferreira

Luiz Marcelo Darroz

Vanussa Gislaïne Dobler de Souza

Introdução

Os cursos de *stricto sensu* no país se dividem em duas modalidades: acadêmica e profissional. Enquanto os cursos acadêmicos estão alinhados para oportunizar o avanço nos estudos, na pesquisa e na carreira acadêmica, os da modalidade profissional têm o caráter de estabelecer diálogos com os setores da sociedade, a fim de produzir conhecimento por meio de investigações que agreguem a pesquisa como elemento coadjuvante à produção de produtos e processos tecnológicos.

Nesse contexto, situa-se o Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF). De natureza profissional e integrando a Área de Avaliação da Capes número 46 – Ensino –, o PPGECM-UPF teve seu curso de mestrado aprovado no APCN 2013 e o de doutorado, no APCN 2019. O programa compreende uma área de concentração – Ensino de Ciências e Matemática – e duas linhas de pesquisa que estão em consonância com as demandas do campo educativo e com os projetos de pesquisa e demais atividades realizadas.

Quanto aos objetivos, o PPGECM busca proporcionar a qualificação profissional dos professores de Ciências, Matemática e áreas afins, por meio da análise crítica e fundamentada dos processos educativos, oportunizando a realização de pesquisas associadas a práticas de intervenção pedagógica, em consonância com o desenvolvimento de produtos educacionais que contribuam para a melhoria do ensino e da aprendizagem nos diversos contextos e níveis educacionais.

Dentre os referenciais teóricos utilizados para fundamentar as propostas pedagógicas originadas no programa, destaca-se a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), de David Paul Ausubel. Tal teoria é baseada na ideia de que a estrutura cognitiva existente de um indivíduo (organização, estabilidade e clareza do conhecimento em um determinado assunto) é o fator principal e básico que influencia o aprendizado e a retenção de novos materiais significativos. Nesse sentido, conforme Ausubel (1973, p. iv, tradução nossa), “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe”.

Partindo dessa realidade, este trabalho tem como objetivo apresentar a estrutura metodológica das propostas de ensino fundamentadas na TAS e originadas no PPGECM. Para tanto, na sequência, descreve-se brevemente a TAS; apresentam-se as dissertações do PPGECM que fundamentaram suas propostas na TAS; e, por fim, analisa-se como os trabalhos articulam suas propostas metodológicas com os pressupostos da TAS. Como encerramento, as considerações finais apresentam reflexões acerca da necessária articulação entre o que tem sido estudado nos bancos acadêmicos e o contexto de sala de aula, destacando a estrutura analisada como uma das possibilidades de efetivar as ideias da TAS nos processos de ensino e aprendizagem de Ciências e Matemática.

Teoria da Aprendizagem Significativa

Proposta em 1963 pelo psicólogo, educador e pesquisador norte-americano David Paul Ausubel (1918 – 2008), a TAS tem como pressuposto

que, quanto mais o sujeito sabe, mais ele aprende. Nesse sentido, a aprendizagem almejada pela teoria é aquela em que os conhecimentos presentes na estrutura mental de quem aprende se ampliam e se reconfiguram. Ou seja, na TAS, a nova informação deve se relacionar de maneira não arbitrária e substantiva (não literal) com algum conhecimento ou corpo de conhecimentos, denominados “conceitos subsunçores”, existentes na estrutura cognitiva do indivíduo (Ausubel, 1973), os quais crescem e se modificam ao longo do processo de aprendizagem significativa.

Contrariamente a esse tipo de aprendizagem, Ausubel (1973) destaca que, quando as novas informações são aprendidas sem a interação com conceitos existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, ocorre uma aprendizagem mecânica. No entanto, o autor esclarece que, na TAS, não há oposição entre os dois tipos de aprendizagem, pois ambos são contínuos, isto é, a aprendizagem mecânica pode evoluir e se transformar em significativa, caso o sujeito entre em contato com novos conceitos e construa novas relações (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980).

Para que a aprendizagem significativa se efetive, três condições precisam ser satisfeitas (Moreira, 2012). A primeira diz respeito à existência, na estrutura cognitiva do aprendiz, de conceitos subsunçores adequados e especificamente relevantes para dar significado a novos conhecimentos. A segunda está relacionada à predisposição do estudante em querer aprender de forma não arbitrária e não literal. A terceira, por sua vez, refere-se ao material instrucional, que precisa ser potencialmente significativo, isto é, deve possibilitar o estabelecimento da relação dos novos conceitos com os conceitos subsunçores do aprendiz. Quando uma das três condições não é satisfeita, ocorre uma aprendizagem mecânica (Moreira, 2012).

Para auxiliar na interação cognitiva entre os novos conhecimentos e os conceitos subsunçores disponíveis na estrutura cognitiva, Ausubel, Novak e Hanesian (1980) propõem a utilização de organizadores prévios. Esses materiais, que são introdutórios e devem ser apresentados antes do próprio material a ser aprendido, mas em um nível mais alto de abstração,

generalidade e inclusividade, “servem de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber para que possa aprender significativamente a tarefa futura” (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980, p. 171).

No decorrer do desenvolvimento da aprendizagem significativa, os conceitos são desenvolvidos, elaborados e diferenciados em decorrência de sucessivas interações que se concretizam por meio de dois processos: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa (Moreira; Masini, 2006). A diferenciação progressiva consiste num processo de atribuição de novos significados a determinado subsunçor. Ela resulta da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos. Já a reconciliação integrativa consiste num processo no qual as relações entre ideias são exploradas e as similaridades e diferenças importantes entre conceitos são apontadas e recombinações com os elementos preexistentes na estrutura cognitiva.

No entanto, após todos esses processos, como saber se eles resultaram em uma aprendizagem significativa? Essa pergunta, segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980), é muito difícil de ser respondida. Para os autores, num curto espaço de tempo, o que pode ser percebido são indícios de aprendizagem significativa, e a melhor maneira de obtê-los consiste em formular questões e problemas referentes ao que foi trabalhado, porém em um contexto diferente, não familiar aos estudantes, exigindo-lhes uma grande transformação do conhecimento adquirido (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980, p. 21).

Moreira (2010, p. 19) também defende que, “imediatamente após a aprendizagem significativa, começa um segundo estágio: a assimilação obliteradora”. Isso porque, se o aluno já possui em seu subsunçor o conhecimento do conceito **A'** e assimila a esse conhecimento o novo conceito **a'**, ele conseguirá assimilar o conceito “**a**” (**A' + a'**) durante um período, mas o conhecimento desses dois conceitos de forma associada poderá cair no esquecimento se deixar de fazer parte do seu cotidiano. Nas palavras do autor:

[...] o produto interacional A'a', durante um certo período de tempo, é dissociável em A' e a', favorecendo assim a retenção de 'a'. No entanto, apesar de que a retenção é favorecida pelo processo de assimilação, o conhecimento assim adquirido está ainda sujeito à influência erosiva de uma tendência reducionista da organização cognitiva: é mais simples e econômico reter apenas as ideias, conceitos e proposições mais gerais e estáveis do que as novas ideias assimiladas. Imediatamente após a aprendizagem significativa, começa um segundo estágio da assimilação: a assimilação obliteradora. As novas informações tornam-se espontânea e progressivamente menos dissociáveis de suas ideias-âncora (subsunções), até que não mais estejam disponíveis, i.e., não mais reproduzíveis como entidade individuais. Atinge-se, então, um grau de dissociabilidade nulo e A'a' reduz-se simplesmente a A' (Moreira, 2010, p. 19).

Nesse sentido, considerando que não há ensino sem aprendizagem, que o ensino é o meio e a aprendizagem é o fim, e objetivando alcançar a aprendizagem preconizada na TAS, oito trabalhos desenvolvidos no PPGECM estruturaram suas propostas educacionais com base nessa teoria. A descrição desses trabalhos e os resultados alcançados são apresentados a seguir.

A TAS nas dissertações do PPGECM-UPF

Para atingir o objetivo deste texto, o primeiro passo consistiu em buscar, no *site* do PPGECM-UPF, dissertações que fundamentassem suas propostas nos pressupostos da TAS, com exceção daquelas estruturadas no formato de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (Ueps)¹. Essa delimitação foi definida com base em dois motivos: primeiro, no momento da realização deste trabalho, ainda não havia teses de doutorado concluídas no programa; segundo, as Ueps são tema de outro texto desta obra.

No item “Dissertações e teses” da página do PPGECM, constavam, no momento da pesquisa, 89 dissertações defendidas entre setembro de 2015 e março de 2024. A partir da análise do título e do referencial teórico das dissertações, foram identificadas oito que se encaixam no escopo do trabalho (Quadro 1), as quais são descritas na sequência.

¹ Até março de 2024, constavam, no *site*, treze dissertações que estruturam suas propostas no formato de UEPS.

Quadro 1 – Dissertações selecionadas para o trabalho

Título	Autor	Orientador	Ano
<i>Educação financeira no ensino médio: uma análise a partir da Aprendizagem Significativa de David Ausubel</i>	Laercio Villa	Juliano Tonezer da Silva	2017
<i>Leis de Newton: uma sequência didática para o ensino médio fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa</i>	Taís Renata Schaeffer da Silva	Carlos Ariel Samudio Pérez	2018
<i>Desenvolvendo a análise crítica em alunos do ensino médio por meio da estatística e a realidade econômica do Brasil: um estudo com base na Teoria da Aprendizagem Significativa</i>	Fernanda Levandoski da Silva	Luiz Marcelo Darroz	2019
<i>Estatística no ensino médio: uma proposta teórico-metodológica fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa</i>	Rejane Padilha Quedi	Luiz Marcelo Darroz	2019
<i>Aprendizagem significativa de termodinâmica a partir da leitura da obra A volta ao mundo em 80 dias de Júlio Verne</i>	Simone Bonora Mazaro	Luiz Marcelo Darroz	2019
O ciclo de aprendizagem experiencial como suporte para a aprendizagem significativa de termologia no 9º ano do ensino fundamental	Pedro Henrique Giarretta	Luiz Marcelo Darroz	2020
Uso de mecânicas da gamificação para a busca de indícios de aprendizagem significativa no ensino de gráficos estatísticos	Andrieli dos Santos	Adriano Pasqualotti	2022
<i>Aprendizagem significativa: uma proposta para o ensino dos números racionais no sexto ano utilizando representação semiótica</i>	Fernanda Gheno	Luiz Marcelo Darroz	2024

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

O trabalho de Villa (2017) apresenta uma sequência didática que visa à educação financeira de estudantes do ensino médio. Fundamentada na TAS, a metodologia de ensino, que foi implementada junto a uma turma do 2º ano do ensino médio de uma escola da rede particular de

ensino da cidade de Passo Fundo, RS, aborda conceitos de educação financeira a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes, com auxílio de planilhas eletrônicas no *software* Microsoft Excel.

De acordo com o autor, o objetivo principal da proposta foi proporcionar aos estudantes ferramentas voltadas ao aperfeiçoamento da gestão das finanças pessoais, para que evitem situações de endividamento e saibam enfrentar imprevistos financeiros, bem como ao bom uso do sistema financeiro, para que não sejam vítimas de fraudes e possam realizar os sonhos que dependem de suas finanças (Villa, 2017).

O desenvolvimento da sequência didática está de acordo com a TAS, tendo em vista que: para a identificação dos conceitos subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos estudantes, foram aplicados questionários com questões abertas sobre os assuntos envolvidos; a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora foram efetivadas por meio de discussões; e a verificação dos indícios da aprendizagem significativa se deu através de atividades em grupo e de textos dissertativos elaborados no final da implementação.

A análise desses materiais permitiu constatar que o assunto é reconhecido pelos estudantes como potencialmente significativo, ou seja, os estudantes já trazem consigo ideias, informações e proposições sobre educação financeira, porém, muitas vezes, essas noções são apresentadas de forma incompleta ou equivocada. Os resultados obtidos no trabalho também indicam que a proposta apresenta grande potencial para proporcionar aos estudantes momentos de reflexão e projeção financeira.

Na segunda dissertação selecionada para este trabalho, a autora salienta que demandas da sociedade apontam para a necessidade de mudanças no contexto educacional, a partir do envolvimento dos estudantes na construção do seu conhecimento, de modo a se tornarem sujeitos mais ativos no processo e de forma que suas experiências e seus saberes anteriores contribuam para a ampliação da criticidade e do diálogo em sala de aula. Nesse sentido, Silva (2018) apresenta um estudo que busca desenvolver, aplicar e avaliar uma proposta didática apoiada na TAS e voltada

a aproximar do cotidiano dos educandos os conceitos de Física estudados em sala de aula.

Implementada em uma turma do 1º ano do ensino médio de uma escola pública do município de Passo Fundo, RS, e estruturada em 11 encontros para o ensino das Leis de Newton, a proposta de Silva (2018) teve como ponto de partida a identificação dos conceitos subsunçores. A partir dessa identificação, com o uso de organizadores prévios e mediante o debate sobre situações que abordam os conceitos, indo dos mais gerais para os mais específicos, foram promovidas a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. O objetivo final da proposta foi possibilitar a aplicação dos conceitos estudados em contextos diferentes daqueles trabalhados em aula. Os resultados do estudo apontam um envolvimento mais significativo dos estudantes durante as aulas, bem como indícios de captação de significados e compreensão dos conceitos relacionados às Leis de Newton.

Na terceira dissertação selecionada, Silva (2019) desenvolve um trabalho que busca verificar de que forma os estudantes do ensino médio podem utilizar a estatística para entender o índice de desenvolvimento econômico na região abrangente dos municípios do Alto Uruguai. Assim, compreendendo a estatística como uma ferramenta imprescindível para a interpretação crítica do cidadão com relação ao mundo que o cerca, o objetivo principal do trabalho foi investigar a contribuição de uma sequência didática de estatística com foco na análise de dados sobre o desenvolvimento econômico da região do Alto Uruguai para a aprendizagem dos conceitos da área em nível médio.

A sequência didática proposta foi estruturada metodologicamente de modo a identificar os conceitos subsunçores, a promover a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora e a aplicar os conceitos estudados em diversos contextos. A implementação ocorreu junto a um grupo de estudantes da do 2º ano do ensino médio de uma escola pública estadual no município de Erechim, RS.

A pesquisa se classifica como qualitativa e participante. Como instrumentos para a coleta de dados, foram utilizados os diários de bordo

elaborados pela professora ao longo da implementação da proposta, os resultados comparativos de pré-teste e pós-teste, aplicados no primeiro e no último encontro, e um texto dissertativo elaborado pelos estudantes ao término da aplicação.

Os resultados evidenciam que uma sequência didática que parte da realidade dos estudantes, estruturada com base nos pressupostos da TAS, pode favorecer a aprendizagem significativa dos assuntos de estatística. Isso porque o índice de acertos dos estudantes no pós-teste foi superior ao do pré-teste. Além disso, os registros do diário de bordo e o texto elaborado pelos participantes demonstraram indícios da aquisição do conhecimento por parte do grupo e a aplicação dos assuntos em outros contextos.

Também relacionado com conceitos de estatística, o trabalho de Quedi (2019) parte da percepção de que, ao ingressar em um curso superior, os estudantes apresentam significativas lacunas conceituais, o que, muitas vezes, é responsável por um alto índice de reprovação nas disciplinas da área de Estatística. De acordo com a autora, essas reprovações confirmam a falta de compreensão e de domínio desses conceitos, evidenciando a necessidade de desenvolvimento de estratégias e de metodologias de ensino que possam promover aprendizagens significativas, duradouras e profundas na educação básica (Quedi, 2019).

Partindo dessa percepção e buscando verificar em que medida uma sequência didática de conceitos básicos de estatística pode ser um material potencialmente significativo para o ensino da área, a autora apresenta uma proposta pedagógica estruturada de acordo com os pressupostos da TAS. Essa proposta foi dividida em cinco encontros e implementada com um grupo de oito acadêmicos do 6º nível do Curso de Matemática – Licenciatura da UPF, na disciplina de Metodologia do Ensino de Matemática III.

A investigação, classificada como qualitativa e participante, é efetivada com base na análise das entrevistas semiestruturadas feitas com os acadêmicos e nos registros efetuados pela professora pesquisadora no diário de bordo. Os dados obtidos são analisados de acordo com as seguintes categorias: capacidade de relacionar os conteúdos estudados com os

conhecimentos anteriores dos estudantes; promoção da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa; materiais utilizados; estrutura da proposta; participação e comprometimento nas atividades.

De acordo com os resultados alcançados, a sequência didática proposta pode ser considerada um material potencialmente significativo, pois foi capaz de instigar os participantes a buscar mais conhecimentos e possibilitou a percepção da importância da utilização de estratégias criativas para o estudo da área.

Mazaro (2019) apresenta um estudo investigativo sobre aprendizagem significativa de termodinâmica a partir da leitura da obra *A volta ao mundo em 80 dias*, de Júlio Verne. O estudo busca investigar a eficácia de uma sequência didática de termodinâmica para a promoção da aprendizagem significativa, na tentativa de proporcionar uma maior aproximação entre os conteúdos da termodinâmica e situações vivenciais dos estudantes.

Apoiada nos fundamentos básicos da TAS, a proposta é constituída de três etapas, estruturadas em dez encontros, sendo desenvolvida em uma turma do 2º ano do ensino médio de escola pública estadual no município de Água Santa, RS. Em cada encontro, foram aplicados instrumentos de pesquisa para identificar os subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos estudantes, organizadores prévios para estabelecer a ligação entre os conhecimentos prévios e os assuntos abordados e as estratégias didáticas favorecedoras da ocorrência da aprendizagem almejada.

A pesquisa é de natureza qualitativa e participante, e a proposta é avaliada com base na verificação de dois aspectos principais: material potencialmente significativo, através do diário de bordo e da entrevista semiestruturada, e indícios de aprendizagem significativa, analisando o material produzido pelos estudantes ao longo da sequência. De acordo com os resultados obtidos, a proposta alcançou os objetivos, pois o material produzido pode ser considerado potencialmente significativo e favorece a ocorrência de indícios de aprendizagem significativa, uma vez que os estudantes demonstraram ser capazes de relacionar o conteúdo com

os seus conhecimentos prévios, promovendo a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora de conceitos e transpondo o conteúdo em diferentes contextos.

O estudo de Giaretta (2020) se origina a partir da constatação de que o ensino de Física na educação contemporânea permanece desatualizado em relação aos objetivos educacionais. Para o autor, assuntos como a termologia são apresentados, em geral, sob aspectos muito distantes do cotidiano dos educandos, com o ensino focado na transmissão de conteúdos de forma expositiva. Considerando tal cenário, o estudo busca subsídio na TAS e na metodologia proposta por David Allen Kolb, intitulada Ciclo de Aprendizagem Experiencial (CAE), para identificar indícios de aprendizagem significativa de termologia no 9º ano do ensino fundamental a partir da utilização do CAE. No intuito de alcançar esse objetivo, a sequência didática elaborada aborda os conceitos básicos de termologia, alicerçada nos fundamentos da TAS e constituída de dois ciclos que contemplam as quatro etapas propostas por Kolb. A sequência didática foi estruturada em nove encontros e desenvolvida em uma escola da rede privada do município de Passo Fundo, RS.

De natureza qualitativa e participante, a pesquisa tem como foco a identificação de indícios da aprendizagem significativa a partir de quatro categorias de análise: identificação de conceitos subsunçores; evidenciação da predisposição para aprender; diferenciação progressiva e reconciliação integrativa dos conceitos; e aplicação dos conceitos estudados em contextos diferentes dos abordados no desenvolvimento da sequência didática.

A proposta foi avaliada por meio de dois instrumentos, o diário de bordo preenchido pelo professor pesquisador e os materiais produzidos pelos participantes. A análise dos dados coletados permitiu apontar para a viabilidade da proposta e a importância de metodologias pautadas na aproximação dos conteúdos aos conhecimentos que os estudantes já possuem.

Seguindo, a dissertação de Santos (2022) apresenta como objetivo averiguar possíveis indícios de aprendizagem significativa a partir do uso de mecânicas presentes em jogos digitais e analógicos. De acordo com a

autora, em seu trabalho, essas mecânicas são utilizadas como estratégia para potencializar o estudo de gráficos estatísticos: histograma, *boxplot* e diagrama de dispersão. Implementada junto a uma turma do 7º ano do ensino fundamental de uma escola pública do município de Marau, RS, a proposta parte da premissa de que o estudante precisa estar disposto a aprender. Dessa forma, a autora apresenta uma proposta didática estruturada na TAS sobre gráficos estatísticos que se assemelha ao ambiente criado pelos jogos.

A pesquisa realizada tem abordagem qualitativa e participante, envolvendo a coleta de dados a partir dos registros da pesquisadora no diário de bordo e das respostas obtidas no questionário aplicado após a finalização da pesquisa. Os resultados indicam que a realização de atividades de forma colaborativa e em um contexto de competição contribui para a socialização e interação entre os estudantes, que o desenvolvimento de atividades em equipes contribuiu para que os alunos ajudassem uns aos outros em suas dificuldades e que o desenvolvimento de uma sequência didática estruturada nos pressupostos da TAS possibilita a verificação da presença de conhecimentos prévios, além de permitir que tais conhecimentos sejam tomados como ponto de partida para a ampliação dos conhecimentos necessários para a construção de gráficos.

Por fim, Gheno (2024) apresenta um estudo voltado a desenvolver, implementar e aplicar uma sequência didática para o 6º ano do ensino fundamental, abordando os números racionais. A problemática geradora da pesquisa reflete a respeito da dificuldade dos estudantes em compreender as representações dos números racionais. Dessa forma, a autora busca subsídios na Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) e na TAS para elaborar uma sequência didática que possa ser considerada um material potencialmente significativo para o desenvolvimento de aprendizagens dos números racionais no 6º ano do ensino fundamental.

A sequência didática proposta foi implementada em uma turma de 6º ano do ensino fundamental de uma escola da rede estadual na cidade de Passo Fundo, RS. A pesquisa desenvolvida durante a implementação

se classifica como qualitativa, e os materiais coletados foram analisados por meio de categorias que se desdobram da seguinte forma: subsunçores, organizadores prévios, diferenciação progressiva e reconciliação integradora, predisposição do aluno e aplicação em novos contextos.

De acordo com os resultados obtidos, a sequência didática pode ser considerada um material potencialmente significativo, uma vez que permitiu a identificação dos subsunçores, auxiliou nas ligações entre o previamente conhecido e o novo através dos organizados prévios, possibilitou situações para a diferenciação dos conceitos e a sua integração e promoveu situações para a aplicação dos conhecimentos em novos contextos.

A estrutura metodológica das propostas elaboradas no PPGECM que se fundamentam na TAS

Os trabalhos anteriormente descritos apresentam uma estrutura metodológica dividida em cinco momentos: *Subsunçores*, *Organizadores prévios*, *Diferenciação progressiva*, *Reconciliação integradora* e *Aplicação em novos contextos* (Quadro 2).

Quadro 2 – Momentos da estrutura metodológica a partir da TAS

Momento	Duração do momento	Título do momento	Objetivo do momento
1	50 min	<i>Subsunçores</i>	Identificar os conceitos subsunçores
2	50 min	<i>Organizadores prévios</i>	Promover a ponte cognitiva entre os conceitos subsunçores e os novos conhecimentos
3	150 min	<i>Diferenciação progressiva</i>	Estabelecer a diferenciação entre os conceitos
4	150 min	<i>Reconciliação integradora</i>	Evidenciar relações entre os conceitos diferenciados anteriormente
5	50 min	<i>Aplicação em novos contextos</i>	Identificar indícios de aprendizagens significativas

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

O primeiro momento – *Subsunçores* – tem como objetivo identificar os conhecimentos específicos existentes na estrutura cognitiva dos parti-

cipantes, que lhes permitem dar significado aos novos conhecimentos a serem apresentados pelo professor ou descobertos por conta própria. Nos trabalhos analisados, as principais estratégias utilizadas para a identificação de tais conceitos são aquelas que possibilitam aos estudantes apresentar o que conhecem sobre os temas abordados. Ganham destaque, nessa análise, o uso de questionários abertos, o diálogo entre alunos e professor, a elaboração de mapas conceituais e os registros escritos durante a execução de atividades experimentais e de resolução de problemas.

O segundo momento – *Organizadores prévios* – estrutura-se a partir da identificação dos conceitos subsunçores ou da constatação de sua ausência. Nesse sentido, e considerando que, segundo Ausubel (1973), a principal função do organizador prévio é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber, a fim de que o novo material possa ser aprendido de forma significativa, o momento é voltado à utilização de materiais que facilitem a aprendizagem subsequente.

Nos trabalhos selecionados, quando a falta de conceitos subsunçores foi identificada, isto é, quando os pesquisadores perceberam que o novo conhecimento não encontrava conhecimentos anteriores na estrutura cognitiva para se ancorar, as propostas lançaram mão da utilização de organizadores prévios expositivos. Esses recursos buscaram a organização da estrutura cognitiva, de modo que nela fosse estabelecido um conceito subsunçor capaz de ancorar o novo conhecimento a ser apresentado. Já nas situações em que ficou constatado que o novo conteúdo era relativamente familiar para o aprendiz, as propostas fizeram uso de organizadores comparativos, na tentativa de integrar esses novos conhecimentos à estrutura. Em ambos os casos, os organizadores foram utilizados de forma preliminar e apresentados em um nível mais alto de abstração, generalidade e abrangência, destacando certos aspectos do assunto que seria estudado. Dentre os materiais utilizados para esse fim, destacam-se filmes curtos, textos e simulações.

O terceiro momento – *Diferenciação progressiva* –, de acordo com as propostas avaliadas, estabelece-se quando as ideias mais gerais e mais

inclusivas dos conceitos são apresentadas, para que, aos poucos, suas semelhanças e diferenças possam ser percebidas e explicitadas. O momento se inicia com a apresentação dos aspectos mais gerais e inclusivos, dando uma visão inicial do todo, e então são abordados os aspectos específicos de cada tema, a fim de promover uma hierarquização dos conceitos. Dentre as estratégias de ensino utilizadas para esse fim nas dissertações que foram selecionadas, destacam-se as exposições orais seguidas de atividades colaborativas em pequenos grupos, debates e discussões da turma sobre os temas estudados, atividades práticas e uso de mapas conceituais.

O quarto momento – *Reconciliação integradora* – tem como objetivo explorar as relações existentes entre proposições e conceitos diferenciados anteriormente e salientar diferenças e similaridades entre eles. Nessa etapa, as propostas buscam, a partir dos conceitos mais gerais, demonstrar quais conceitos estão subordinados a um conceito geral, além de verificar a forma como eles se relacionam entre si e com os conceitos de ordem mais alta na hierarquia.

Como estratégias para atingir os objetivos do momento, as propostas indicam a discussão de situações-problema por meio da leitura de textos, o uso de recursos computacionais (como simulações e vídeos), atividades experimentais e, novamente, a elaboração de mapas conceituais. Em todas as propostas analisadas, essas situações-problema apresentam níveis mais altos de complexidade em relação aos tópicos estudados até então, e as atividades ocorrem de forma colaborativa entre os estudantes, com a mediação do professor.

O último momento das propostas – *Aplicação em novos contextos* – busca identificar indícios de aprendizagem significativa. A identificação de tais indícios não é uma tarefa simples. Nessa perspectiva, Moreira (1999) recomenda que os testes de compreensão devem, no mínimo, ser fraseados de maneira diferente e apresentados num contexto de alguma forma diverso daquele encontrado no material utilizado em sala de aula.

A partir dessa concepção, as estratégias e os instrumentos que foram utilizados pelas propostas para identificar indícios de aprendizagem

significativa exigem dos estudantes uma transformação dos conceitos estudados. Nesse sentido, foram recorrentes os questionários com questões abertas, os mapas conceituais, as atividades práticas e as entrevistas. Em todas essas possibilidades, a intenção é evitar a mera memorização de frases e fórmulas, promovendo, em vez disso, a percepção de relações, razões, exemplos e explicações dos conceitos estudados em sala de aula.

Considerações finais

Os cursos *stricto sensu* são indicados principalmente para quem deseja seguir carreira acadêmica, ser professor ou trabalhar com projetos de pesquisa. Eles têm como objetivo aprofundar os conhecimentos desenvolvidos durante a graduação, ampliando a pesquisa sobre determinado assunto acadêmico e estimulando a reflexão teórica.

O grande desafio desses cursos é possibilitar a articulação entre o que é estudado nos bancos acadêmicos e o contexto da sala de aula. Nesse sentido, os resultados obtidos nos cursos de pós-graduação *stricto sensu* da modalidade profissional têm mostrado êxito nessa articulação.

Os produtos educacionais elaborados nesse contexto têm possibilitado, além do crescente acesso dos atores que atuam nas diferentes etapas da educação básica e superior aos estudos acadêmicos, a elaboração de estratégias de ensino que ampliam as perspectivas sociais, sem perder de vista a ciência como referencial.

No âmbito do PPGECEM-UPF, os produtos educacionais têm sido desenvolvidos a partir da implementação de propostas de ensino que abrangem as fundamentações científicas, epistemológicas e pedagógicas. Os oito produtos analisados neste capítulo estão alinhados com essa perspectiva. Fundamentados teoricamente na TAS, os autores estruturam suas propostas de ensino em cinco momentos que dialogam diretamente com os preceitos da teoria, possibilitando a conexão entre os conhecimentos prévios dos estudantes e o que se almeja ensinar.

Por fim, cabe salientar que a estrutura metodológica apresentada representa apenas uma das possibilidades de efetivar as ideias da TAS no contexto da sala de aula. O que deve sempre ser considerado é que o processo de ensino deve se concentrar em proporcionar experiências de aprendizagem que sejam capazes de conectar as ações desenvolvidas em sala de aula com experiências da vida real, contribuindo, assim, para a melhoria do desempenho acadêmico e o desenvolvimento de habilidades duradouras aplicáveis no cotidiano.

Referências

- AUSUBEL, David Paul. *Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento*. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.
- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- GHENO, Fernanda. *Aprendizagem significativa: uma proposta para o ensino dos números racionais no sexto ano utilizando representação semiótica*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2024.
- GIARETTA, Pedro Henrique. *O ciclo de aprendizagem experiencial como suporte para a aprendizagem significativa de Termologia no 9º ano do Ensino Fundamental*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2020.
- MAZARO, Simone Bonora. *Aprendizagem significativa de termodinâmica a partir da leitura da obra A volta ao mundo em 80 dias de Júlio Verne*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.
- MOREIRA, Marco Antonio. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999.
- MOREIRA, Marco Antonio. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro, 2010.
- MOREIRA, Marco Antonio. O que é afinal aprendizagem significativa? *Qurrriculum*, n. 25, p. 29-56, 2012. Disponível em: MAMoreira-Qurrriculum,2012-poseducacaoifbaiano.com.br. Acesso em: 15 mar. 2021.
- MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie Aparecida Fortes Salzano. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

QUEDI, Rejane Padilha. *Estatística no ensino médio: uma proposta teórico-metodológica fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.

SANTOS, Adrielli dos. *Uso de mecânicas da gamificação para a busca de indícios de aprendizagem significativa no ensino de gráficos estatísticos*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2022.

SILVA, Taís Renata Schaffer da. *Leis de Newton: uma sequência didática para o Ensino Médio fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2018.

SILVA, Fernanda Levandoski da. *Desenvolvendo a análise crítica em alunos do ensino médio por meio da Estatística e a realidade econômica do Brasil: um estudo com base na Teoria da Aprendizagem Significativa*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.

VILLA, Laercio. *Educação financeira no ensino médio: uma análise a partir da aprendizagem significativa de David Ausubel*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.

Estratégias metacognitivas nos processos de ensino-aprendizagem

Luis Duarte Vieira

Cleci Teresinha Werner da Rosa

Luiz Marcelo Darroz

Introdução

Neste capítulo, abordamos o conceito de metacognição e sua potencialidade para os processos de ensino-aprendizagem por meio do uso de estratégias metacognitivas. Além disso, exemplificamos essas estratégias, apresentando quatro delas que têm sido utilizadas nas pesquisas sobre seu uso no contexto escolar. As quatro estratégias apresentadas constituem exemplos de abordagens didáticas de aprendizagem que têm potencialidade metacognitiva e, portanto, são consideradas favorecedoras da aprendizagem, particularmente no campo da Educação em Ciências e Matemática.

A metacognição representa uma habilidade cognitiva que se refere ao conhecimento e à compreensão que uma pessoa tem sobre seus próprios processos cognitivos (Rosa, 2014). Envolve as capacidades de tomar consciência de si, proceder julgamentos sobre o conhecimento, monitorar, controlar e ajustar a maneira como se pensa e aprende. Quando aplicada à aprendizagem por meio do uso de estratégias, a metacognição torna-se uma ferramenta poderosa para qualificar o processo de aquisição de conhecimento.

Um dos aspectos fundamentais da metacognição é a consciência dos próprios processos de pensamento, o que inclui o entendimento de como processamos informações, quais estratégias utilizamos para resolver problemas e como avaliamos a eficácia dessas estratégias. Ao desenvolver essa consciência, os alunos tornam-se mais eficientes em suas abordagens de aprendizagem, identificando o que funciona melhor para eles em diferentes situações. Além da consciência dos processos cognitivos, a metacognição também envolve a capacidade de autorregulação ou de controle executivo (Brown, 1987). Isso significa que os alunos podem monitorar seu próprio progresso, avaliar sua compreensão e ajustar suas estratégias de estudo conforme necessário.

Essa compreensão leva o presente texto a explorar como a metacognição pode ser utilizada em sala de aula, trazendo exemplos de estratégias que se tornam ferramentas favorecedoras da ativação do pensamento metacognitivo durante atividades de aprendizagem. O entendimento sobre metacognição e as estratégias apresentadas fazem parte de estudos desenvolvidos no Grupo de Pesquisa em Educação Científica e Tecnológica (GruPECT) da Universidade de Passo Fundo (UPF), vinculado ao projeto de pesquisa *Metacognição e afetividades nos processos educativos*.

Esses estudos, realizados por meio de trabalhos de iniciação científica, trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses, têm discutido alternativas para identificar ou ativar o pensamento metacognitivo diante de situações desafiadoras, como a aprendizagem. Dentre esses estudos, destacam-se os trabalhos de Rosa (2011), Ghiggi (2017), Boszko (2019, 2023), Ribeiro (2021), Trevisan (2021) e Biazus (2021), entre outros.

Metacognição

O conceito de metacognição tem sido objeto de debates e falta de consenso entre os pesquisadores da área. Segundo Zohar e Barzilai (2013), isso tem relação com a gama de possibilidades para utilização desse conceito, desde a definição de Flavell em 1976. Todavia, as mesmas autoras

apontam que, embora possam haver distintas formas de apresentar o conceito, ele acaba por se vincular ao entendimento do pensamento sobre o próprio pensamento, como apontado por Flavell em sua origem.

O entendimento de Flavell (1976, p. 232, destaque do autor, tradução nossa) envolve o seguinte:

“Metacognição” se refere ao conhecimento que se tem dos próprios processos e produtos cognitivos ou de qualquer outro assunto relacionado a eles, por exemplo, as propriedades relevantes para a aprendizagem de informações ou dados. Por exemplo, eu estou praticando a metacognição (metamemória, meta-aprendizagem, meta-atenção, metalinguagem, ou outros), se me dou conta de que tenho mais dificuldade para aprender A do que B; se compreendo que devo verificar C antes de aceitá-lo como verdade (fato); quando me ocorre que eu teria de examinar melhor todas e cada uma das alternativas em algum tipo de teste de múltipla escolha, antes de decidir qual é a melhor; se eu estiver consciente de que não estou seguro que o experimentador realmente quer que eu faça; se eu perceber que seria melhor tomar nota de D porque posso esquecê-lo; se eu pensar em perguntar a alguém sobre E, para ver se está correto. Esses exemplos podem se multiplicar indefinidamente. Em qualquer tipo de transação cognitiva com o meio ambiente humano ou não humano, uma variedade de atividades que processam informações pode surgir. A metacognição se refere, entre outras coisas, à avaliação ativa e consequente regulação e orquestração desses processos em função dos objetivos e dados cognitivos sobre o que se quer e, normalmente, a serviço de alguma meta ou objetivo concreto.

A partir desse entendimento, novas pesquisas foram sendo desenvolvidas, e o próprio Flavell (1979, p. 906-907, tradução nossa) retoma seu conceito original e apresenta um modelo de monitoramento cognitivo que envolve quatro aspectos:

O conhecimento metacognitivo é aquele segmento de seus conhecimentos de mundo armazenados (quando criança ou adulto), que tem feito as pessoas serem criaturas cognitivas, com suas diversas tarefas, objetivos, ações e experiências. [...]. As experiências metacognitivas são quaisquer experiências conscientes cognitivas ou afetivas, que acompanham e pertencem a toda empreitada intelectual. [...]. Objetivos (ou tarefas) referem-se aos objetivos do empreendimento cognitivo. As ações (ou estratégias) se referem às cognições ou a outros comportamentos empregados para consegui-las.

A partir desse enunciado, temos que o pensamento metacognitivo é impulsionado por um objetivo ou meta de ordem cognitiva e apoia-se nas

experiências, no conhecimento e na capacidade que o sujeito tem de controlar sua ação, a fim de atingir êxito em seu objetivo ou meta. Segundo Rosa (2011, p. 49), Flavell mostra que:

[...] por um lado, o conhecimento metacognitivo e a experiência metacognitiva e, por outro, os objetivos e as ações cognitivas. Assim, a utilização do pensamento metacognitivo vincula-se aos conhecimentos que o sujeito tem sobre seus conhecimentos e à identificação de suas experiências anteriores. Além disso, os objetivos a serem atingidos e a execução da ação por meio das estratégias traçadas para realizar a atividade são fatores determinantes para a eficácia na ação, identificados como processos metacognitivos.

A partir dessa compreensão e apoiando-se no entendimento de que as experiências metacognitivas são a condição para que os sujeitos decidam sobre a realização de uma atividade, Rosa (2011, p. 57, grifo da autora) apresenta a seguinte definição: *“Metacognição é o conhecimento que o sujeito tem sobre seu conhecimento e a capacidade de regulação dada aos processos executivos, somada ao controle e à orquestração desses mecanismos”*.

Essa definição remete à compreensão de que a metacognição pode ser entendida a partir de duas componentes: o conhecimento do conhecimento (conhecimento metacognitivo) e o controle executivo e autorregulador (habilidades metacognitivas). Cada componente envolve três elementos, como veremos na continuidade.

O conhecimento metacognitivo é o entendimento que uma pessoa tem sobre seus próprios processos cognitivos, incluindo como ela pensa, aprende e resolve problemas. É uma forma de autoconhecimento intelectual que permite aos indivíduos monitorar, controlar e ajustar sua própria atividade mental. Esse tipo de conhecimento é essencial para o desenvolvimento de habilidades de aprendizagem eficazes e para a melhoria contínua do desempenho cognitivo. Além disso, tratando-se dos processos de aprendizagem, o conhecimento metacognitivo permite aos indivíduos serem aprendizes mais eficazes e autônomos. Eles podem identificar quando estão enfrentando dificuldades de compreensão, ajustar suas estratégias de estudo, buscar ajuda quando for necessário e avaliar sua própria aprendizagem de forma crítica. Essa capacidade de autorreflexão

e autorregulação contribui significativamente para o sucesso acadêmico e profissional.

O conhecimento metacognitivo é estruturado em três variáveis ou elementos, seguindo o anunciado por Flavell e Wellman (1977): o conhecimento da variável “pessoa”, que envolve a compreensão das próprias habilidades, limitações, preferências de estratégias eficazes para aquisição de conhecimento. Por exemplo, um aluno pode reconhecer que aprende melhor quando revisa o material várias vezes e utiliza técnicas de resumo e organização; o conhecimento da variável “tarefa”, que se refere à compreensão das exigências e dos objetivos de uma atividade específica. Alunos metacognitivamente competentes são capazes de avaliar o que é necessário para realizar uma tarefa com sucesso e escolher as estratégias mais apropriadas para alcançar esses objetivos; o conhecimento da variável “estratégias”, que inclui a consciência e o domínio de diferentes técnicas e abordagens que podem ser usadas para desenvolver uma atividade.

As habilidades metacognitivas são aquelas relacionadas ao conhecimento e ao controle dos próprios processos mentais. A capacidade de controlar as ações permite que os sujeitos reflitam sobre cada passo a ser executado, de modo a monitorá-lo e avaliá-lo constantemente. Na aprendizagem, essa componente metacognitiva desempenha um papel crucial, permitindo que os indivíduos sejam mais eficientes, autônomos e eficazes em sua busca pelo conhecimento.

A psicóloga Ann Brown (1978) detalhou três operações essenciais para quem deseja controlar suas ações. A primeira operação, denominada por Rosa (2011) de elemento metacognitivo, é a “planificação”, entendida como a capacidade de planejar e organizar a ação, verificando possibilidades e recursos. A segunda refere-se ao “monitoramento”, que está associado ao controle da ação, ao gerenciamento da atividade em desenvolvimento, de modo a verificar se está no caminho certo, se vai atingir o objetivo desejado e se dispõe do que precisa para isso. Por fim, temos a operação de “avaliação,” que representa o momento em que

o sujeito avalia sua ação de modo a identificar o caminho trilhado, se havia possibilidade de realizar de outro modo ou quais os objetivos alcançados com a atividade.

Potencialidades no uso da metacognição nos processos educativos

Uma das vantagens no uso da metacognição como estratégia didática e pedagógica está no fato de que ela contribui “para melhorar o processo de ensino do professor, como também estimulam o aluno a refletir e a raciocinar sobre os modos pelos quais executa uma atividade ou quando resolve uma dada situação-problema” (Cleophas; Francisco, 2018, p. 11). A metacognição pode fortalecer e qualificar os processos de ensino e aprendizagem das Ciências da Natureza, destacando-se que pode auxiliar na (auto)avaliação e na (auto)regulação das pessoas durante os processos formativos.

Maraglia, Peixoto e Santos (2022, p. 3) trazem outra vantagem de seu uso: “a metacognição ocorre em certo grau de espontaneidade, mas também pode ser ensinada, visando auxiliar na superação de dificuldades”. Para os autores, a metacognição qualifica os processos de aprendizagem e a leitura de mundo e de contexto.

Boruchovitch (1999), por sua vez, aponta que a metacognição tem favorecido os processos de aprendizagem, bem como a formação de sujeitos autônomos. A autora em seus estudos relacionados as estratégias e aos estilos de aprendizagem, mostra que a metacognição e seus processos autorregulatórios tem sido o diferencial de aprendizagem.

Boszko, Rosa e Delord (2022) corroboram na defesa da metacognição como favorecedora da aprendizagem, destacando que esta permite que a pessoa qualifique esse processo durante sua vivência e não ao final. Reis e Strohschoen (2023, p. 1), também ratificam compreensão similar, pois indicam que “quando o professor promove situações por meio das quais os estudantes se colocam reflexivos de si e do seu processo de aprender,

há possibilidade de melhoria na qualidade da aprendizagem”. Para estes mesmos autores, “a utilização de metodologias em que se recorre à metacognição tem se mostrado relevante na Educação” (p. 2).

Outro benefício da metacognição nos processos formativos é o favorecimento da autonomia. Para Diefenthaler (2022, p. 24), a metacognição contribui na formação para que o estudante “além de autônomo na construção de seu saber, também seja capaz de desenvolver a autocorreção”. Ramos (2020, p. 58) corrobora com essa compreensão, indicando que “exercitar estratégias de metacognição a faz um meio para se desenvolver a autonomia dos(as) estudantes”. Este mesmo autor ainda ratifica que “é difícil se conceber a ideia de autonomia sem ela [metacognição]” (p. 83).

Considerando que a formação para a autonomia é um desafio, já que os estudantes estão inseridos dentro de um sistema de ensino que não está orientado para tal e é, sobretudo, organizado em acertos e erros (Diefenthaler, 2022), favorecer processos metacognitivos contribui para a formação de sujeitos autônomos e independentes, além de favorecer processos mais qualificados. Uma formação para a autonomia requer uma formação integral, para a qual a metacognição é condição e necessidade (Ramos, 2020). Este último autor ainda, endossa tal compreensão ao indicar que a metacognição “trata-se de uma competência intrínseca a uma formação integral” (Ramos, 2020, p. 83).

Estratégias Metacognitivas

Estratégias metacognitivas podem ser conceituadas como “um conjunto de práticas e procedimentos, com potencial para aprimorar o processo do aprendizado” (Corso *et al.*, 2013, p. 21), a partir dos pressupostos da metacognição. Tal definição é ratificada por Maraglia, Peixoto e Santos (2022, p. 4), que conceituam estratégias metacognitivas como

[...] ações planejadas com o intuito de potencializar a reflexão e a introspecção do indivíduo, fazendo com que ele pense sobre o próprio processo de aprendizagem, permitindo a elaboração de estratégias diferenciadas conforme o grau de dificuldade.

A definição apresenta a diferença entre estratégia de aprendizagem cognitiva e estratégia de aprendizagem metacognitiva que, conforme Rosa (2014), reside no fato de que a primeira se centra em ajudar o estudante em sua organização nos estudos, enquanto a segunda, volta-se a levar ele a tomar consciência do processo que vive, envolvendo assim, e sobretudo, o planejamento, a monitoração e a regulação do próprio pensamento.

Boruchovitch (1999, p. 4), por sua vez, menciona que “estratégias metacognitivas são procedimentos que o indivíduo usa para planejar, monitorar e regular o seu próprio pensamento”. Compreensão similar também é dada por Maraglia (2018), para quem esse tipo de estratégia é definido como as ações que o professor planeja e executa nos processos de ensino e aprendizagem de modo a favorecer a autorreflexão e a autorregulação do pensamento e do processo.

Concluimos, assim, que tratar de estratégias metacognitivas é abordar estratégias que permitirão ao sujeito a tomada de consciência de seu próprio processo de aprendizagem e de seu próprio pensamento, sendo capaz, ainda, de autorregular sua aprendizagem. Na continuidade, apresentamos algumas estratégias metacognitivas que os professores podem utilizar em suas aulas, ilustrando com pesquisas já realizadas.

Mapas conceituais

A primeira estratégia metacognitiva a ser apresentada é o mapa conceitual, que foi desenvolvido por Joseph D. Novak, em 1972, na Universidade de Cornell, a partir dos estudos envolvendo a Teoria da Aprendizagem Significativa. Novak e Cañas (2010, p. 10) definem os mapas conceituais nos seguintes termos:

[...] ferramentas gráficas para a organização e representação do conhecimento. Eles incluem conceitos, geralmente dentro de círculos ou quadros de alguma espécie, e relações entre conceitos, que são indicadas por linhas que os interligam. As palavras sobre essas linhas, que são palavras ou frases de ligação, especificam os relacionamentos entre dois conceitos.

De acordo com Vidal (2017), o mapa conceitual é um instrumento e um recurso que representa e organiza graficamente o conhecimento. Esse mapa busca traduzir, de modo hierárquico e significativo, os conceitos, suas relações e definições. Definição semelhante é dada por Prediger, Rosa e Darroz (2017, p. 1), ao afirmarem que “os mapas conceituais são compreendidos como representações ou diagramas que indicam relações entre conceitos”. Rosa (2014) indica que os mapas conceituais são compreendidos como uma estratégia ou ferramenta que representa graficamente conceitos, desde os mais simples até os mais abrangentes e complexos, de modo a ressaltar as relações entre eles por meio de palavras-chave. Trata-se, portanto, de uma estratégia que permite visualizar as relações entre diferentes conceitos e expressar o conhecimento sobre determinada temática.

O mapa conceitual é construído a partir de conceitos e proposições. Sobre as proposições, Novak e Cañas (2010, p. 10) mencionam ser “enunciados sobre algum objeto ou evento no universo, seja ele natural ou artificial. Elas contêm dois ou mais conceitos conectados por palavras de ligação ou frases para compor uma afirmação com sentido”. Por sua vez, Cicuto (2011) afirma que as proposições constituem o fundamento central dos mapas, sendo constituída pela relação de dois conceitos e sua palavra ou palavras de ligação; palavras que comunicam “o porquê” e “o como” esses conceitos se relacionam e interagem.

Vidal (2017) afirma que mapas conceituais são estratégias metacognitivas, pois potencializam um processo de reflexão pessoal, promovem aprendizagem e favorecem a autonomia do sujeito durante o processo de aprendizagem. Darroz e Rosa (2017), ao relatarem um estudo de caso realizado com estudantes que utilizaram mapas conceituais, concluem que essa estratégia é metacognitiva, geradora de aprendizagem e fortalecedora da tomada de consciência.

Rosa (2014) afirma que muitos pesquisadores têm utilizado os mapas conceituais para desenvolver o pensamento metacognitivo, uma vez que sua elaboração demanda que o estudante tenha consciência do que conhece

e regule seu pensamento durante o processo de construção. Isso evidencia a relação direta e estreita entre mapas conceituais e a metacognição.

Maraglia (2018, p. 90) menciona que, na elaboração dos mapas, “os alunos estruturam informações, estabelecendo relações entre elas, podendo assim determinar o que sabem e o que não sabem em relação a um conteúdo” e que esses mapas “fomentam a aprendizagem autorregulada, quando o aluno consegue observar a própria organização do conhecimento em relação a um determinado tema”. Assim, pode-se concluir que os mapas conceituais contribuem para a ativação do pensamento metacognitivo, pois permitem a tomada de consciência sobre o que já se conhece e o que ainda precisa ser aprendido, além de promover a aprendizagem autorregulada.

Sobre as potencialidades de uso, Vidal (2017), a exemplo de Rosa (2014), indica que o mapa conceitual favorece a aprendizagem significativa dos estudantes, pois possibilita um resgate daquilo que o estudante conhece, permite a identificação da relação entre aquilo que o estudante já conhecia e o que está aprendendo e, ainda, desperta o interesse pelo aprendizado no estudante. Endossando essa afirmação, o autor confirma que o mapa conceitual “tem sido apontado como uma ferramenta facilitadora da aprendizagem significativa” (Vidal, 2017, p. 83). Outra potencialidade dos mapas conceituais, conforme apontado por Rosa (2014) e Vidal (2017), é sua utilização como instrumento de avaliação, uma vez que possibilita uma tomada de consciência e avaliação do processo.

Conclui-se, portanto, que os mapas conceituais possuem potencial significativo nos processos de ensino e aprendizagem, uma vez que permitem que o sujeito perceba as relações entre diferentes conceitos e identifique aquilo que já sabe e o que ainda precisa compreender.

Portfólio

Outra estratégia relevante tanto para despertar o pensamento metacognitivo quanto para fortalecer os processos de ensino e aprendizagem

é o uso do portfólio, seja em formato físico ou digital. Silvano (2018) define o portfólio como um modo de registrar o processo de ensino e aprendizagem em curso, permitindo o acompanhamento do que está ocorrendo. Trata-se de um instrumento pedagógico no qual o estudante, acompanhado pelo professor, reúne atividades e materiais diversos sobre o processo de ensino e aprendizagem desenvolvido em determinada disciplina, curso ou série.

Silva (2014), por sua vez, define o portfólio como um conjunto de materiais e reflexões do estudante sobre o conhecimento ou processo que está vivenciando. Nele, podem ser reunidos: fotos, textos, relatos pessoais, sentimentos e impressões. Contudo, o portfólio não é uma mera reunião de documentos e materiais, mas sim um conjunto de elementos que expressam a caminhada feita ao longo de uma disciplina, curso ou série. Esse conjunto de materiais deve ser construído após reflexão, análise e avaliação.

O portfólio relaciona-se com a metacognição na medida em que se constitui como um espaço no qual a pessoa reúne diversos elementos ao longo de suas vivências no processo educativo, realizando essa organização a partir de um processo reflexivo sobre sua trajetória. Ou seja, numa perspectiva metacognitiva, o portfólio explicita, por meio dos elementos e materiais nele constantes, a reflexão da pessoa sobre seu próprio desenvolvimento. Portanto, é nessa perspectiva que o portfólio abrigará não apenas um amontoado de atividades, mas sim elementos que refletem a trajetória percorrida.

Silvano (2018) endossa a relação entre aprendizagem e portfólios como estratégia metacognitiva, ao afirmar que esse instrumento permite que o estudante conheça a si mesmo e o que sabe, analise seu contexto e o percurso feito. Esse tomar consciência, que será expresso no portfólio, é um processo metacognitivo. Com compreensão similar, Silva (2014) indica que o portfólio favorece os processos de tomada de consciência, autoavaliação e ampliação da capacidade crítica e da capacidade de resolução de problemas. Assim, fica evidente a potencialidade do portfólio como

ferramenta metacognitiva, pois gera o desenvolvimento de uma prática autorreflexiva, alargando a compreensão crítica do sujeito sobre o próprio processo de aprendizagem, além de possibilitar o registro do processo que está em desenvolvimento.

Sobre as potencialidades ou vantagens da utilização do portfólio nos processos educativos, Silvano (2018, p. 78) salienta que “o portfólio agrega valor para o indivíduo”. Nesse viés, o portfólio ajuda o sujeito a perceber a trajetória que está percorrendo ou que já percorreu, valorizando e qualificando o percurso. Por suas potencialidades e pelo grande espaço para a criatividade que possui, “o portfólio vem ganhando um espaço bem expressivo no contexto escolar, como sendo uma ferramenta de auxílio do processo de ensino aprendizagem, em uma concepção de avaliação formativa” (Silvano, 2018, p. 18).

Na construção do portfólio físico ou virtual, assumido como estratégia metacognitiva, o sujeito deverá reunir, ao longo do processo de ensino e aprendizagem e, portanto, da construção do referido portfólio, um conjunto de materiais como registros, anotações, textos, relatórios, fotos e demais materiais que evidenciem o processo formativo vivenciado (Silva, 2014). Para a elaboração de um portfólio, na perspectiva metacognitiva, alguns cuidados são importantes, conforme destacado por Silva (2014). Segundo o autor, os portfólios variam de pessoa para pessoa, pois, ao refletirem trajetórias individuais, expressam processos diversos, mesmo que o tema seja o mesmo. Nenhum portfólio será idêntico a outro, dado que cada indivíduo percorre um caminho único no processo de aprendizagem. Ademais, fica explícito que os portfólios diferem entre si porque reúnem elementos que fazem sentido para cada sujeito, de acordo com sua autorreflexão sobre o processo.

Silva (2014, p. 45-46) indica que “a criatividade é o critério mais importante” no processo de elaboração de um portfólio. Contudo, sob uma abordagem metacognitiva, convém destacar que não se trata de criatividade por criatividade, mas de liberdade de expressão da autorreflexão realizada ao longo do percurso de aprendizagem.

A partir do exposto, pode-se elencar algumas orientações que podem ajudar na construção de portfólios físicos ou digitais, a saber: registrar a temática; indicar o período de construção; explicitar o período do processo de ensino e aprendizagem que será registrado; ter liberdade e criatividade na construção do portfólio; incluir todos os materiais necessários para o registro do processo de ensino e aprendizagem em questão; recordar, na construção da escrita, que o foco do relato é a própria pessoa e seu processo de aprendizagem; não tornar o portfólio um arquivo com apenas cópia de textos e artigos; registrar, na medida do possível, os instrumentos, materiais e características que favorecem a aprendizagem; assegurar que o portfólio seja um espaço de partilha de diferentes materiais, refletindo o registro da reflexão pessoal sobre o processo vivenciado.

Questionamentos metacognitivos

A terceira estratégia que apresentamos é a dos questionamentos metacognitivos, uma abordagem pautada em perguntas, conforme apontado por Rosa (2014). Trata-se de um conjunto de questionamentos que o docente pode fazer ao estudante, ou que o estudante faz a si mesmo, de modo a revisar seu pensamento e seu conhecimento, bem como controlar suas ações.

Rosa (2014, p. 114) salienta que a utilização de questionários metacognitivos, via conjunto ou guia de perguntas, possibilita que os estudantes reflitam melhor sobre o processo de aprendizagem que estão vivenciando. Desse modo, eles podem “planejar, controlar e avaliar o desenvolvimento das tarefas a serem realizadas” e o processo de aprendizagem em si. A autora também menciona que as perguntas podem partir tanto do próprio estudante para si mesmo quanto do professor. No primeiro caso, trata-se de um conjunto de questionamentos elaborados pelo estudante, que são feitos por ele mesmo. No segundo, as perguntas são elaboradas e aplicadas pelo professor. Durante o desenvolvimento dessa estratégia, é possível que o estudante também elabore questionamentos para os colegas.

Rosa (2014, p. 116) classifica essas perguntas em três tipos: predica-
tiva, simultânea e retrospectiva:

[...] predica-
tiva, quando se refere à planificação para a realização das
tarefas, ou, ainda, quando vinculada à explicitação das concepções pré-
vias sobre o objeto do conhecimento; simultânea, quando ocorre parale-
lamente à realização da tarefa, de forma a relatar os passos adotados ou
os mecanismos pelos quais está concebendo o conhecimento; retrospec-
tiva, quando realizada após a atividade ou aquisição do conhecimento.

Esses tipos de guia de perguntas estão relacionados, sobretudo, ao
momento em que elas ocorrem, mas sempre com foco em ajudar o estu-
dante na tomada de consciência e, portanto, qualificar o seu processo de
aprendizagem, tornando-o mais autônomo no processo de aprendizagem
que vivencia.

Quanto às potencialidades na utilização de questionamentos meta-
cognitivos, Rosa (2014) destaca que seu uso gera uma série de possibili-
dades aos estudantes, permitindo que não apenas reflitam sobre o conteúdo
ou tema em si, mas também identifiquem as lacunas de aprendizagem
e compreendam como estão vivenciando seu processo. Uma das poten-
cialidades na utilização de questionamentos metacognitivos é que eles
contribuem e favorecem os processos de ensino e aprendizagem, a partir
da tomada de consciência sobre a compreensão dos conteúdos, bem como
sobre a execução das tarefas e o processo como um todo.

Ainda sobre as potencialidades da utilização dessas estratégias, é
importante salientar que elas favorecem a formação de um estudante
mais autônomo e crítico (Maraglia, 2018). Os questionamentos também
contribuem para a formação de sujeitos capazes de responder a questio-
namentos com maior profundidade e fundamentação.

A utilização de questionamentos metacognitivos não segue uma se-
quência metodológica definida ou estruturada. Como já mencionado an-
teriormente e apontado por Rosa (2014), esses questionamentos estão, na
maioria das vezes, organizados em um guia de perguntas. O Quadro 1 apre-
senta exemplos de perguntas para compor o guia metacognitivo, que pode
ser elaborado pelo professor, conforme proposto por Rosa (2014, p. 117).

Quadro 1 – Exemplos de perguntas para compor o guia metacognitivo elaborado pelo professor

	Elementos metacognitivos	Perguntas metacognitivas
Conhecimento do conhecimento	Pessoa	Pessoa: Identifica este assunto com outro já estudado? O que está sendo estudado? Qual o sentimento em relação a este conhecimento? Compreendeu a atividade? Entendeu o enunciado? Está interessado em realizar a atividade proposta? Apresenta conhecimento sobre o assunto? Encontra-se em condições de realizar a atividade? Apresenta limitações neste tema? Consegue buscar alternativas para sanar possíveis deficiências neste conhecimento?
	Tarefa	Entendeu a tarefa? Que tipo de tarefa é esta? Identifica-a com outra já realizada? Julga ter facilidade ou dificuldade em realizar tarefas como a proposta? Está de acordo com seus conhecimentos? Identifica o que é preciso para resolvê-la?
	Estratégia	Conhece estratégias para resolver este tipo de problema? Tem facilidade com este tipo de estratégia? Qual a mais indicada? Há outras possibilidades de realização da tarefa? Dispõe do que precisa para executar a tarefa?
Controle executivo e autorregulador	Planificação	O que entendeu sobre a atividade proposta? Identifica por onde deve iniciar? Como resolver a tarefa proposta? Como organizar as informações apresentadas na atividade? Consegue visualizar o procedimento em relação ao fim almejado?
	Monitoração	Compreende bem o que está fazendo? Qual o sentido do que está realizando? Qual o objetivo desta atividade? A estratégia que utiliza é adequada? Tem domínio do que está executando? Há necessidade de retomar algo? O planejado está funcionando? Como procedeu até aqui? Por que está estudando este assunto? Por que está realizando a atividade proposta? Continuando desta forma, vai atingir os objetivos desta atividade?
	Avaliação	Consegue descrever o que realizou e como realizou? Qual era o objetivo proposto inicialmente? Houve necessidade de rever algo durante a realização da atividade? Qual o resultado da atividade? Tem consciência do conhecimento adquirido com a realização da atividade? Os resultados encontrados foram os esperados?

Fonte: Rosa (2014, p. 117).

É importante salientar que o exemplo exposto é um modelo que pode e deve ser adaptado e ajustado conforme os diferentes contextos e realidades existentes. Sobretudo nos contextos de educação profissional e tecnológica, esses questionários devem possibilitar que os sujeitos reflitam sobre o processo formativo que estão vivenciando, tendo em vista o profissional que serão.

Diários de aprendizagem

A última estratégia metacognitiva a ser discutida é o diário de aprendizagem, que, segundo Boszko (2019, p. 29-30), “é um espaço narrativo pessoal em que o sujeito registra dúvidas, anseios, comentários, percepções, críticas, textualizando um diálogo interior”. Trata-se, pois, do “lugar” no qual o sujeito registra, em diálogo consigo mesmo, seu processo de aprendizagem, dando ênfase não à cópia de conteúdo, mas aos sentimentos, às emoções e ao processo. Assim sendo, o sujeito registra inquietações, descobertas, sensações, críticas, dúvidas, desejos e todo aspecto que achar importante, enquanto reflete sobre os processos de aprendizagem que está vivenciando. Boszko (2019, p. 30) recorda que:

[...] o sentido fundamental do diário com enfoque na aprendizagem é que ele se converta em um espaço narrativo de pensamento do sujeito sobre o processo de aprendizagem em que está imerso, possibilitando que se desenvolva a “aprendizagem narrativa”.

O diário de aprendizagem possibilita que o sujeito narre, em um processo de profunda reflexão pessoal, sua trajetória e seu percurso no decorrer do processo de aprendizagem. Boszko (2009, p. 35) aponta o diário de aprendizagem “como acervo de narrativas, como um instrumento de produção de histórias e como meio de promoção do desenvolvimento reflexivo”. Trata-se, pois, de um meio pelo qual o sujeito arquiva suas narrativas, produzindo história e reflexão sobre o seu processo de aprendizagem.

A relação dos diários de aprendizagem com a metacognição evidencia-se pela sua natureza reflexiva. Como salienta Boszko (2019), o diário de aprendizagem é essencialmente reflexivo, pois permite que o sujeito

revisite seu processo de aprendizagem, tomando consciência. O mesmo é endossado por Porlán e Martín (1999, p. 23), para quem o diário “é um guia para reflexão sobre a prática, favorecendo a tomada de consciência do professor sobre seu processo de evolução e sobre seus modelos de referência”. A característica reflexiva dos diários pode levar a uma tomada de consciência do sujeito sobre a trajetória que está trilhando, sobre como ele mesmo aprende e como pode se preparar para um melhor e mais qualificado aprendizado. Dessa forma, o diário de aprendizagem pode levar a pessoa a pensamentos metacognitivos.

Sobre a utilização dos diários de aprendizagem, Boszko (2019) destaca que tanto os professores quanto as escolas têm utilizado esses diários como meio para registrar aquilo que vivenciam. Nos processos acadêmicos, esses diários podem ser também instrumento de pesquisa. A autora ressalta que “os diários de aprendizagem constituídos a partir de narrativas pessoais quando acompanhados de uma reflexão de natureza metacognitiva podem contribuir para potencializar e qualificar a aprendizagem” (Boszko, 2019, p. 32).

A elaboração de diários de aprendizagem não possui um conjunto de passo a passo muito bem definido. Para Boszko (2019, p. 60), na orientação para a construção de um diário de aprendizagem, é importante não direcionar os registros, “pois a forma de escrita reflexiva deve ser autônoma e livre”. Contudo, pesquisadores que têm se dedicado ao uso dos diários indicam alguns aspectos importantes que devem balizar a orientação para a construção de diários de aprendizagem. Por exemplo, para Andrea (2013, p. 51), é preciso registrar:

[...] impressões sobre os seguintes itens: facilidade; pontos interessantes; descobertas/novas aprendizagens; dúvidas; emoções; alegrias/tristeza/frustrações; o gostar e o não gostar de algo; críticas à aula/conteúdo/professor/alunos; relacionamento entre alunos; enriquecimento/utilidade para a vida pessoa; enriquecimento/utilidade para a vida profissional.

Andrea (2013) destaca que é importante que a pessoa registre a data da escrita no diário e a data da atividade, aula ou encontro a que se refere cada anotação. A autora salienta que a pessoa pode elaborar seu relato

com liberdade e sem se importar com a quantidade de linhas. Nesse sentido, postula: “lembre-se de que o foco deve ser VOCÊ” (Andrea, 2013, p. 51). Verifica-se que, na construção do diário, a pessoa deve focar em seu processo e não na cópia de informações.

Boszko (2019, p. 60), ao realizar uma pesquisa a partir dos pressupostos da metacognição, indicou que, em seus diários, após o primeiro encontro, os participantes do encontro/aula deveriam anotar os seguintes tópicos:

[...] relato de características pessoais como aprendizes e o modo como se estruturavam para aprender; motivo pelo qual escolheram cursar Física; descrição de sua trajetória ao longo do curso; e, as expectativas para a atuação profissional.

As indicações da pesquisadora para a construção dos diários orientam um relato que leva o sujeito a refletir sobre si e sobre seu processo, ou seja, evoca pensamentos metacognitivos. Isso ocorre quando a pesquisadora solicita registros sobre as próprias características de aprendizagem, as motivações para a escolha do curso, a trajetória percorrida no curso e as expectativas profissionais.

Boszko (2019) destaca, também, uma preocupação importante quando da orientação da construção de diários de aprendizagem assumidos como estratégia metacognitiva. Segundo a autora,

[...] tínhamos a preocupação de que esses registros não se limitassem a cópia de conteúdo, mas sim um registro pessoal de natureza reflexiva sobre como ocorreu o processo de aprendizagem, o que poderia ser realizado para qualificar essa aprendizagem e de que forma os conhecimentos adquiridos estavam interligados com os já existentes (conteúdos ou vivências no contexto escolar) (Boszko, 2019, p. 60).

Verifica-se, pela exposição da autora, que a preocupação era garantir que os diários de aprendizagem não se tornassem um simples caderno de cópias de conteúdos, mas sim um espaço para o registro do processo de aprendizagem que a pessoa está trilhando. A ênfase de um diário de aprendizagem, nessa lógica, como já mencionado anteriormente, recai sobre o processo de aprendizagem, de modo que se registrem as potencialidades e fragilidades do que a pessoa vivencia e reflete.

Em um esforço de concluir a compreensão sobre o ponto abordado neste capítulo, podemos afirmar que a elaboração de diários de aprendizagem, quando assumidos como estratégia metacognitiva, não segue passos muito rígidos, mas há algumas orientações que devem guiar esse processo, como: registrar todas as impressões pessoais sobre a aula, encontro ou atividade; anotar a data do registro; registrar a data do encontro, aula ou atividade relatada no diário; ter liberdade e criatividade na escrita do relato; lembrar que o foco do relato é a própria pessoa e seu processo; não determinar o formato da escrita; possibilitar que os estudantes, gradualmente, tornem-se mais seguros e confiantes; evitar que o diário se configure como um documento ou caderno de cópia de conteúdo; registrar, na medida do possível, as próprias características de aprendizagem; ser construído de modo sequencial, com registros das datas e do percurso vivido; e ser um espaço de registro da reflexão pessoal sobre o próprio processo.

Considerações finais

Neste capítulo, discorreremos sobre o conceito de metacognição e as estratégias metacognitivas relacionadas, apresentando exemplos de estratégias que têm sido utilizadas em nosso grupo de pesquisa para o desenvolvimento de investigações voltadas a potencializar os processos de ensino-aprendizagem. Como mencionado, os estudos desse grupo têm como referência o conceito elaborado por Rosa (2011) e, a partir dele, são concebidas investigações envolvendo o mapeamento da presença do pensamento metacognitivo em atividades de aprendizagem, bem como o desenho de intervenções didáticas orientadas a ativar essa forma de pensamento.

As estratégias metacognitivas são entendidas nesses estudos e, portanto, neste texto, como:

[...] ações planejadas com o intuito de potencializar a reflexão e a introspecção do indivíduo, fazendo com que ele pense sobre o próprio processo de aprendizagem, permitindo a elaboração de estratégias diferenciadas conforme o grau de dificuldade (Maraglia; Peixoto; Santos, 2022, p. 4).

Para ilustrar as possibilidades de intervenção, apresentamos quatro estratégias metacognitivas, evidenciando seu conceito, sua relação com a metacognição e suas potencialidades. Além disso, para cada uma dessas estratégias, foram indicadas algumas orientações para sua utilização.

Referências

- ANDREA, Emília Maria da Silva Pereira de. *O diário de aprendizagem como instrumento revelador do processo de construção identitária de futuros sargentos enquanto leitores e produtores de textos em sua formação inicial*. 2013. 101 f. Dissertação (Mestrado em Linguística Aplicada) – Universidade de Taubaté, Taubaté, 2013.
- BLAZUS, Marivane de Oliveira. *Estratégias metacognitivas no ensino de Física: análise de uma intervenção didática no ensino médio*. 2021. 277f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2021.
- BORUCHOVITCH, Evely. Estratégias de aprendizagem e desempenho escolar: considerações para a prática educacional. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, Porto Alegre, v. 12, n. 2, 1999.
- BOSZKO, Camila. *Diários de aprendizagem e os processos metacognitivos: estudo envolvendo professores de Física em formação inicial*. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.
- BOSZKO, Camila. *Metacognição: articulações teóricas, possibilidades didáticas e de formação docente*. 2023. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023.
- BOSZKO, Camila; ROSA, Cleci Teresinha Werner da; DELORD, Gabriela Carolina Cattani. Os estudos de John Dewey e o construto da metacognição: revisitando estudos e tecendo aproximações. *Revista Espaço Pedagógico*, Passo Fundo, v. 30, e14767, 2023.
- BROWN, A. L. Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In: WEINERT, F. E.; KLUWE, R. H. (ed.). *Metacognition, motivation and understanding*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1987. p. 65-116.
- BROWN, A. L. Knowing when, where, and how to remember: a problem of metacognition. In: GLASER, R. (ed.). *Advances in instructional psychology*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1978. v. 1. p. 77-165.
- CLEOPHAS, Maria das Graças; FRANCISCO, Wellington. Metacognição e o ensino e aprendizagem das ciências: uma revisão sistemática da literatura (RSL). *Amazônia – Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, Belém, v. 14, n. 29, p. 10-26, 2018.

CORSO, Helena Vellinho; SPERB, Tânia Mara; JOU, Graciela Inchausti de; SALLES, Jerusa Fumagalli. Metacognição e funções executivas: relações entre os conceitos e implicações para a aprendizagem. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, Brasília, DF, v. 29, n. 1, p. 21-29, 2013.

CICUTO, Camila Aparecida Tolentino. *Desenvolvimento da análise de vizinhança em mapas conceituais a partir do uso de um conceito obrigatório*. 2011. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

DARROZ, Luiz Marcelo; ROSA, Cleci Teresinha Werner da. Mapas conceituais como ferramenta didática na promoção da aprendizagem significativa de eletrostática. *Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, Belém, v. 10, n. 22, p. 84-98, 2017.

DIEFENTHÄLER, Alexandre. *ABP – aprendizagem baseada em problemas, na disciplina de Arquitetura de Computadores, na educação profissional*. 2022. 101 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Docência para Ciências, Tecnologias, Engenharia e Matemática) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Guaíba, 2022.

FLAVELL, J. H.; WELLMAN, H. M. Metamemory. In: KAIL, R. V.; HAGEN, J. W. (ed.). *Perspectives on the development of memory and cognition*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1977. p. 3-33.

FLAVELL, J. H. Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive – developmental inquiry. *American Psychologist*, Washington, v. 34, n. 10, p. 906-911, 1979.

FLAVELL, J. H. Metacognitive aspects of problem solving. In: RESNICK, L. B. (ed.). *The nature of intelligence*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1976. p. 231-236.

GHIGGI, Caroline. *Estratégias metacognitivas na resolução de problemas em Física*. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.

MARAGLIA, Pedro Henrique. *Estratégias de ensino metacognitivas: uma revisão sistemática de literatura*. 2018. 145 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Saúde) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

MARAGLIA, Pedro Henrique; PEIXOTO, Mauricio Abreu Pinto Peixoto; SANTOS, Luciana Rocha dos Santos. Mapeando estratégias de ensino metacognitivas para Educação em Ciências: revisão sistemática de literatura. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 23, p. e38598, 2022.

NOVAK, Joseph Donald; CAÑAS, Alberto José. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis Educativa*, Ponta Grossa, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010.

PORLÁN, Rafael; MARTÍN, José. *El diario del profesor: un recurso para la investigación en el aula*. 7. ed. Sevilla: Díada Editora, 1999.

PREDIGER, Nathalia de Campos; ROSA, Cleci Teresinha Werner da; DARROZ, Luiz Marcelo. Mapas conceituais: o que dizem os periódicos on-line. *Revista Tecnologias na Educação*, Porto Alegre, ano 9, v. 23, p. 1-13, 2017.

RAMOS, Roberto Lima de Moraes. *Um arranjo metodológico para o ensino de língua inglesa no Curso Técnico em Hospedagem Integrado ao Ensino Médio*. 2020. 205 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília, Brasília, DF, 2020.

REIS, Erisnaldo Francisco; STROHSCHOEN, Andreia Aparecida Guimarães. Proposta de instrumento e análise de ensino de biologia com ativação do pensamento metacognitivo *Revista Espaço Pedagógico*, Passo Fundo, v. 30, p. e14406, 2023.

RIBEIRO, C. de A. G. *Estratégias metacognitivas para leitura e compreensão de textos: avaliação de uma proposta no contexto do ensino de Física*. 2021. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2021.

ROSA, C. T. W. da. *A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física*. 2011. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

ROSA, C. T. W. da. *Metacognição no ensino de Física: da concepção à aplicação*. Passo Fundo: UPF Editora, 2014.

SILVA, Clóvis José Vieira. *O portfólio como instrumento de autoavaliação crítico reflexiva: perspectivas dos alunos de um curso de Medicina*. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino em Saúde na Amazônia) – Universidade do Estado do Pará, Belém, 2014.

SILVANO, Jackson. *Makerfolio: uma proposta para registros de experiências maker para acompanhamento avaliativo*. 2018. 98 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2018.

TREVISAN, Thais Lourençato. *Proposta de ensino para o tema “calor” direcionada à mobilização dos estudantes do Ensino Médio para aprender Física*. 2021. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2021.

VIDAL, Lisliê Lopes. *A elaboração de mapas conceituais como estratégia de ensino-aprendizagem*. 2017. 165 f. Tese (Doutorado em Psicologia Escolar e do Desenvolvimento Humano) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

ZOHAR, Anat; BARZILAI, Sarit. A review of research on metacognition in science education: current and future directions. *Studies in Science Education*, Washington, v. 49, n. 2, p. 121-169, 2013.

Análise crítica das metodologias de ensino de estatística: um estudo baseado em dissertações do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo

Luciane Daroit

Angelita Schmitt

Adriano Pasqualotti

Introdução

Este capítulo tem como objetivo central investigar os processos teórico-metodológicos empregados nas dissertações selecionadas, buscando compreender como diferentes estratégias pedagógicas, como a gamificação e a investigação, podem influenciar a aprendizagem significativa e o desenvolvimento do raciocínio estatístico em diferentes níveis educacionais. Através da análise da Dissertação 1, intitulada *Uso de mecânicas da gamificação para a busca de indícios de aprendizagem significativa no ensino de gráficos estatísticos*, de Andrieli dos Santos (2022), pretende-se explorar a eficácia das mecânicas de gamificação na motivação e no engajamento dos alunos durante o processo de aprendizagem de gráficos estatísticos, identificando possíveis indícios de aprendizagem significativa. A Dissertação 2, intitulada *Vivências sobre investigação para a construção do raciocínio*

estatístico no ensino fundamental, de Lucimelc Alves Costa (2023), proporciona uma base para discutir as experiências de investigação como meio de construir o raciocínio estatístico, enfatizando a importância de atividades práticas e reflexivas no ensino fundamental. Por fim, a Dissertação 3, intitulada *Uso de dados reais para interpretação de gráficos estatísticos sobre função exponencial*, de Graziela Franceschini Dorigon (2023), oferece um panorama sobre o uso de dados reais na interpretação de gráficos estatísticos, destacando a relevância de contextos autênticos na compreensão de conceitos matemáticos complexos, como a função exponencial.

Além de sintetizar as contribuições teóricas e práticas das dissertações do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF), este capítulo também propõe reflexões críticas sobre os métodos utilizados e sugere caminhos para pesquisas futuras. A análise aprofundada dessas metodologias visa contribuir para o desenvolvimento de práticas educativas mais eficazes e inclusivas, possibilitando a criação de ambientes de aprendizagem envolventes e significativos para os estudantes. Enfim, por meio desta investigação, espera-se fornecer *insights* valiosos para educadores, pesquisadores e profissionais da área de Educação, incentivando a adoção de abordagens inovadoras e a busca contínua por estratégias que potencializem o ensino e a aprendizagem de Estatística.

No contexto atual, a Estatística se mostra imprescindível para a formação geral do indivíduo, permitindo que ele atue na vida cotidiana e exerça a cidadania. A disseminação e a acessibilidade a grandes volumes de dados, impulsionadas pelas tecnologias da informação, fazem com que a sociedade receba informações por meio de gráficos, tabelas e textos sobre os mais diversos assuntos, como dados epidemiológicos, economia, violência urbana, esportes e entretenimento. Esse cenário coloca a educação estatística em evidência para que se possa avaliar, analisar e interpretar criticamente as informações apresentadas (Cazorla, 2002). Para isso, é necessário preparar o estudante para leitura, análise, síntese de dados e tomada de decisão, o que só é possível por meio dos letramentos

estatístico e probabilístico (Lopes, 2008). O processo estatístico começa com a preparação, que envolve considerar o contexto, a fonte dos dados e o método de amostragem. Em seguida, constroem-se gráficos apropriados, exploram-se os dados e realizam-se os cálculos necessários para o método estatístico em uso. Finalmente, são elaboradas conclusões, avaliando-se se os resultados têm significância estatística e prática (Triola, 2017). A importância da educação estatística também é evidenciada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), na qual o estudo da Estatística e da Probabilidade está presente desde o currículo dos anos iniciais, sob a forma de tratamento de dados (Brasil, 2018, 2019).

Metodologia

Para elaborar este texto reflexivo-argumentativo sobre a análise teórico-metodológica de dissertações de mestrado, estabelecemos critérios claros e justificados para a seleção dos trabalhos. Primeiramente, consideramos a relevância temática das dissertações, assegurando que elas abordem aspectos fundamentais de Ciência e Matemática que estejam alinhados aos objetivos do capítulo (Azevedo, 2006; Carvalho, 2002; Clement; Custódio; Alves Filho, 2015; Demo, 2021; Gil Perez; Valdes Castro, 1996; Lima, 2007; Munford; Oliveira, 2010; Vasconcellos, 2004).

No caso das três dissertações selecionadas, a pertinência se dá pelo foco em métodos de ensino e aprendizagem em estatística, um campo essencial para a formação científica e matemática (Almeida *et al.*, 2021; Ballejo; Braga, 2022; Barreto *et al.*, 2022; Campos *et al.*, 2011; Corbello; Oliveira, 2019; Echeveste *et al.*, 2005; Evangelista; Pontes, 2021; Fernandes; Moraes, 2011; Gal, 2002; Grando *et al.*, 2014; Lima, 2021; Lopes, 2008, 2021; Lopes *et al.*, 2008; Lopes; Mendonça, 2016; Monteiro; Carvalho, 2021; Ribeiro *et al.*, 2011; Sá; Silva; Samá, 2015; Silva, 2007; Walichinski; Santos Junior, 2013; Wild; Pfannkuch, 1999; Yumi Kataoka *et al.*, 2011).

A originalidade e a inovação metodológica são critérios indispensáveis na busca por trabalhos que apresentem abordagens novas ou aprimoradas sobre temas já conhecidos. A Dissertação 1, por exemplo, explora o uso de

gamificação, um recurso didático contemporâneo que pode indicar novas formas de engajamento dos alunos com o conteúdo estatístico. A Dissertação 2 oferece *insights* sobre a investigação como ferramenta pedagógica, enquanto a Dissertação 3 aplica dados reais na interpretação de gráficos, um método que pode fortalecer a compreensão prática dos conceitos.

A consistência teórica é outro critério essencial que reconhecemos, pois as dissertações fundamentam-se em teorias educacionais sólidas e reconhecidas, garantindo que as análises e conclusões tenham uma base acadêmica robusta. Além disso, a relevância prática dos resultados, que contribuem significativamente para o avanço das práticas pedagógicas em matemática, é um critério que justifica a escolha das dissertações mencionadas. A clareza e o rigor na apresentação dos métodos e resultados são igualmente importantes, permitindo que os leitores compreendam e avaliem os processos e conclusões das autoras. A transparência na metodologia permite replicar ou contestar os achados, um aspecto vital para o avanço científico.

Por fim, a interdisciplinaridade, que enriquece a análise ao integrar diferentes áreas do conhecimento, é um critério adicional que consideramos especialmente relevante, sobretudo quando se trata da aplicação de conceitos estatísticos em contextos variados. As dissertações selecionadas refletem essa característica ao conectar a matemática com a pedagogia, a tecnologia e as ciências aplicadas, oferecendo uma visão holística e inovadora, fundamental para um texto reflexivo-argumentativo de alto calibre.

Análise da dissertação 1: Uso de mecânicas da gamificação para a busca de indícios de aprendizagem significativa no ensino de gráficos estatísticos

Resumo e palavras-chave

O estudo teve como objetivo averiguar possíveis indícios de aprendizagem significativa, os quais foram buscados através do uso de mecânicas presentes em jogos digitais e analógicos. Tais mecânicas foram empregadas como estratégia para potencializar o estudo de gráficos estatísticos:

histograma, *boxplot* e diagrama de dispersão. A pesquisa foi conduzida com uma turma do 7º ano do ensino fundamental II de uma escola pública. Foi desenvolvido um estudo dos gráficos estatísticos dentro de uma proposta que se assemelha ao ambiente proposto pelos jogos, com o intuito de despertar predisposição e motivação para a realização de atividades pedagógicas e na resolução de problemas. O estudo foi fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel (Moreira, 1982, 2010, 2011; Darroz; Rosa; Giaretta, 2019), bem como no uso das mecânicas da gamificação (Fardo, 2013; Deterding, 2012; Simões; Redondo; Vilas, 2013; Alves, 2014; Alves; Minho; Diniz, 2014; Alves; Teixeira, 2014; Busarello, 2016; Esquivel, 2017; Cechetti, 2018).

Os documentos norteadores da educação no município, a BNCC (Brasil, 2018, 2019) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (Brasil, 1997, 2018), que prescrevem o ensino da Estatística, foram utilizados para fundamentar as considerações direcionadas aos conteúdos abordados nesse estudo. Assim, a utilização da gamificação como uma estratégia para contribuir com o ensino dos gráficos estatísticos escolhidos foi investigada, bem como a forma de potencializar o engajamento dos estudantes nesse processo, visando tornar a aprendizagem significativa. Para isso, as mecânicas da gamificação, como trabalho em equipes, pontuação, narrativa, regras, níveis e premiação, foram consideradas. A pesquisa realizada adotou uma abordagem qualitativa e participante, envolvendo a coleta de dados a partir dos registros da professora/pesquisadora no diário de bordo e das respostas obtidas no questionário aplicado após a finalização da pesquisa. As palavras-chave definidas para o estudo foram: mecânicas de jogos, estatística descritiva, gráficos estatísticos e aprendizagem significativa.

Análise dos aspectos teórico-metodológicos

A dissertação em análise explora a eficácia da aprendizagem significativa no estudo de gráficos estatísticos — histograma, diagrama de dispersão e *boxplot* —, utilizando mecânicas de gamificação. A abordagem

teórica se fundamenta nas teorias de aprendizagem, destacando a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel, no ensino de estatística e nos documentos norteadores da educação matemática.

A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel é o eixo central da fundamentação teórica. Ausubel enfatiza que a aprendizagem ocorre quando novos conhecimentos se conectam à estrutura cognitiva prévia dos alunos, promovendo uma compreensão profunda e duradoura. O conceito de subsunção, que envolve a atribuição de novos significados a conceitos preexistentes, é crucial para a assimilação significativa dos conteúdos matemáticos, como a interpretação de gráficos estatísticos. A dissertação valoriza os conhecimentos prévios dos alunos, integrando-os no processo de construção do aprendizado e reconhecendo a importância das experiências cotidianas dos estudantes (Darroz; Rosa; Giarretta, 2019).

A abordagem adotada sublinha a importância do desenvolvimento de habilidades cognitivas sólidas e do senso crítico nos alunos, preparando-os para os desafios contemporâneos. A participação ativa e a aplicação do conhecimento em situações reais são vistas como essenciais para alcançar uma aprendizagem significativa. Dessa forma, os alunos não apenas memorizam, mas também compreendem e aplicam os conceitos de maneira prática e relevante, enriquecendo sua estrutura cognitiva e promovendo uma aprendizagem duradoura.

No que se relaciona à gamificação, definida como a utilização de elementos de jogos para engajar os alunos, ela é apresentada como uma estratégia metodológica eficaz. Sua aplicação no estudo de gráficos estatísticos visa estimular a participação ativa, promover a resolução de problemas de forma engajada e desenvolver habilidades cognitivas e críticas. Elementos como *feedback* imediato, recompensas, níveis de progressão e criação de narrativas são explorados para aumentar o engajamento e a motivação dos alunos. A dissertação analisa como esses elementos podem ser integrados ao ensino de estatística, proporcionando uma experiência de aprendizagem envolvente e desafiadora, que motiva os estudantes a aplicar o conhecimento em contextos práticos.

Outrossim, o trabalho discute a importância das habilidades de coleta, organização, representação e interpretação de dados no ensino de estatística. A utilização de gráficos estatísticos como histogramas, diagramas de dispersão e *boxplots* é destacada como essencial para a visualização e análise de dados. A dissertação argumenta que essas habilidades são fundamentais para a tomada de decisões informadas em um mundo cada vez mais orientado por dados.

Os documentos norteadores como a BNCC e os PCNs são citados, enfatizando a relevância do ensino da estatística na educação básica. A BNCC, por exemplo, propõe o desenvolvimento de competências que permitam aos estudantes descrever, explicar e prever fenômenos a partir da análise de dados estatísticos, preparando-os para a vida real e para o exercício pleno da cidadania. Ademais, a dissertação integra teorias de aprendizagem, gamificação e o ensino de estatística de maneira coerente e estruturada. A análise teórica é sustentada por uma revisão abrangente da literatura, incluindo trabalhos, artigos e livros relevantes. O foco nos subsunçores e organizadores prévios, conforme proposto por Ausubel, é combinado com as mecânicas da gamificação para criar um ambiente de aprendizagem que promove curiosidade, engajamento e compreensão profunda dos conteúdos estatísticos.

A metodologia adotada inclui a análise de evidências de aprendizagem significativa através da aplicação prática das teorias e estratégias discutidas. A utilização de gráficos estatísticos é exemplificada com dados reais, como os relacionados à pandemia de Covid-19, demonstrando a aplicabilidade e relevância dos conceitos estudados. Em síntese, a análise dos aspectos teórico-metodológicos da dissertação revela uma abordagem robusta e integrada, que valoriza a construção de conhecimento significativo, a aplicação prática da gamificação no ensino de matemática e o desenvolvimento de habilidades cognitivas e críticas nos alunos. A dissertação demonstra que a combinação de teorias de aprendizagem com estratégias inovadoras, como a gamificação, pode resultar em um processo de ensino e aprendizagem mais

eficaz e envolvente, preparando os alunos para os desafios do mundo contemporâneo.

Reflexões e críticas

A implementação da gamificação no ensino da Estatística é possível. Todavia, requer uma análise cuidadosa, uma vez que, para a incorporação da gamificação no ensino estatístico, são imprescindíveis a adaptação de conteúdos, a formação docente, a avaliação de aprendizagem, o equilíbrio entre diversão e aprendizado, a contextualização dos jogos, a inclusão de todos os estudantes, os desafios da educação a distância, a ética e a transparência. No que tange à adaptação dos conteúdos às mecânicas de jogos, destaca-se que ela deve ser realizada de tal forma a não comprometer a profundidade do aprendizado. Isso requer um equilíbrio delicado entre diversão e eficácia educacional. Além disso, a formação dos professores é fundamental para integrar efetivamente essas estratégias pedagógicas, garantindo que possam ser aplicadas de maneira eficaz em sala de aula.

A avaliação da eficácia da gamificação é um ponto crucial, exigindo métodos que vão além da medição do desempenho nos jogos, abrangendo a compreensão e a aplicação dos conceitos estatísticos em diferentes contextos. A inclusão e o engajamento de todos os estudantes também são essenciais para o sucesso da gamificação, tornando fundamental que os jogos sejam acessíveis e atrativos para uma variedade de perfis de aprendizes.

No contexto da educação a distância, a gamificação apresenta desafios adicionais, incluindo a adaptação de estratégias para ambientes virtuais e garantindo a interação e o engajamento dos alunos. A consideração dos aspectos éticos e de transparência é fundamental, assegurando que os jogos sejam desenvolvidos de maneira responsável e promovam uma aprendizagem ética e consciente.

Essas reflexões e críticas são essenciais para uma análise aprofundada dos aspectos teórico-metodológicos da gamificação no ensino da Es-

tatística. Elas contribuem para o desenvolvimento de práticas educativas mais eficazes e inclusivas, permitindo que a combinação de teorias de aprendizagem com estratégias inovadoras resulte em um processo de ensino e aprendizagem envolvente.

Análise da dissertação 2: Vivências sobre investigação para a construção do raciocínio estatístico no ensino fundamental

Resumo e palavras-chave

O estudo se justifica pelo emprego do ensino investigativo como instrumento para estimular os alunos a pensar e construir situações-problema que auxiliem no processo educacional. Desde os anos iniciais do ensino fundamental, atividades interativas propostas em um livro paradidático foram inseridas com jogos nos quais as crianças se tornam construtoras de seu próprio conhecimento. Isso proporciona uma aprendizagem significativa, efetiva e duradoura. Espera-se que isso leve o aluno a perceber a importância do conhecimento estatístico para sua vida em sociedade e a utilidade desse conhecimento para entender o mundo em que vive. A proposta do uso do ensino por investigação encoraja o aluno a explorar e desenvolver estratégias, levantar hipóteses e conjecturas, testar, debater e aplicar ideias matemáticas. Reflexões foram feitas sobre as práticas pedagógicas dos professores polivalentes no ensino de Estatística, com base nas orientações dos PCNs e da BNCC, bem como sobre a proposta dos livros didáticos em relação às vivências investigativas.

Em termos metodológicos, foi realizada uma pesquisa bibliográfica com base em trabalhos científicos focados no ensino estatístico na educação básica. Além disso, um material lúdico foi criado, servindo como referencial para apoiar todo o trabalho junto ao docente. Como referencial teórico, a pesquisa buscou subsídios no sociointeracionismo, na perspectiva de Lev Semenovitch Vygotsky, em que o uso diversificado de recursos didáticos, com a mediação do docente e do outro, contribui para a construção do conhecimento, a socialização e a interação do aluno. As palavras-

-chave definidas para o estudo foram: ensino investigativo, raciocínio estatístico, jogos, anos iniciais e Vygotsky (Vygotsky, 1984, 1999; Chaiklin, 2011; Alves, 2013; Figueira; Cró; Lopes, 2014; Maior; Wanderley, 2016).

Análise dos aspectos teórico-metodológicos

A análise dos aspectos teórico-metodológicos presentes na dissertação destaca a importância do ensino por investigação e do ciclo investigativo no contexto do ensino da Estatística. Essa abordagem pedagógica visa promover a construção do raciocínio estatístico nos estudantes, permitindo-lhes desenvolver habilidades de pesquisa, análise de dados e interpretação de resultados de maneira significativa e contextualizada, com o objetivo de aprimorar sua capacidade de pensar de forma estatística.

A proposta do ciclo investigativo no ensino de Estatística enfatiza a relevância da pesquisa, da análise de dados e da reflexão como elementos centrais para a construção do conhecimento estatístico. Essa estratégia educacional promove o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem, envolvendo-os ativamente na resolução de problemas estatísticos, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades de investigação e interpretação de resultados, capacitando-os a realizar análises e tomar decisões embasadas em informações relevantes.

A dissertação destaca que o ensino de Estatística deve integrar conhecimentos estatísticos com outras áreas do saber, permitindo aos alunos compreender a importância e a aplicabilidade da Estatística em diversos contextos. Essa integração favorece uma visão interdisciplinar e abrangente da Estatística, contribuindo para a construção de um corpo consistente de conhecimento. Além disso, ressalta-se a importância do desenvolvimento de três competências inter-relacionadas: literacia, raciocínio e pensamento estatístico. A literacia estatística refere-se à habilidade de compreender e utilizar informações estatísticas no dia a dia. O raciocínio estatístico consiste na capacidade de conectar dados, evidências e argumentos estatísticos para chegar a conclusões. Por fim, o pensamento estatístico engloba a compreensão aprofundada de conceitos

estatísticos, possibilitando a análise crítica de dados e a tomada de decisões fundamentadas. Essas competências são essenciais para a interpretação e compreensão crítica de informações provenientes de dados reais, estando associadas a uma educação voltada para a formação de cidadãos capazes de atuar de forma crítica na sociedade.

A dinâmica que envolve o ciclo investigativo no ensino baseia-se na Teoria Sociointeracionista de Vygotsky, a qual enfatiza a importância da interação social, da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) e do papel do professor como mediador no processo de aprendizagem. Ao aplicar os princípios vygotskianos na educação estatística, os educadores podem criar ambientes de aprendizagem colaborativos, estimulando a resolução de problemas em grupo e promovendo a construção compartilhada do conhecimento estatístico.

Outro ponto relevante é que a utilização do ciclo investigativo no ensino de Estatística está alinhada com a abordagem vygotskiana, uma vez que promove a investigação ativa dos alunos, a reflexão sobre os conceitos estatísticos e a construção do conhecimento por meio da resolução de problemas reais. Esse ciclo oferece uma estrutura metodológica que favorece a interação social, a colaboração e a construção de significados, aspectos fundamentais na perspectiva de Vygotsky.

A dissertação discute como a ludicidade e os jogos podem ser elementos integradores no ensino de Estatística, tornando o processo de aprendizagem mais cativante e significativo. Inspirados nas ideias de Vygotsky, os jogos são destacados como catalisadores da aprendizagem, estimulando a criatividade, aprimorando habilidades cognitivas e sociais, bem como facilitando a assimilação de conceitos estatísticos complexos por meio de atividades lúdicas e estimulantes. Vale ressaltar que a incorporação de jogos educativos deve ser intencional, visando reforçar os objetivos educacionais propostos.

A integração de atividades lúdicas e jogos na abordagem didática da Estatística é uma estratégia que pode enriquecer o processo de aprendizagem, fomentando a criatividade, a imaginação e o desenvolvi-

to de competências cognitivas e sociais nos alunos. O aspecto lúdico é reconhecido como um facilitador no contexto educacional, contribuindo significativamente para o progresso no desenvolvimento e na resolução de conflitos emocionais.

Em resumo, a integração dos princípios vygotiskianos, do ciclo investigativo, dos jogos/ludicidade e da educação estatística pode enriquecer o processo de ensino e aprendizagem em Estatística, proporcionando aos alunos experiências colaborativas, significativas e contextualizadas, que contribuem para o desenvolvimento de competências estatísticas, do raciocínio crítico e da resolução de problemas estatísticos de forma mais eficaz e envolvente.

Reflexões e críticas

A integração dos conceitos de Vygotsky na educação estatística, aliada ao ciclo investigativo e à ludicidade, propõe uma abordagem construtivista que pode transformar profundamente o ambiente educacional. Essa perspectiva não apenas incentiva a interação e a cooperação entre estudantes, mas também promove um aprendizado significativo e duradouro, essencial para o desenvolvimento de habilidades analíticas e críticas. A ludicidade, ao ser incorporada ao ensino de Estatística, tem o potencial de despertar a curiosidade e a criatividade dos alunos, tornando o aprendizado mais prazeroso e menos intimidador. No entanto, a implementação eficaz dessas práticas pedagógicas enfrenta desafios significativos. A resistência às novas metodologias e a falta de formação adequada dos professores podem impedir a adoção dessas abordagens inovadoras. É imperativo que os educadores recebam o apoio e os recursos necessários para aplicar essas técnicas com sucesso, garantindo assim uma experiência de aprendizado enriquecedora para os alunos.

A avaliação do progresso dos estudantes em um contexto construtivista é complexa, exigindo métodos que valorizem tanto o processo quanto o produto do aprendizado. É crucial que esses métodos de avaliação sejam holísticos e inclusivos, reconhecendo o desenvolvimento contínuo

das competências dos alunos. Além disso, a equidade e a acessibilidade devem ser pilares fundamentais do processo educativo, assegurando que todos os estudantes, independentemente de suas condições pessoais ou sociais, tenham oportunidades iguais de aprendizado. Em suma, a fusão dos princípios vygotskianos com a educação estatística e a ludicidade tem o potencial de criar um ambiente de aprendizado dinâmico e envolvente. Para que essa integração seja bem-sucedida, é essencial que os desafios sejam reconhecidos e superados, com um foco especial na formação de professores, no desenvolvimento de métodos de avaliação apropriados e na garantia de um ensino equitativo e acessível a todos os estudantes.

Análise da dissertação 3: Uso de dados reais para interpretação de gráficos estatísticos sobre função exponencial

Resumo e palavras-chave

O estudo aborda o uso de dados reais para a interpretação de gráficos estatísticos sobre função exponencial, explorando o tripé composto por letramento estatístico, dados reais e resolução de problemas. A problemática central é: como desenvolver letramento estatístico para a interpretação de gráficos que envolvam função exponencial em alunos do ensino médio utilizando dados reais? O objetivo geral foi modelar, desenvolver, aplicar e avaliar um produto educacional para a interpretação de gráficos de função exponencial a partir de dados reais. Para tanto, foram explorados modelos aplicados na saúde, como aqueles utilizados na disseminação de organismos patógenos entre a população, a exemplo do vírus Sars-Cov2. Outras aplicações do modelo matemático foram investigadas no campo da biologia, na relação presa e predador, e na matemática financeira, quando se analisou o rendimento das criptomoedas.

As reflexões foram fundamentadas na premissa de que a matemática, conforme preconiza a BNCC (Brasil, 2018, 2019), deve estar voltada à resolução de problemas reais, evidenciando a sua importância na formação escolar. Assim, foram analisadas as orientações desse documento

quanto à resolução de problemas a partir de dados reais, ao letramento estatístico e à utilização da tecnologia como instrumento de ensino. As reflexões encontraram amparo em Vygotsky (1984, 1999) e na Teoria do Sociointeracionismo. O estudo de campo foi efetivado por meio de criação, desenvolvimento e aplicação de um produto educacional que explora o tripé apresentado. As palavras-chave definidas foram: funções exponenciais, letramento estatístico, matemática aplicada à realidade e resolução de problemas.

Análise dos aspectos teórico-metodológicos

A abordagem teórico-metodológica da dissertação indica que a resolução de problemas, a educação estatística e a teoria de Vygotsky se unem em um contexto educativo que enfatiza a interação social, a construção do conhecimento e a utilização prática dos conceitos matemáticos. A resolução de problemas, como abordagem pedagógica, estimula os alunos a enfrentarem desafios matemáticos contextualizados, fomentando o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia na procura de soluções. Logo, a adoção de dados reais, como os associados à Covid-19 (Fiocruz, 2022; Lluch, 2021; Opas, 2022), solidifica a contextualização dos conteúdos matemáticos, proporcionando aos estudantes uma compreensão mais aprofundada e aplicada dos conceitos estatísticos. Ademais, a dissertação reforça o letramento estatístico como uma competência essencial para interpretar gráficos, analisar dados e compreender informações estatísticas, o que permite aos alunos uma avaliação crítica das informações quantitativas.

É fundamental salientar que, do ponto de vista teórico, tanto a resolução de problemas quanto a educação estatística abordadas nesse estudo baseiam-se em princípios construtivistas. Esses princípios realçam a construção ativa do conhecimento pelo aluno, a interação social e a contextualização do conteúdo. A teoria de Vygotsky destaca a importância da interação social e do papel mediador do professor no processo educacional, atuando como facilitadores para o desenvolvimento cognitivo dos alunos.

A integração dessas abordagens pedagógicas cria um ambiente de aprendizagem dinâmico e interativo, no qual os alunos são incentivados a participar ativamente do processo educacional. A colaboração entre pares não só facilita a troca de ideias e estratégias, mas também fortalece a capacidade de argumentação e de defesa de pontos de vista, habilidades fundamentais para o desenvolvimento pessoal e profissional. Além disso, a aplicação prática dos conceitos estatísticos em situações do cotidiano torna o aprendizado mais relevante e interessante para os alunos. Eles passam a compreender a importância da matemática e da estatística na resolução de problemas reais, desde a interpretação de gráficos e tabelas até a análise de pesquisas e estudos científicos. Essa contextualização do conhecimento matemático ajuda a quebrar a barreira entre o conteúdo teórico e a prática diária, tornando o aprendizado mais significativo e motivador.

Por fim, a mediação do professor, conforme sugerido pela teoria de Vygotsky, desempenha um papel crucial nesse processo. O educador atua como um guia, apoiando os alunos na construção do conhecimento, oferecendo *feedback* construtivo e promovendo um ambiente de aprendizado colaborativo. Através de estratégias como a aprendizagem cooperativa e o ensino entre pares, os alunos desenvolvem não apenas habilidades matemáticas e estatísticas, mas também competências socioemocionais, como empatia, respeito e trabalho em equipe. Dessa forma, a sinergia entre a resolução de problemas, a teoria de Vygotsky e a educação estatística proporciona uma educação matemática rica e multifacetada, preparando os alunos para enfrentar os desafios do século XXI com confiança e competência.

Reflexões e críticas

A integração da resolução de problemas, da teoria de Vygotsky e da educação estatística no ensino da matemática constitui um campo essencial de reflexão e crítica para aprimorar as práticas educacionais e promover uma aprendizagem mais significativa. As reflexões e críticas pertinentes a esse contexto incluem vários aspectos cruciais.

Primeiramente, os desafios da implementação merecem destaque. A incorporação desses elementos no ensino da matemática pode enfrentar obstáculos práticos, como a necessidade de formação docente específica, a disponibilidade de recursos adequados e a adaptação curricular para contemplar essas abordagens de forma eficaz. Os professores precisam estar devidamente preparados para mediar a aprendizagem e aplicar as teorias e práticas de maneira coesa e contextualizada. Além disso, é vital encontrar um equilíbrio entre teoria e prática. A teoria de Vygotsky enfatiza a interação social e a mediação do professor, enquanto a prática da resolução de problemas e da educação estatística demanda que os alunos tenham oportunidades reais de aplicar os conceitos matemáticos em situações cotidianas. Esse equilíbrio é crucial para garantir que os estudantes não apenas compreendam os conceitos teóricos, mas também saibam aplicá-los de forma prática e significativa.

Outros pontos importantes são a contextualização e o significado das atividades. As atividades de resolução de problemas e de educação estatística devem ser contextualizadas e significativas para os alunos, conectando os conceitos matemáticos com situações reais. Isso incentiva a reflexão crítica sobre a relevância desses conhecimentos em suas vidas e torna a aprendizagem mais envolvente e aplicável ao mundo real. A avaliação e o *feedback* também desempenham um papel central nesse processo. A avaliação das aprendizagens deve ir além da simples verificação de conteúdos, considerando as capacidades dos alunos em resolver problemas de forma autônoma, colaborar com os colegas e interpretar e comunicar informações estatísticas de maneira eficaz. Um *feedback* construtivo e contínuo é fundamental para o desenvolvimento constante dos alunos. Por fim, a inclusão e a diversidade são essenciais para garantir que as práticas educacionais sejam equitativas e respeitem a diversidade de experiências e conhecimentos dos alunos. Promover um ambiente de aprendizagem acolhedor e inclusivo é fundamental para que todos os alunos possam se beneficiar plenamente dessas abordagens pedagógicas.

Ao refletir e criticar de forma construtiva a integração desses elementos no ensino da matemática, os educadores podem identificar oportunidades de aprimoramento, promover a inovação pedagógica e proporcionar aos alunos uma formação matemática mais rica, significativa e alinhada com as demandas da sociedade contemporânea. Dessa maneira, os desafios são transformados em oportunidades para uma educação matemática que prepara os alunos não apenas para o sucesso acadêmico, mas também para a vida em sociedade, onde a análise e a compreensão de informações estatísticas são habilidades essenciais.

Considerações finais

Este capítulo abordou a contextualização do ensino de estatística, investigando estratégias pedagógicas como gamificação e ensino por investigação, e sua influência na aprendizagem significativa e no desenvolvimento do raciocínio estatístico. Através da análise das dissertações selecionadas, são exploradas diferentes metodologias aplicadas em diversos níveis educacionais. Santos (2022) examina a eficácia da gamificação na motivação e no engajamento dos alunos no estudo de gráficos estatísticos pautada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Costa (2023) discute o ensino por investigação como meio de construir o raciocínio estatístico no ensino fundamental. Dorigon (2023) explora o uso de dados reais na interpretação de gráficos estatísticos e sua relevância na compreensão de conceitos matemáticos complexos. Adicionalmente, convém frisar que as pesquisas de Costa e Dorigon são embasadas na Teoria Sociointeracionista de Vygotsky. Este capítulo sintetizou as contribuições teóricas e práticas dessas dissertações, refletindo criticamente sobre os métodos utilizados e sugerindo caminhos para futuras pesquisas.

No que se refere às implicações para o ensino de estatística, a utilização de mecânicas de jogos pode potencializar o engajamento e a motivação dos alunos, promovendo uma aprendizagem significativa dos conceitos estatísticos. As mecânicas da gamificação, como pontuação, narrativa

e recompensas, criam um ambiente interativo que facilita a assimilação de gráficos estatísticos como histogramas, *boxplots* e diagramas de dispersão. Além disso, o ensino investigativo encoraja os alunos a explorar e formular hipóteses e resolver problemas, desenvolvendo um raciocínio estatístico sólido. A metodologia investigativa, baseada na teoria sociointeracionista de Vygotsky, enfatiza a mediação do professor e a interação social, proporcionando um aprendizado contextualizado e significativo. Ademais, a utilização de dados reais na interpretação de gráficos estatísticos, especialmente em tópicos como funções exponenciais, facilita a compreensão de conceitos complexos e sua relevância prática. Essa abordagem conecta a matemática com contextos autênticos, tornando o aprendizado mais relevante e aplicável à vida cotidiana dos alunos.

Em se tratando de trabalhos futuros, sugere-se investir na formação continuada de professores para a implementação eficaz de metodologias inovadoras como gamificação e ensino por investigação. Os professores devem ser capacitados para utilizar essas estratégias de forma integrada e adaptada ao contexto de suas salas de aula. Outrossim, criar e disseminar materiais didáticos que incorporam mecânicas de gamificação e métodos investigativos pode apoiar os professores na aplicação dessas abordagens. Recursos que utilizam dados reais e ferramentas tecnológicas também devem ser desenvolvidos para facilitar a aprendizagem contextualizada.

Também se recomenda desenvolver métodos de avaliação que vão além da verificação do conhecimento factual, focando na capacidade dos alunos de aplicar conceitos estatísticos em contextos reais. O *feedback* contínuo e construtivo deve ser parte integrante do processo de ensino-aprendizagem, ajudando os alunos a refletir e melhorar continuamente. Ademais, as práticas pedagógicas devem ser inclusivas, respeitando a diversidade de experiências e conhecimentos dos alunos. A criação de um ambiente de aprendizagem acolhedor e equitativo é essencial para garantir que todos os alunos tenham oportunidades iguais de sucesso.

Enfim, é fundamental incentivar a pesquisa contínua sobre as diferentes estratégias pedagógicas no ensino de estatística, avaliando sua eficácia

e identificando melhores práticas. Estudos longitudinais podem fornecer *insights* valiosos sobre o impacto dessas metodologias no desenvolvimento do raciocínio estatístico e na aprendizagem significativa. Dessa forma, a combinação de teorias de aprendizagem com estratégias inovadoras pode resultar em um processo de ensino e aprendizagem mais eficaz e envolvente, preparando os alunos para os desafios do mundo contemporâneo.

As três dissertações analisadas representam avanços no estudo da Ciência Estatística na educação básica. Comprovam que a utilização de novas metodologias, associadas ao ensino tradicional, promove o desempenho dos alunos na compreensão e apreensão de conceitos, bem como seus significados, pois eles são estimulados através do desenvolvimento de atividades atrativas e inovadoras. As estratégias didáticas utilizadas nos trabalhos analisados: a gamificação para promover a participação efetiva dos alunos nas atividades propostas, o processo investigativo de fenômenos para auxiliar no desenvolvimento do raciocínio estatístico e a exploração de dados reais através da utilização de aplicativos computacionais para auxiliar a análise e interpretação de informações provenientes de gráficos e tabelas, proporcionam a contextualização do conhecimento estatístico, dando significado a ele. Isso está alinhado com estudos sobre a importância do letramento estatístico no ensino básico, pois a compreensão e o entendimento estatístico são essenciais para a realização de inferências e a tomada de decisões.

Dessa forma, podemos propor a continuidade das estratégias utilizadas: 1) através do desenvolvimento de projetos de pesquisa (estruturados dentro do método estatístico) aplicados a situações reais da vivência dos estudantes, seja no contexto escolar ou da comunidade em que a escola está inserida; após a coleta de dados, aplicar as mesmas estratégias utilizadas nos trabalhos analisados (adaptadas ao contexto) para organização, análise, apresentação e discussão dos dados coletados; 2) levando em consideração que o desenvolvimento da Estatística e da Probabilidade ocorreu através da resolução de problemas práticos, essa abordagem pode ser utilizada como estratégia didática. No entanto, somente será eficaz a partir

da compreensão de que resolução de problemas deve envolver situações retiradas do contexto real dos alunos, sendo necessário, para sua solução, tanto o desenvolvimento de estratégias quanto a interpretação dos dados.

Referências

- ALMEIDA, C. R. *et al.* Letramento estatístico na educação básica: os desafios de ensinar o diagrama da caixa (box-plot) em contexto. *Educação Matemática Pesquisa*, v. 23, n. 1, p. 499-529, 2021.
- ALVES, A. M. P. *As teorias do jogo infantil de Vygotsky e Winnicott: uma análise intersubjetiva*. 2013. 166 f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Assis, 2013.
- ALVES, F. *Gamification: como criar experiências de aprendizagem engajadoras: um guia completo do conceito à prática*. São Paulo: DVS, 2014.
- ALVES, L. R. G.; MINHO, M. R. S.; DINIZ, M. V. C. Gamificação: diálogos com a educação. In: FADEL, L. M.; UBRICHT, V. R.; BATISTA, C. R.; VANZIN, T. (org.). *Gamificação na educação*. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014. p. 74-97.
- ALVES, M. M.; TEIXEIRA, O. A gamificação e objeto de aprendizagem: elementos da gamificação no design de objetos de aprendizagem. In: FADEL, L. M.; UBRICHT, V. R.; BATISTA, C. R.; VANZIN, T. (org.). *Gamificação na educação*. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014. p. 122-142.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006. p. 19-33.
- BALLEJO, C. C.; BRAGA, E. R. Desenvolvimento de competências estatísticas no Novo Ensino Médio. *Em Teia | Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana*, v. 13, n. 3, p. 290-309, 2022.
- BARRETO, M. C. *et al.* Compreensão estatística de professores em formação inicial. *Bolema - Boletim de Educação Matemática*, v. 36, n. 74, p. 1115-1134, dez. 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC): Educação é a Base*. Brasília, DF: MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 6 jun. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Brasília, DF: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Fundamental, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática*. Brasília, DF: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Fundamental, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. *Temas contemporâneos transversais na BNCC*. Proposta de práticas de implementação. Brasília, DF: Ministério da Educação; Secretaria da Educação Básica, 2019. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/imagens/implementacao/guia_pratico_temas_contemporaneos.pdf. Acesso em: 15 jun. 2024.

BUSARELLO, R. I. *Gamification: princípios e estratégias*. São Paulo: Pimenta Cultural, 2016.

CAMPOS, C. R. *et al.* Educação estatística no contexto da educação crítica. *Bolema - Boletim de Educação Matemática*, v. 24, n. 39, p. 473-494, 2011.

CARVALHO, A. M. P. A pesquisa no ensino, sobre o ensino e sobre a reflexão dos professores sobre seus ensinos. *Educação e Pesquisa*, v. 28, n. 2, p. 57- 67, jul./dez. 2002.

CAZORLA, I. M. *A relação entre a habilidade viso-pictórica e o domínio de conceitos estatísticos na leitura de gráficos*. 2002. 335 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002. Disponível em: https://www.psiem.fe.unicamp.br/pf-psiem/cazorla_irenemauroicio_d.pdf. Acesso em: 3 jun. 2024.

CECHETTI, N. P. *Uma proposta de gamificação em sistemas de m-Health para o engajamento de usuários*. 2018. 104 f. Dissertação (Mestrado em Computação) – Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2018.

CHAIKLIN, S. A Zona de Desenvolvimento Próximo na análise de Vygotsky sobre aprendizagem e ensino. *Psicologia em Estudo*, v. 16, n. 4, p. 659-675, out./dez. 2011.

CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; ALVES FILHO, J. P. Potencialidades do ensino por investigação para promoção da motivação autônoma na educação científica. *Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 8, n. 1, p. 101-129, 2015. DOI: 10.5007/1982-5153.2015v8n1p101.

CORBELLO, L. S.; OLIVEIRA, P. C. Um produto educacional para o letramento estatístico no ensino médio. *Caminhos da Educação Matemática em Revista*, v. 9, n. 2, p. 187-204, 2019.

COSTA, L. A. *Vivências sobre investigação para a construção do raciocínio estatístico no ensino fundamental*. 2023. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023.

DARROZ, M. L.; ROSA, W. T. C.; GIARETTA, H. P. A teoria da Aprendizagem Significativa. In: LOCATELLI, A.; FERRAZ, H. L.; PIVA, M. (org.). *UPF 50 Anos: compromisso com a formação de professores contribuições das ciências da natureza, matemática, educação inclusiva e psicologia*. Campinas: Pontes Editores, 2019. p. 113-174.

DEMO, P. *Educar pela pesquisa*. 10. ed. Campinas: Autores Associados, 2021.

DETERDING, S. Gamification: designing for motivation. *Interactions*, v. 19, n. 4, p. 14-17, jul./ago. 2012.

DORIGON, G. F. *Uso de dados reais para interpretação de gráficos estatísticos sobre função exponencial*. 2023. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023.

ECHEVESTE, S.; BITTENCOURT, H.; BAYER, A.; ROCHA, J. Educação estatística: perspectivas e desafios. *Actas Scientiae*, v. 7, n. 1, p. 103-109, jan./jun. 2005.

ESQUIVEL, H. C. R. *Gamificação no ensino da Matemática: uma experiência no ensino fundamental*. 2017. 64 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

EVANGELISTA, B.; PONTES, M. Alunos de 5º ano do Ensino Fundamental aprendendo a interpretar e construir tabelas a partir de sequências de ensino. *Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana*, v. 12, n. 3, p. 1-23, 2021.

FARDO, M. L. A gamificação aplicada em ambiente de aprendizagem. *Revista Renote – Novas tecnologias para a Educação*, v. 11, n. 1, p. 1-9, 2013.

FERNANDES, J. A.; MORAIS, P. C. Leitura e interpretação de gráficos estatísticos por alunos do 9º ano de escolaridade. *Educação Matemática Pesquisa*, v. 13, n. 1, p. 95-115, 2011.

FIGUEIRA, A. P. C.; CRÓ, M. DE L.; LOPES, I. P. *Ferramentas da mente: a perspectiva de Vygotsky sobre a educação de Infância*. [S. l.]: Imprensa da Universidade de Coimbra/Coimbra University Press, 2014.

FIOCRUZ. FUNDAÇÃO OSVALDO CRUZ. *Cenários epidemiológicos: sistemas de Monitoramento Monitora Covid-19*. 2022. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/observatorio-covid-19/cenarios-epidemiologicos>. Acesso em: 23 ago. 2022.

GAL, I. Adults Statistical Literacy: meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, v. 70, n. 1, p. 1-25, 2002.

GIL PEREZ, D.; VALDES CASTRO, P. La orientación de las practices de laboratorio como invetigagación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 14, n. 2, p. 155-163, 1996. DOI: 10.5565/rev/ensciencias.4221.

GRANDO, R. C. *et al.* Narrativa de aula de uma professora sobre investigação estatística. *Educação & Realidade*, Porto Alegre, v. 39, n. 4, p. 985-1002, out./dez. 2014.

LIMA, I. B. Interpretação de gráficos de barras em Educação de Jovens e Adultos. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, v. 102, n. 260, p. 218-242, jan./abr. 2021.

LLUCH, G. L. *Covid: porque alguns cientistas estão comparando a variante Ômicron, do coronavírus, com o sarampo*. BBC News Brasil. 2021. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-59795529>. Acesso em: 29 dez. 2021.

LOPES, C. E. *et al.* O ensino da estatística e da probabilidade na educação básica e a formação dos professores. *Centro de Estudos de Educação e Sociedade*, v. 28, n. 7, p. 57-73, abr. 2008.

LOPES, C. E.; MENDONÇA, L. de O. Prospectivas para o estudo da probabilidade e da estatística no ensino fundamental. *Vidya*, v. 36, n. 2, p. 293-314, 2016.

LOPES, C. E. O ensino da estatística e da probabilidade na educação básica e a formação dos professores. *Cadernos CEDES*, v. 28, n. 74, p. 57-73, jan. 2008. DOI: 10.1590/S0101-32622008000100005.

LOPES, C. E. Tessitura possível entre letramento estatístico, pensamento crítico e insubordinação criativa. In: MONTEIRO, C. E. F.; CARVALHO, L. M. T. L. de (org.). *Temas emergentes em letramento estatístico*. Recife: Ed. UFPE, 2021. p. 60-87.

MAIOR, C. D. S.; WANDERLEY, J. de L. A teoria vygotskyana das funções psíquicas superiores e sua influência no contexto escolar inclusivo. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA, 2. *Anais [...]*. 2016. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/cintedi/2016/TRABALHO_EV060_MD1_SA12_ID2646_13102016173601.pdf. Acesso em: 24 dez. 2021.

MONTEIRO, C. E. F.; CARVALHO, L. M. T. L. de. A emergência do letramento estatístico no mundo contemporâneo. In: MONTEIRO, C. E. F.; CARVALHO, L. M. T. L. de (org.). *Temas emergentes em letramento estatístico*. Recife: Ed. UFPE, 2021. p. 17-26.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.

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

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. *Curriculum*, La Laguna, Espanha, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2021.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. de C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 9, n. 1, p. 72-89, 2007.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. *Acta Scientiae*, v. 12, n. 1, p. 139-153, 2010.

OPAS. ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. *Excesso de mortalidade associado à pandemia de Covid-19 foi de 14,9 milhões em 2020 e 2021*. 2022. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/5-5-2022-excesso-mortalidade-associado-pandemia-covid-19-foi-149-milhoes-em-2020-e-2021>. Acesso em: 21 nov. 2022.

RIBEIRO, C. C.; JACOBINI, O. R.; WODEWOTZKI, M. L. L.; FERREIRA, D. H. L. Educação estatística no contexto da educação crítica. *Boletim de Educação Matemática*, v. 24, n. 39, p. 473-494, ago. 2011.

SÁ, D. L.; SILVA, M. P. M.; SAMÁ, S. P. Análise do Letramento Estatístico de estudantes concluintes do Ensino Médio. In: SAMÁ, S. P.; SILVA, M. P. M. (org.). *Educação Estatística: ações e estratégias pedagógicas no Ensino Básico e Superior*. Curitiba: CRV, 2015. p. 155-167.

SANTANA, M. de S. Traduzindo pensamento e letramento estatístico em atividades para sala de aula: construção de um produto educacional. *Bolema - Boletim de Educação Matemática*, v. 30, n. 56, p. 1165-1187, dez. 2016.

SANTOS, A. dos. *Uso de mecânicas da gamificação para a busca de indícios de aprendizagem significativa no ensino de gráficos estatísticos*. 2022. 191 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2022.

SILVA, C. B. *Pensamento estatístico e raciocínio sobre variação: um estudo com professores de matemática*. 2007. 355 f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

SIMÕES, J.; REDONDO, R.; VILAS, A. A social gamification framework for a K-6 Learning Platform. *Computers in Human Behavior*, v. 29, p. 345-353, 2013.

TRIOLA, M. F. *Introdução à estatística*. Tradução e revisão técnica Ana Maria Lima de Farias, Vera Regina Lima de Faria e Flores. 12. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

VASCONCELLOS, C. S. *Construção do conhecimento em sala de aula*. 15. ed. São Paulo: Libertad, 2004.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

WALICHINSKI, D.; SANTOS JUNIOR, G. Educação estatística: objetivos, perspectivas e dificuldades. *Imagens da Educação*, v. 3, n. 3, p. 31-37, out. 2013.

WILD, C. J.; PFANNKUCH, M. Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, v. 67, n. 3, p. 223-248, 1999.

YUMI KATAOKA, V. et al. A educação estatística no Ensino Fundamental II em Lavras, Minas Gerais, Brasil: avaliação e intervenção. *Revista latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, v. 14, n. 2, p. 233-263, 2011.

Uma visão geral do enfoque CTS no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática ao longo de uma década

Aline Locatelli

José Carlos Amorim

Luana Carla Zanelato do Amaral

Introdução

De maneira ampla, as propostas em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) têm como objetivo fomentar a motivação intrínseca dos estudantes, facilitando a aprendizagem em Ciências por meio da alfabetização científica e tecnológica. Além disso, buscam promover o desenvolvimento do pensamento crítico e incentivar a independência intelectual para uma cidadania eficaz (Santos; Schnetzler, 1997).

Embora autores como Santos e Schnetzler (1997) já destacassem a alfabetização em ciência e tecnologia como uma exigência da contemporaneidade, percebe-se que essa questão continua em pauta. Isso se evidencia, por exemplo, na polêmica gerada pelos *movimentos antivacinas* (Lima; Silva; Souza, 2021), pelos *movimentos terraplanistas* (Martins; Gonsalves; Estêvão, 2022) e pela disseminação de *desinformação e negacionismo climático* (Aguiar; Monteiro; Batista, 2022). Essas questões nos fazem refletir como educadores, no sentido de pensar em estratégias didáticas ou propostas pedagógi-

cas que, de alguma forma, minimizem uma argumentação frágil ou até mesmo distorcida das evidências científicas com relação a temas dessa natureza.

Pires, Costa e Moreira (2022) afirmam que a abordagem CTS se destaca como um movimento que busca influenciar mudanças no ensino de Ciências, contribuindo para reinterpretar visões simplistas e distorcidas da ciência. Além disso, essa abordagem oferece oportunidades de alfabetização científica aos estudantes da educação básica. Pinheiro (2005, p. 29) destaca que:

[...] o enfoque CTS busca entender os aspectos sociais do desenvolvimento tecnocientífico, tanto nos benefícios que esse desenvolvimento possa estar trazendo, como também as consequências sociais e ambientais que poderá causar.

A educação CTS visa preparar os cidadãos para uma participação ativa na sociedade. O ensino que integra os elementos dessa tríade possibilita a alfabetização científica e, conseqüentemente, a formação cidadã, em contraste com um ensino que se limita a preparar para o prosseguimento dos estudos (Muenchen; Auler, 2007). A abordagem curricular em CTS se destaca pelo emprego de temas sociais que conectam a tríade ao cotidiano, promovendo uma integração entre educação científica, tecnológica e social. Isso significa que os conteúdos científicos e tecnológicos são explorados em conjunto com análises de seus contextos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos (Luján López; Cerezo, 1996).

Nessa visão, Cerezo (2009) resume três maneiras pelas quais o CTS pode ser integrado à educação científica: CTS como acréscimo curricular; CTS como acréscimo em disciplinas científicas; e Ciência por meio de CTS. Outra modalidade possível para introduzir essas discussões no currículo é descrita por Luján López *et al.* (1996), que apresentam estratégias que podem ser utilizadas no planejamento do professor, a saber: **Enxerto CTS**, em que o CTS é inserido nos conteúdos de Ciências sem alterar o ensino tradicional; **Ciências por meio de CTS**, abordagem na

qual os conteúdos científicos são subordinados e introduzidos a partir dos temas CTS; **Programas Puros CTS**, nos quais os conceitos científicos ocupam um papel secundário.

Santos e Mortimer (2002, p. 112) apontam que um dos objetivos dos currículos que enfatizam CTS é educar os cidadãos na sociedade contemporânea. Contudo, não se trata apenas de “[...] mostrar as maravilhas da ciência, como a mídia já o faz, mas de disponibilizar as representações que permitam ao cidadão agir, tomar decisão e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas”.

No que se refere à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), observa-se que ela incorpora competências gerais da educação básica que são fundamentais para a alfabetização científica. Princípios como valorização do conhecimento historicamente construído, estímulo à curiosidade intelectual, adoção da abordagem científica, argumentação com base em informações confiáveis, consciência socioambiental, consumo responsável, posicionamento ético, resolução de problemas, comunicação crítica e exercício de protagonismo pessoal e coletivo estão destacados no documento inicial (Brasil, 2018).

A BNCC enfatiza a necessidade de discutir o papel da ciência e da tecnologia no desenvolvimento humano e na melhoria da qualidade de vida, além de abordar seus impactos ambientais e sociais ao longo do tempo (Brasil, 2018). Nesse sentido, há um reconhecimento normativo da importância de oferecer um ensino de Ciências que promova a alfabetização científica.

Nesse sentido, este texto objetiva trazer um panorama das práticas de ensino em pesquisas com enfoque CTS ou CTSA¹ (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF), ao longo de uma década de existência.

¹ Entendemos CTSA como uma extensão do conceito de CTS, incluindo também o Ambiente como um componente central das interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Encaminhamento metodológico

As discussões apresentadas são baseadas em um estudo, nos moldes do tipo “estado da arte”, de viés descritivo e interpretativo das produções sobre CTS/CTSA produzidas no âmbito do PPGECM da UPF.

Ferreira (2002, p. 257) define as pesquisas do tipo “estado da arte” como:

[...] de caráter bibliográfico, elas parecem trazer em comum o desafio de mapear e de discutir uma certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e de seminários.

Inicialmente, foi realizada uma busca no repositório² de dissertações, teses e produtos educacionais do PPGECM, selecionando os trabalhos que apresentaram os termos “CTS” ou “CTSA” no título, nas palavras-chave ou no resumo. A análise consistiu na exploração do material, com leitura e análise das dissertações, teses e produtos educacionais vinculados, análise dos objetos de pesquisa, aplicação e perspectiva CTS/CTSA adotada. O tratamento dos resultados foi qualitativo e interpretativo, baseado nas discussões CTS/CTSA ponderadas na etapa inicial deste texto.

Resultados e discussão

Ao realizar as buscas, foram localizadas nove dissertações (D) e nove produtos educacionais (PE) relacionados à temática CTS/CTSA no período de 2014 a 2024. O Quadro 1 apresenta a sistematização dos títulos das pesquisas, seus respectivos autores e o ano de defesa.

² Disponível em: <https://www.upf.br/ppgecm/dissertacoes-e-teses>.

Quadro 1 – Pesquisas localizadas no repositório de dissertações, teses e produtos educacionais, PPGECEM-UPF

(Modalidade*)/Título do trabalho	Autoria/Ano
(D) Sequências didáticas potencialmente significativas com enfoque CTS: uma proposta para qualificar o ensino de reações químicas	Amaral (2016)
(PE) Sequências Didáticas Potencialmente Significativas com enfoque CTS: uma proposta para qualificar o ensino de Reações Químicas	Amaral e Locatelli (2016)
(D) Potencialidades e limitações do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no ensino de eletricidade nos anos finais do ensino fundamental	Caporal Filho (2017)
(PE) CTS no ensino de eletricidade	Caporal Filho, Perez e Locatelli (2017)
(D) Abordagem do conteúdo "Ondas" no ensino médio na perspectiva CTS estruturada a partir dos três momentos pedagógicos	Pieri (2017)
(PE) Ondas no ensino médio	Pieri e Rosa (2017)
(D) Contextualizando conceitos de ácidos e bases no ensino médio por meio de uma Ueps	Stefini (2018)
(PE) Unidade de ensino potencialmente significativa (Ueps): ácidos e bases para o ensino médio de Química	Stefini e Zoch (2018)
(D) Unidade de ensino potencialmente significativa com enfoque CTS para abordar o tema da extração mineral	Trento (2019)
(PE) Estudo de soluções e oxirredução por meio da extração mineral	Trento e Locatelli (2019)
(D) A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) do jeans como proposta para abordagem de Ciências no 9º ano	Bender (2021)
(PE) A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) do jeans como proposta para abordagem de Ciências no 9º ano	Bender e Zoch (2021)
(D) O ensino de função polinomial do 1º grau por meio do enfoque CTS e a contribuição interdisciplinar das Ciências	Balbinot (2023)
(PE) Análise da qualidade de alimentos e a função polinomial do 1º grau	Balbinot e Zoch (2023)
(D) O enfoque CTS no ensino de Matemática: as contribuições de um curso de formação de professores	Amorim (2023)
(PE) O enfoque CTS no ensino de Matemática: um apoio para professores da educação básica	Amorim e Locatelli (2023)
(D) Potencialidades de uma sequência didática com enfoque CTSA no desenvolvimento da educação ambiental no ensino fundamental	Oliveira (2023)
(PE) Sequência didática com enfoque CTSA para promoção da educação ambiental no ensino fundamental	Oliveira, Locatelli e Silva (2023)

Fonte: elaboração dos autores, 2024.

A primeira pesquisa, intitulada *Sequências didáticas potencialmente significativas com enfoque CTS*: uma proposta para qualificar o ensino de reações químicas, de autoria de Luana Carla Zanelato do Amaral (2016), trata da construção, aplicação e análise dos resultados de uma sequência didática que utilizou a abordagem CTS para introduzir e desenvolver o conteúdo de reações químicas no primeiro ano do ensino médio. A metodologia para a construção da sequência didática baseou-se nas unidades de ensino potencialmente significativas (Ueps), e os dados da pesquisa foram coletados por meio de participação dos estudantes, memórias de aula do professor, anotações dos estudantes e confecção de histórias em quadrinhos. Os resultados da pesquisa indicaram que a abordagem dos conteúdos químicos com temáticas próximas à realidade dos estudantes favorece a aprendizagem significativa e a elaboração do pensamento crítico, além de contribuir para o interesse e a motivação dos educandos.

O produto educacional vinculado, de autoria de Amaral e Locatelli (2016), consiste em uma sequência didática que visa tornar o ensino-aprendizagem das reações químicas mais significativo para os estudantes, promovendo uma maior integração entre a Química como ciência, tecnologia e sociedade. Assim, os autores pretenderam contribuir para a alfabetização científica, capacitando os estudantes a compreender e interagir de maneira consciente e crítica com a natureza e a tecnologia.

A dissertação de Ricardo Goulart Caporal Filho (2017), intitulada *Potencialidades e limitações do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no ensino de eletricidade nos anos finais do ensino fundamental*, avaliou o potencial CTS para o ensino de eletricidade nos anos finais do ensino fundamental. O referencial metodológico da intervenção didática que foi realizada se baseou nos três momentos pedagógicos (3MPs). Os instrumentos de coleta de dados da pesquisa foram questionário inicial, questionário final e ficha de registros diários, os quais foram analisados pela perspectiva da análise de conteúdo de Bardin.

A pesquisa utilizou o formato de enxerto CTS, e o autor concluiu que os estudantes apresentaram um posicionamento crítico ao serem ques-

tionados sobre o desperdício no consumo de energia elétrica. Além disso, verificaram-se indícios positivos de apropriação e evolução na fixação dos conhecimentos abordados na sequência didática, com acréscimos de sensibilização crítica, participação ativa e emancipatória dos estudantes, demonstrando o potencial positivo do enxerto CTS para o ensino de Ciências.

Vinculado à dissertação, Caporal Filho, Perez e Locatelli (2017) apresentam um produto educacional na forma de uma sequência didática, estruturada à luz dos 3MPs, com o objetivo de despertar o interesse dos estudantes dos anos finais do ensino fundamental e contribuir para o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de eletricidade.

Na dissertação intitulada *Abordagem do conteúdo "Ondas" no ensino médio na perspectiva CTS estruturada a partir dos três momentos pedagógicos*, Pieri (2017) investigou como o enfoque CTS, aliado à metodologia dos 3MPs, pode favorecer relações entre o conhecimento científico e as situações vivenciais dos estudantes. Nessa pesquisa, a coleta de dados se deu por meio de diários de bordo da pesquisadora e da produção de uma peça teatral dos estudantes envolvidos.

O estudo concluiu a viabilidade das atividades de ensino que aproximam os conteúdos com as situações da vivência dos educandos, principalmente as que tangem a formação cidadã. A pesquisadora também “elucidou a relevância de propor debates e a inserção de temas polêmicos para instigar o pensamento crítico dos alunos e potencialmente significativo para a apropriação dos conceitos em Física” (Pieri, 2017, p. 7).

O produto educacional vinculado ao estudo, de autoria de Pieri e Rosa (2017), foi desenvolvido na forma de material de apoio para os professores de Física do ensino médio e apresenta uma sequência didática sobre o conteúdo de ondulatória, estruturada a partir dos 3MPs, afinados com a perspectiva da relação entre CTS.

Na pesquisa *Contextualizando conceitos de ácidos e bases no ensino médio por meio de uma Ueps*, Stefini (2018) parte da premissa de que o ensino de Química escolar é distante da realidade dos educandos e esse aspecto precisa ser transformado. De acordo com a investigação, a con-

textualização dos conceitos químicos e a utilização de estratégias metodológicas diversificadas podem promover melhorias no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos químicos. Conforme as premissas teóricas, o trabalho teve como objetivos construir e aplicar uma Ueps e identificar indícios de aprendizagem significativa a partir do conteúdo de ácidos e bases. As discussões teóricas são amparadas, majoritariamente, na Teoria da Aprendizagem Significativa. A pesquisa foi realizada com estudantes do segundo ano do ensino médio, em uma cidade do interior do estado do Rio Grande do Sul. Os instrumentos de coleta de dados consistiram em aplicação de pré-teste e pós-teste, avaliação individual, atividades colaborativas em grupo e registros do professor, os quais foram analisados nas perspectivas qualitativa e quantitativa.

Como resultado, o pesquisador ponderou que os estudantes avançaram na construção dos conceitos químicos e na argumentação e discussão sobre a utilização dos conceitos de ácidos e bases. Como produto educacional vinculado, Stefini e Zoch (2018) apresentam uma sequência didática para a abordagem do conteúdo de ácidos e bases na forma de uma Ueps para o ensino de Química. No decorrer do material didático, os autores apresentam dicas para o professor questionar seus estudantes sobre como a química “aparece” em diversas situações contextualizadas, a fim de fazer com que eles pensem sobre as ações do homem e seus impactos na natureza, possibilitando inserir discussões propostas pela abordagem CTS.

A pesquisa de autoria de Elisandra Trento (2019), intitulada *Unidade de ensino potencialmente significativa com enfoque CTS para abordar o tema da extração mineral*, fez uso do enfoque CTS para trabalhar os conteúdos de soluções e oxirredução no ensino médio por meio das premissas de uma Ueps. A pesquisa realizada caracterizou-se como qualitativa e participante, e a produção de dados ocorreu por meio de dois instrumentos: diário de bordo da professora pesquisadora e materiais confeccionados pelos estudantes. O estudo foi realizado em uma escola pública no município de Marau, RS, com 12 estudantes do segundo ano do ensino médio.

Os resultados do estudo indicaram a potencialidade da proposta, principalmente por despertar a participação, a curiosidade e o interesse dos estudantes. Trento e Locatelli (2019) apresentam um produto educacional que consiste em um material de apoio a professores de Química do ensino médio, referente à utilização da temática da “extração mineral”, para contextualização dos conteúdos de soluções e oxirredução.

O principal referencial teórico utilizado na construção do produto educacional foi a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, complementada com as contribuições de Marco Antonio Moreira (2011) por meio das Ueps. Na proposta, ainda, utilizou-se o enfoque CTS, como forma de contextualização, com base nas contribuições dos pesquisadores Santos e Auler (2011).

Na pesquisa *A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) do jeans como proposta para abordagem de Ciências no 9º ano*, Bender (2021) discute como promover um ensino de Química que contribua para a formação integral dos estudantes. Nesse sentido, a pesquisa teve como objetivo analisar a pertinência da temática ACV, com enfoque CTSA, para estabelecer relações entre o conhecimento científico e o cotidiano.

Como produto educacional, Bender e Zoch (2021) apresentam uma sequência didática envolvendo os conteúdos substâncias, ligações químicas, processos de separação e transformações químicas. O produto educacional foi aplicado em uma turma de 9º ano do ensino fundamental, de maneira *online* (devido à pandemia da Covid-19). A investigação consistiu em uma pesquisa-ação qualitativa, e os instrumentos para coleta de dados foram diário de bordo da professora/pesquisadora, questionário inicial e apresentação de trabalhos dos estudantes participantes.

Os resultados da pesquisa apontaram que a abordagem foi pertinente e que os estudantes colocaram em foco de discussões, durante as atividades da sequência didática, aspectos CTSA, dando indícios de que os objetivos associados à formação para a cidadania foram atingidos.

Na investigação *O ensino de função polinomial do 1º grau por meio do enfoque CTS e a contribuição interdisciplinar das Ciências*, Balbinot

(2023) discute o ensino de Matemática na perspectiva da educação matemática crítica com o enfoque CTS, a fim de significar o ensino de Matemática e fomentar o desenvolvimento para a cidadania nos anos finais do ensino fundamental. A professora pesquisadora abordou o conteúdo de função polinomial de primeiro grau com aproximações com o componente curricular de Ciências, com a metodologia dos 3MPs, usando como temática a qualidade dos alimentos. Durante a investigação, a pesquisadora relata que ocorreram dificuldades de compreensão do conteúdo matemático, porém foi possível identificar que a sequência didática (produto educacional) permitiu um maior interesse dos educandos, uma escuta/participação mais atenta, maior envolvimento com a percepção da importância da Matemática em situações vivenciais.

Balbinot e Zoch (2023) apresentam um produto educacional na forma de uma sequência didática estruturada por meio dos 3MPs e baseada no enfoque CTS, que visa um processo educativo que não apenas ensine os conteúdos disciplinares, mas também promova o desenvolvimento da cidadania nos educandos. Isso significa capacitar os estudantes a compreenderem situações e questões emergentes no mundo ao seu redor, abrangendo diversos aspectos relevantes para o cidadão moderno. Dessa forma, eles estarão preparados para participar de maneira consistente na sociedade em que vivem, reconhecendo a aplicação e a relevância dos conteúdos matemáticos no contexto social.

A dissertação de José Carlos Amorim (2023), intitulada *O enfoque CTS no ensino de Matemática: as contribuições de um curso de formação de professores*, objetivou desenvolver, implementar e avaliar um material didático (produto educacional) para professores de Matemática, estruturado nas premissas do enfoque CTS. A implementação da proposta aconteceu por meio de um curso de formação para 25 professores de Matemática da educação básica, em Cacoal, Rondônia. A carga horária do curso foi de 12 horas, desenvolvidas em três encontros presenciais.

Para a análise da viabilidade da proposta e as possíveis contribuições do enfoque CTS no ensino da Matemática, realizou-se uma pesquisa

qualitativa e participante, e os dados foram coletados por meio de três instrumentos: questionário (inicial e final), sequências didáticas produzidas pelos professores durante o curso e diário de bordo do professor pesquisador. A análise dos dados apontou resultados positivos, uma vez que as atividades realizadas tendo como base o produto educacional foram bem aceitas pelos professores, que sinalizaram o interesse de utilização do material didático em suas aulas. As sequências didáticas produzidas pelos professores durante o curso apresentaram o enfoque CTS permeando a estruturação. O pesquisador constatou que os participantes compreenderam que o ensino da Matemática com o enfoque CTS é uma alternativa capaz de suprir as demandas e atender ao que solicita a BNCC, classificando a metodologia como inovadora no que se refere ao ensino da Matemática.

Como produto educacional vinculado, Amorim e Locatelli (2023) apresentam um material de apoio para professores de Matemática da educação básica, com o intuito de apresentar conteúdos de Matemática e suas abordagens por meio do enfoque CTS, na modalidade enxerto CTS. O material didático integra atividades com enfoque CTS oriundas de pesquisas realizadas na literatura brasileira e apresenta exemplos de como diversas temáticas podem ser trabalhadas em sala de aula utilizando o enfoque CTS.

Oliveira (2023), na pesquisa *Potencialidades de uma sequência didática com enfoque CTSA no desenvolvimento da educação ambiental no ensino fundamental*, investigou as potencialidades de uma sequência didática (produto educacional) com enfoque CTSA para o desenvolvimento da educação ambiental no ensino fundamental, partindo da importância desse eixo transversal na educação básica. O autor fez uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação como aliadas para desenvolver o processo de ensino e aprendizagem. A produção de dados ocorreu por meio de instrumentos como diário de bordo do pesquisador, questionário e materiais produzidos pelos próprios estudantes.

Os resultados da investigação apontaram que o uso da sequência didática em CTSA teve boa aceitação pelos estudantes e possibilitou uma alternativa metodológica para a abordagem de educação ambiental no contexto escolar, principalmente no que tange à participação dos estudantes, possibilitando discussões sobre a preservação do meio natural, a sustentabilidade e a cidadania, ponderando os aspectos social, econômico, político e cultural.

O produto educacional apresentado por Oliveira, Locatelli e Silva (2023) consiste em uma sequência didática organizada nas premissas do enfoque CTSA, direcionada a professores de Ciências dos anos finais do ensino fundamental, visando fornecer subsídios para a promoção de educação ambiental por meio da sistematização dos conteúdos relativos à preservação do meio ambiente, como a gestão correta dos resíduos sólidos, a preservação das matas ciliares, a importância do tratamento do esgoto, o ciclo hidrológico da água, entre outros.

Considerações finais

O presente capítulo apresentou um panorama das práticas de ensino em pesquisas com enfoque CTS/CTSA no âmbito do PPGECEM da UPF ao longo de uma década de existência. No total, foram encontrados e analisados nove dissertações e nove produtos educacionais vinculados. Todos os trabalhos analisados tiveram em sua essência o uso de sequências didáticas na modalidade de *enxerto CTS*, conforme a classificação de Luján López *et al.* (1996), promovendo um acréscimo temático nos componentes curriculares por meio da relação de aspectos relevantes através do enfoque CTS/CTSA.

Foi possível identificar que os trabalhos buscam uma formação para a cidadania por meio da abordagem de conteúdos científicos contextualizados em CTS ou CTSA, tendo como prerrogativas realizar uma aproximação entre o estudante e as questões contemporâneas que os cercam. Outro ponto emergente e que merece destaque foi a importância dos pro-

fessores na introdução de abordagens metodológicas como CTS/CTSA no ambiente escolar. Ficou evidente que as práticas de ensino com foco em CTS/CTSA oferecem contribuições significativas para a realidade da sala de aula, expandindo-se para o convívio social mais amplo. Isso implica práticas educativas que considerem as interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, criando um espaço propício para a discussão e a reflexão crítica sobre situações reais e cotidianas. Esse enfoque não apenas promove um desempenho mais satisfatório da cidadania, mas também capacita os estudantes a compreenderem melhor o papel da ciência e da tecnologia em suas vidas, na sociedade e no meio ambiente.

Referências

AGUIAR, Claudio Gustavo Borges de; MONTEIRO, Patricia Ortiz; BATISTA, Andréia Jayme. Negacionismo e Mudanças Climáticas. *Revista Ciências Humanas*, v. 15, e33, p. 59-71, 2022.

AMARAL, Luana Carla Zanelato do. *Sequências didáticas potencialmente significativas com enfoque CTS: uma proposta para qualificar o ensino de reações químicas*. 2016. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2016.

AMARAL, Luana Carla Zanelato do; LOCATELLI, Aline. *Sequências didáticas potencialmente significativas com enfoque CTS: uma proposta para qualificar o ensino de reações químicas*. 2016. Produto Educacional (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2016.

AMORIM, José Carlos. *O enfoque CTS no ensino de Matemática: as contribuições de um curso de formação de professores*. 2023. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023.

AMORIM, José Carlos; LOCATELLI, Aline. *O enfoque CTS no ensino de Matemática: um apoio para professores da educação básica*. 2023. Produto Educacional (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023.

BALBINOT, Catia. *O ensino de função polinomial do 1º grau por meio do enfoque CTS e a contribuição interdisciplinar das Ciências*. 2023. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023.

BALBINOT, Catia; ZOCH, Alana Neto. *Análise da qualidade de alimentos e a função polinomial do 1º grau*. 2023. Produto Educacional (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023.

BENDER, Danusa. *A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) do jeans como proposta para abordagem de Ciências no 9º ano*. 2021. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2021.

BENDER, Danusa; ZOCH, Alana Neto. *A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) do jeans como proposta para abordagem de Ciências no 9º ano*. 2021. Produto Educacional (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2021.

CAPORAL FILHO, Ricardo Goulart. *Potencialidades e limitações do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no ensino de eletricidade nos anos finais do ensino fundamental*. 2017. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.

CAPORAL FILHO, Ricardo Goulart; PEREZ, Carlos Ariel Samudio; LOCATELLI, Aline. *CTS no ensino de eletricidade*. 2017. Produto Educacional (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.

CEREZO, José Antônio López. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. In: GORDILLO, M. M. *Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Madri: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2009. p. 21-33.

FERREIRA, Norma Sandra de Almeida. As pesquisas denominadas "estado da arte". *Educação & Sociedade*, v. 23, n. 79, p. 257-272, ago. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/vPsyhSBW4xJT48FfrdCtqfp/?lang=pt>. Acesso em: 7 abr. 2025.

LIMA, Gleice Prado; SILVA, Adjane da Costa Tourinho; SOUZA, Divanizia do Nascimento. Controvérsias sobre vacinas: o que pensam os estudantes? *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 4, n. 2, p. 646-669, 2021.

LUJÁN LÓPEZ, José Luis; CEREZO, José Antônio López. Educación CTS en acción: enseñanza secundaria y universidad. In: GARCÍA, M. I. G.; CEREZO, J. A. L.; LÓPEZ, J. L. L. *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Editorial Tecnos S. A, 1996. p. 225-252.

LUJÁN LÓPEZ, José Luis *et al.* *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: TECNOS, 1996.

MARTINS, Adriana Gaião, GONSALVES, Rodrigo; ESTÊVÃO, Ivan Ramos. Teraplanismo: perspectivas psicanalíticas de um movimento. *Analytica*, v. 11, n. 20, p. 1-20, 2022.

MOREIRA, Marco Antonio. Unidades De Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf. Acesso em: 7 abr. 2025.

MUENCHEN, Cristiane; AULER, Décio. Configurações curriculares mediante o enfoque CTS: desafios a serem enfrentados na Educação de Jovens e Adultos. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 3, p. 421-434, 2007.

OLIVEIRA, Samuel Martins Lima de. *Potencialidades de uma sequência didática com enfoque CTSA no desenvolvimento da educação ambiental no ensino fundamental*. 2023. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023.

OLIVEIRA, Samuel Martins Lima de; LOCATELLI, Aline; SILVA, Juliano Tonezer da. *Sequência didática com enfoque CTSA para promoção da educação ambiental no ensino fundamental*. 2023. Produto Educacional (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023.

PIERI, Helena da Gloria. *Abordagem do conteúdo "Ondas" no ensino médio na perspectiva CTS estruturada a partir dos três momentos pedagógicos*. 2017. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.

PIERI, Helena da Gloria; ROSA, Cleci T. Werner da. *Ondas no ensino médio*. 2017. Produto Educacional (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel. *Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científico tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático*. 2005. 306 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/101921>. Acesso em: 7 abr. 2025.

PIRES, Elocir Aparecida Corrêa; COSTA, Eliane Picão da Silva; MOREIRA, Ana Lúcia Olivo Rosas. Abordagem CTS no ensino de Ciências: o que dizem as publicações acadêmicas sobre a formação inicial docente para os anos iniciais do ensino fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 27, n. 2, p. 176-196, 2022.

SANTOS, Wildson Luís Pereira dos; AULER, Décio. *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Brasília, DF: Editora Universidade de Brasília, 2011.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 2,

p. 110-132, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/QtH9SrXPZwXMwbpfpp5jqRL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 7 abr. 2025.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Unijuí, 1997.

STEFINI, José Augusto. *Contextualizando conceitos de ácidos e bases no ensino médio por meio de uma Ueps*. 2018. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2018.

STEFINI, José Augusto; ZOCH, Alana Neto. *Unidade de ensino potencialmente significativa (Ueps): ácidos e bases para o ensino médio de Química*. 2018. Produto Educacional (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2018.

TRENTO, Elisandra. *Unidade de ensino potencialmente significativa com enfoque CTS para abordar o tema da extração mineral*. 2019. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.

TRENTO, Elisandra; LOCATELLI, Aline. *Estudo de soluções e oxirredução por meio da extração mineral*. 2019. Produto Educacional (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.

A engenharia didática como metodologia de pesquisa

Luiz Henrique Ferraz Pereira

Eduarda Cericato Ferrareze

Paola do Prado

Introdução

Quanto de nós, professores, muitos ainda mestrando e doutorando, diante de uma folha em branco – que, de forma tão limpa, nos pede, de maneira urgente, a produção de um texto, uma dissertação ou uma tese – não nos sentimos desafiados por essa tarefa? É impossível não vincular essa sensação à do artista diante da pedra bruta, necessitando criar e transformar o que parece ser nada em algo significativo, fruto de sua imaginação e, de preferência, uma obra de arte. Escrever, mesmo em um contexto acadêmico, não escapa dessa perspectiva: se, por um lado, a folha em branco pode assustar, por outro, instiga nossa intelectualidade a esculpir a pedra bruta em uma obra lapidada – ou, neste caso, a transformar ideias em um texto que, de alguma forma, possa contribuir para quem o ler.

Aliando-se ao desafio da produção acadêmica, é interessante observar a chegada de alunos e alunas ao nosso programa de pós-graduação, associado ao ensino de ciências e matemática. Em sua maioria, são professores com vivência em sala de aula, frequentemente incomodados com algo em suas práticas ou com o insucesso dos alunos na aprendizagem de diferentes conteúdos. Não raro, ouvimos desses mestrando e

doutorandos: “Parece que a cada ano está pior, os alunos cada vez sabem menos”. Essa percepção pode ser uma verdade, ser factível ou mesmo específica de um contexto, uma escola ou um conteúdo escolar. O que se torna evidente é que, se essa impressão persiste, há algo fora do compasso na dinâmica de ensino e aprendizagem escolar. Nesse momento, torna-se necessário investigar essa percepção e refletir sobre possíveis intervenções para promover mudanças. O primeiro passo na pós-graduação é justamente identificar o que causa incômodo, compreender o contexto da questão, isolar, na medida do possível, as variáveis envolvidas e, com discernimento apurado, delinear estratégias de intervenção de forma racional e objetiva.

Após essa etapa inicial do processo de produção de uma dissertação ou tese, começamos, de forma geral, juntamente com a efetiva realização de disciplinas do programa de pós-graduação, a dar contornos mais definidos à nossa pesquisa, encaminhando cada orientação de forma gradativa e constante, o que vai edificando a escrita de cada pós-graduando. Com essa dinâmica, conseguimos, com mais serenidade do que no início do curso, delinear nosso problema de pesquisa, construindo uma pergunta norteadora de nossa atividade e estabelecendo um objetivo a ser alcançado. Ao ler esse processo, parece linear, mas, na prática, ele é marcado por avanços e recuos constantes, retomadas conceituais, leituras adicionais e, principalmente, pela exigência do aluno de se perceber capaz de intervir na realidade onde sua problemática de pesquisa está inserida. Além disso, como colocam Capra e Luisi (2014, p. 13), “há soluções para os principais problemas do nosso tempo, e algumas delas são até mesmo simples. No entanto, exigem uma mudança radical em nossa percepção, em nosso pensamento e em nossos valores”.

Comemoramos quando, neste ponto do processo de investigação, em vista da efetiva realização da dissertação ou tese e da constituição do produto educacional, conseguimos elaborar a pergunta de pesquisa e a explicitar, de forma final, o objetivo que nos dedicaremos a pesquisar. Se a ação de pesquisar se constitui na busca por responder algo que ainda

não sabemos, ou para esclarecer um processo, no nosso caso aliado a ciências ou matemática, a determinação desses dois elementos – pergunta e objetivo – nos dão um norte do caminho a ser trilhado e, principalmente, dos componentes teóricos que precisamos incorporar à escrita para responder à pergunta elaborada e determinar, ao final, se alcançamos o objetivo desejado. É importante sempre destacar a dinamicidade desse processo, pois:

Se agimos por ignorância, sem o conhecimento suficiente ou com uma ideia errônea do estado das coisas em que vamos intervir, é correto afirmar que nosso ato não é totalmente voluntário, porque fazemos o que sabemos, mas não sabemos inteiramente o que fazemos. Se soubéssemos mais e melhor, teríamos agido de outra maneira. Seja como for, essa deficiência não anula totalmente o voluntário de nossa decisão. Caso contrário, o âmbito de nossas ações voluntárias se reduziria drasticamente, porque quase nunca temos um conhecimento pleno e inteiramente fiel das circunstâncias passadas, presentes e futuras que encontramos no caminho (Savater, 2015, p. 31).

Tal observação nos coloca em uma situação muito peculiar, que, a nosso ver, é tão presente em um programa de pós-graduação profissional porque elaboramos propostas de intervenção em sala de aula para problemas que compreendemos como reais, avaliamos e concluimos os resultados. No entanto, sempre há um grau de subjetividade e especificidade dos sujeitos envolvidos, o que confere a essas pesquisas um *status* único: científico, acadêmico e universal, mas, ao mesmo tempo, muito pessoal, beirando a individualidade da produção acadêmica do autor. Essa dualidade talvez seja um dos elementos que tornam tão instigantes as produções desenvolvidas em programas profissionais.

Embora possamos compreender a subjetividade como um elemento constitutivo das produções de um mestrado e doutorado em ensino de ciências e matemática, há a necessidade e o bom senso de evitar uma subjetividade excessiva que possa comprometer a característica acadêmica e científica que se exige de tais produções. Esse cuidado é acompanhado de perto por quem orienta; às bancas de qualificação e de defesa, cabe a incumbência de zelar, entre outros aspectos, por esse critério.

Ao observar a ação de quem orienta, percebemos que, após a definição da pergunta de pesquisa e do objetivo, torna-se necessário um método, um processo de pesquisa, pois é através dele que conseguimos dar à escrita a delimitação científica desejada. Já não tratamos apenas de impressões ou observações pontuais, que inicialmente nos levam a um mestrado ou doutorado, mas precisamos compreender o universo da problemática estudada. Esse entendimento deve nos orientar a propor, com rigor científico, embasado em referencial teórico de qualidade e aliado a outras pesquisas associadas ao tema, uma solução ou um indicativo dessa solução quando realizamos intervenções em sala de aula. Esse momento de atenção se manifesta na definição da metodologia de pesquisa a ser adotada, tema que trataremos a seguir.

Sobre metodologia de pesquisa

Basicamente, ao nos referirmos à metodologia de pesquisa (MP), estamos, implícita ou explicitamente, mencionando um conjunto de estratégias apoiadas pela razão e sustentadas por procedimentos previamente conhecidos e determinados, com a intenção maior de atingir um objetivo proposto. De forma rápida, podemos entender que o caminho que determinamos em nossa pesquisa, orientado por um objetivo definido e ligando a pergunta inicial de pesquisa às possíveis respostas, se consolida enquanto possibilidade ao determinarmos uma forma segura de lidar com os muitos elementos que constituem uma pesquisa. Ao delimitarmos como iremos interagir com esses constitutivos, estruturamos uma MP.

Não obstante tais ideias, Minayo (2001, p. 44) entende a MP:

a) como a discussão epistemológica sobre o “caminho do pensamento” que o tema ou o objeto de investigação requer; b) como a apresentação adequada e justificada dos métodos, técnicas e dos instrumentos operativos que devem ser utilizados para as buscas relativas às indagações da investigação; c) e como a “criatividade do pesquisador”, ou seja, a sua marca pessoal e específica na forma de articular teoria, métodos, achados experimentais, observacionais ou de qualquer outro tipo específico de resposta às indagações específicas.

Essas considerações deveriam nos alertar sobre a importância da definição de uma MP e de como, ao longo de seu desenvolvimento, compreendemos sua relevância na construção de uma proposta de pesquisa acadêmica – no nosso caso, uma dissertação ou tese profissional. A MP instiga a investigação sobre nosso tema de interesse, determina métodos operacionais para a análise dos dados coletados e provoca reflexões sobre como a interligação entre nossos aportes teóricos e as práticas desenvolvidas. Além disso, pode ilustrar como dialogar com as muitas variáveis existentes em uma pesquisa, de forma organizada e estruturada, possibilitando a produção de resultados devidamente sustentáveis e apoiados em argumentações de qualidade.

Nessa linha de pensamento, Gil (2022) aponta que a expressão *methodos* significa organização, enquanto *logos* está associada a estudo sistemático, pesquisa e investigação. Dessa forma, a MP pode ser compreendida também como a forma pela qual organizamos nossos passos como pesquisadores, determinando os procedimentos a serem seguidos, na intenção maior de efetivamente executar a pesquisa desejada, desenvolver um estudo almejado ou, ainda, produzir ciência. Para o autor, a MP representa o estudo dos caminhos e dos instrumentos a serem tomados no decorrer de uma pesquisa científica.

Também não poderíamos deixar de fazer referência às ideias de Chizzotti (2018), que destaca que o processo de pesquisa alia uma série de operações que, embora sigam um sequenciamento, são distintas, mantendo sempre inter-relações. Esse processo é desenvolvido por um ou mais pesquisadores com o intuito de agregar, de forma sistemática, todas as informações possíveis que validem seu objeto de interesse na pesquisa, buscando, por meio da observação, alcançar uma explicação ou compreensão do fenômeno estudado.

Essas ideias nos levam a compreender que a MP usada em um trabalho acadêmico é complexa, exigindo não apenas o conhecimento de suas características, mas também uma organização pessoal por parte do pesquisador. Além disso, pressupõe predisposição para atitudes básicas,

como escrever, fazer registros, sistematizar ideias, retomar pontos conceituais, analisar o que está sendo observado, aprimorar-se ou aprender técnicas de armazenamento de dados e desenvolver habilidades de descrição. Dessa forma, ao seguir os procedimentos técnicos de uma MP, o pesquisador terá condições de apresentar, ao final do processo, resultados coerentes, consistentes e considerados científicos.

Nesse universo de elementos que compõem a escrita de um trabalho acadêmico, a MP ocupa um lugar central. Segundo Köche (2011), a MP se alia a quatro grandes tipos de pesquisa: bibliográfica, experimental, descritiva não experimental e exploratória. Não é objetivo deste texto aprofundar-se nas tipologias de pesquisa, que podem ser facilmente encontradas em manuais de orientação sobre pesquisas científicas. O que nos interessa considerar é que, independentemente do tipo de pesquisa desenvolvido em uma investigação, é fundamental delinear seus passos de efetivação, pois o sucesso de um processo de pesquisa depende, em grande parte, da forma como são trilhadas as perspectivas propostas pela MP escolhida.

Diante de tais considerações, podem surgir no leitor alguns questionamentos bastante provocativos e curiosos: existe uma MP “melhor” que outra? Há procedimentos de pesquisa mais eficientes do que outros no processo de seu desenvolvimento? Uma MP pode gerar melhores resultados do que outra ao ser aplicada a determinada problemática? Lamentamos dizer ao leitor que não há respostas para essas proposições, pois elas são relativas e não há como sermos categóricos em respostas de qualquer natureza para essas ou outras questões similares que, porventura, possam passar pela cabeça de quem está nos acompanhando neste texto. No entanto, podemos afirmar com certeza que, analisando certo número de trabalhos, principalmente dissertações defendidas no PPGECEM, constatamos a obtenção de resultados consistentes, científicos e estruturados com qualidade por meio de uma MP específica: a engenharia didática. É sobre ela que trataremos no próximo item.

Engenharia didática como metodologia de pesquisa

Para nos situarmos em relação à engenharia didática (ED) como MP, é necessário destacar que, ao tratarmos desse termo em nossos trabalhos, consideramos que:

A metodologia de pesquisa está relacionada ao conjunto de métodos ou caminhos que são percorridos no processo de pesquisa e sua sistematização. Ou seja, ela envolve os caminhos e as opções tomadas na busca por compreensões e interpretações sobre a interrogação formulada. Tais caminhos são tomados sob a luz de uma visão de conhecimento sobre o que significa conhecer (Borba; Almeida; Gracias, 2018, p. 39).

Ademais, entendemos que a problemática envolvendo o ensino de matemática – foco principal dos trabalhos considerados neste capítulo – e as dificuldades relacionadas à aprendizagem de muitos de seus ramos, como álgebra, geometria e aritmética, estão ligadas à concepção que temos dessa ciência e ao seu papel como componente curricular nas escolas.

Também, aliando-se a ideias anteriores, compreendemos a matemática como um corpo de conhecimentos sistematizados ao longo da caminhada da humanidade, sendo uma manifestação cultural, assim como a dança, a música, a culinária e tantas outras formas de o ser humano representar o mundo e seu entorno (Valente, 2007). Entretanto, apesar dessa percepção, é notório que sua presença, de forma mais sistemática na escola, está fortemente associada a dificuldades, descontextualização, abstração excessiva, ausência de aplicação prática e, muitas vezes, ao estigma de reprovação.

Essas percepções também compuseram preocupações de professores e pesquisadores da matemática, a ponto de se constituir uma área de pesquisa chamada Didática da Matemática, que se constitui como:

A Didática da Matemática estuda os processos de transmissão e de aquisição dos diferentes conteúdos desta ciência, particularmente uma situação escolar ou universitária. Ela se propõe a descrever e explicar os fenômenos relativos às relações entre seu ensino e sua aprendizagem. Ela não se reduz a pesquisar uma boa maneira de ensinar uma determinada noção particular (Pais, 2008, p. 10-11).

A Didática da Matemática compõe o grande bojo de ideias que constituem o referencial teórico da educação matemática. Esta última teve seu corpo de conhecimentos inicialmente estruturado na França e, a partir de daí, expandiu-se para vários países, incluindo o Brasil. Almouloud (2007, p. 17) esclarece essa questão ao afirmar que:

As pesquisas em didática da matemática têm sua origem no fracasso da reforma da matemática nos anos 1970. O movimento da matemática moderna levou pesquisadores franceses, entre outros, a se interessarem pelo estudo e investigação de problemas relativos ao ensino e à aprendizagem da matemática, bem como propor ações fundamentadas para resolver, pelo menos parcialmente, tais problemas.

Dentre os muitos pesquisadores envolvidos com essa problemática, podemos destacar Guy Brousseau, com a teoria das situações didáticas e a noção de contrato didático; Yves Chevallard, com a teoria antropológica do didático; Régine Douady, com a dialética ferramenta-objeto e jogos de quadros; Raymond Duval, com a noção de registro de representação semiótica; Gérard Vergnaud, com a teoria dos campos conceituais; Michele Artigue, com a metodologia de engenharia didática. É sobre esta última pesquisadora e os fundamentos da MP que trataremos na sequência.

As ideias que fundamentam a ED começaram a ser estruturadas na década de 1980. Inicialmente, Michele Artigue a tomava como uma metodologia de ensino, sendo pensada para pesquisas em sala de aula, com forte vínculo com as proposições de Brousseau (2008) e a teoria das situações didáticas.¹ Posteriormente, como apontam Kiefer, Santos e Bisognin (2022, p. 545), Artigue afirmou que “o surgimento, consolidação e evolução da Engenharia Didática podem ser rastreados nas sucessivas escolas de verão de Didática da Matemática, organizadas a cada dois anos na França, desde 1980”. Com isso, a ED cada vez mais ganha *status* não só de uma metodologia de ensino, mas também com a sustentação teórica, principalmente em pesquisas com uma parte experimental, de ser uma MP.

¹ Para Brousseau (2008), uma situação é o modelo de interação de um sujeito com um meio específico que determina um certo conhecimento, como o recurso de que o sujeito dispõe para alcançar ou conservar, nesse meio, um estado favorável. Quando essa interação é com a matemática e há uma intencionalidade de intervenção, temos uma situação didática.

Artigue (1996, p. 282, tradução nossa) compara a ED ao trabalho de um engenheiro, que alicerça, passo a passo, uma construção; de forma semelhante, esse é o papel do professor, pois:

[...] este termo foi “cunhado” para o trabalho didático que é aquele comparável ao trabalho do engenheiro que, para realizar um projeto preciso, se apoia sobre conhecimentos científicos de seu domínio, aceita submeter-se a um controle de tipo científico, mas, ao mesmo tempo, se vê obrigado a trabalhar sobre objetos bem mais complexos que os objetos depurados da ciência e portanto a enfrentar praticamente, com todos os meios que dispõe, problemas que a ciência não quer ou não pode levar em conta.

Nessa perspectiva, a ED, tomada como MP, pode ser compreendida, em um primeiro momento, como uma estrutura embasada em “realizações didáticas” que ocorrem no espaço da sala de aula, ou seja, que envolvem a construção, a realização, a observação e a análise desses momentos de ensino. A ED também se associa à pesquisa experimental, em função dos registros produzidos e por permitir, por meio de suas etapas (apresentadas a seguir), validar as intervenções efetuadas (Almouloud, 2007).

Sobre esse aspecto, Artigue (1996, p. 196-197) destaca:

A metodologia de engenharia didáctica caracteriza-se ainda, relativamente a outros tipos de investigação baseados nas experimentações na sala de aula, pelo registro no qual se situa e pelos modos de validação que lhe estão associados. Com efeito, as investigações que recorrem a experimentações na sala de aula situam-se, a maioria das vezes, numa abordagem comparativa com validação externa dos desempenhos de grupos experimentais e de grupos testemunho. Este paradigma não é da engenharia didáctica, que se situa no lado oposto, no registro dos estudos de casos, e cuja validação é essencialmente interna, fundada no confronto entre a análise *a priori* e a análise *a posteriori*.

Em outras palavras, a ED tem o potencial de se aliar a pesquisas que estudem os processos envolvidos no ensino e na aprendizagem da matemática, de forma a propor uma intervenção nesse contexto, normalmente na sala de aula, apoiada em bases robustas e, posteriormente, experimentar tal proposição e buscar comprovar a eficiência dessa prática. Para esse fim, essa MP se compõe de quatro fases:

- primeira fase: análises prévias ou preliminares;
- segunda fase: concepções e análise *a priori*;
- terceira fase: experimentação;
- quarta fase: análise *a posteriori* e validação.

Na fase das análises prévias ou preliminares, a função é apontar problemas de ensino e aprendizagem da temática de estudo e traçar seus contornos, com o objetivo de apontar questões, hipóteses, as bases teóricas da temática em questão, bem como os alicerces metodológicos que se relacionam à pesquisa a ser iniciada. É nessa fase que se iniciam as análises preliminares, que, para Almouloud (2007), podem ter como vertentes o estudo da organização da matemática, a análise da organização didática do objeto matemático escolhido e, ainda, a definição da questão de pesquisa.

Não obstante, Artigue (1996) também acrescenta que o objeto dessa fase envolve itens de análise vindos dos aspectos epistemológicos dos conteúdos visados pelo ensino; do ensino habitual e seus efeitos; das concepções dos alunos, suas dificuldades e seus obstáculos frente ao objeto matemático de pesquisa; do campo de constrangimento no qual se situará a realização didática da intervenção a ser realizada; e, por último, mas não menos importante, dos objetivos específicos da investigação.

Compreendemos, pela prática do uso da ED como MP em alguns trabalhos de mestrado e doutorado do PPGECEM, que é nessa fase que ocorrem as especulações, das mais diversas ordens, sobre a temática de pesquisa que desejamos desenvolver. Aqui também se integra o espaço para a revisão de literatura sobre o tema, objeto de pesquisa, de forma que tais procedimentos consigam nos dar a maior e mais objetiva visão sobre as ideias que circulam sobre nosso tema de pesquisa, quais aspectos são tratados em outros trabalhos, quais referenciais teóricos e metodológicos são abordados em pesquisas anteriores, como são formuladas questões de pesquisa, objetivos e também, por sermos um programa profissional, o que se produziu em matéria de produtos educacionais sobre o tema. Com

o tratamento dos muitos elementos reunidos nessa fase, já conseguimos ter condições de pensar e explicitar em que nosso trabalho se diferencia do que já foi produzido até então, bem como formular nossa pergunta de pesquisa, estruturar nosso objetivo a ser alcançado no referido processo de pesquisar, associar, inicialmente, referenciais teóricos e, dessa maneira, ter uma visão geral de nossa dissertação ou tese como um todo.

Em um passo seguinte, na ED, temos sua segunda fase, intitulada “concepções e análise *a priori*”. Como o próprio nome já indica suas ações, esse é o momento de propormos, apoiados pela fase anterior dessa MP, efetivamente o que acreditamos ser possível fazer para intervir na situação problemática apresentada. Aqui, propomos, de forma estruturada e com a intenção de ser definitivo para o trabalho, a pergunta de pesquisa e seu objetivo. Também nessa fase, explicitamos quais referenciais teóricos se fazem necessários, em sintonia com nosso objeto de pesquisa, e, principalmente, como buscaremos fazer a intervenção em sala de aula, a fim de superar as limitações apresentadas na fase anterior. Esse é também, em função de sermos um programa profissional, o momento de proposição do produto educacional.

Como explicita Machado (2008, p. 203):

Na fase da concepção e da análise *a priori*, o pesquisador orientado pelas análises preliminares delimita um certo número de variáveis pertinente ao sistema sobre os quais o ensino pode atuar, as quais são chamadas de variáveis de comando. (...) Estas variáveis de comando, segundo Artigue, são variáveis macro-didáticas ou globais concernentes à organização global da engenharia e; variáveis micro-didáticas ou locais concernentes à organização local da engenharia, isto é, à organização de uma sessão ou de uma fase.

Essas duas variáveis podem ser entendidas frente à particularidade da temática em estudo, associadas ao conteúdo matemático, e suas percepções ou análises podem ser abordadas em três dimensões: epistemológica, vinculada às características do saber; cognitiva, aliada à dimensão cognitiva dos estudantes; e didática, que se associa às características do sistema de ensino no qual os indivíduos, foco da pesquisa, estão inseridos.

Assim, podemos exemplificar, hipoteticamente, que desejamos desenvolver uma pesquisa sobre a operação de subtração com números inteiros. Pontuar as especificidades dessa operação e desse conjunto numérico, bem como suas problemáticas, apoiadas em pesquisas localizadas, nos dá elementos sobre sua dimensão epistemológica. Buscar compreender quais dificuldades os alunos apresentam quando estudam essa operação, de forma geral ou na especificidade de uma turma, nos permite uma tomada de consciência de natureza cognitiva do tema. Por último, compreender como esse tema é proposto no ensino fundamental no Brasil, conforme a legislação, em especial a Base Nacional Curricular Comum (BNCC), e com isso saber que habilidades devem ser buscadas, nos insere no campo da dimensão didática. Quando maiores forem os vínculos que conseguirmos traçar entre essas dimensões, maior será a profundidade da pesquisa a ser desenvolvida.

Aliando-se a essas considerações, Almouloud (2007, p. 176) afirma:

A análise *a priori* é importantíssima, pois de sua qualidade depende o sucesso da situação-problema; além disso, ela permite, ao professor, poder controlar a realização das atividades dos alunos, e, também, identificar e compreender os fatos observados. Assim, as conjecturas que vão aparecer poderão ser consideradas, e algumas poderão ser objeto de um debate científico em sala de aula.

Nessa fase, também podemos, em sintonia com o objetivo de pesquisa e com a forma como pensamos em intervir na realidade da matemática trazida a conhecer, definir como iremos saber se fomos eficientes ao término da execução da pesquisa, que resposta daremos à nossa pergunta de pesquisa e se alcançamos nosso objetivo. Para tanto, a identificação dos instrumentos de coleta de dados e a forma como iremos analisá-los se tornam parte integrante da análise *a priori*. Essencialmente, essa fase tem como função determinar como as escolhas realizadas – agrupando as variáveis que consideramos importantes – nos possibilitam acompanhar, com o máximo de exatidão, os comportamentos dos alunos e nos dão condições de explicitar o sentido que compreendemos ter em suas manifestações.

Essa sequência das duas primeiras fases da ED, em especial, como já salientado por Artigue (1988), permite a essa MP ajustes constantes, permitindo ao pesquisador, a qualquer momento, retomar pontos, conceitos, teorias, estudos e aprofundamentos que julgar necessário e que, por algum motivo venham a se mostrar necessários durante a execução das demais fases.

Na sequência, temos a terceira fase, chamada de experimentação. É nela, após gerida uma proposta de intervenção em uma problemática específica e, a princípio, bem delineada, que se coloca em curso o que foi pensado, estruturado e organizado para intervir e, de preferência, mudar a realidade constatada pela problemática de pesquisa. Nos trabalhos iniciais de Artigue, ao conceber a ED inicialmente como metodologia de ensino, ela afirma que nessa fase é o momento de pôr em prática a sequência didática pensada, apoiada pelos passos anteriores dessa metodologia. Como já afirmado anteriormente, a ED passou a ser tratada também como MP e, na sua terceira fase, em diálogo pertinente e coerente com um programa de pós-graduação profissional, entendemos que é o momento de efetivamente aplicar o produto educacional, que pode ser uma sequência didática ou um elemento que irá compor essa sequência e, por sua vez, esperamos que possa trazer significativas mudanças na problemática inventariada. Podemos constatar essa situação no trabalho de Camargo (2021), em que o autor desenvolve uma sequência didática para a temática da matemática financeira, junto a um grupo de professores, e, em um momento deste, usou seu produto educacional desenvolvido, que é uma calculadora para essa finalidade.

Essa fase, como destaca Artigue (1996), deve ser estruturada para dar apoio à fase seguinte da ED. Na terceira fase, a da experimentação, devem ser realizadas as observações nas sessões de ensino, promovendo, junto aos alunos, a produção de variados registros. Para isso, utilizam-se questionários, entrevistas, trabalhos em grupo e outras formas de documentação que possam subsidiar a quarta e última fase dessa MP: a análise *a posteriori* e validação.

Como o próprio nome evidencia, essa fase, apoiada principalmente nos dados coletados na fase da experimentação, consiste no confronto entre a análise *a priori* e os resultados constatados, por isso *a posteriori*. Nessa etapa, é possível validar as hipóteses levantadas anteriormente na pesquisa, explicitar a resposta à pergunta de pesquisa e verificar se, de fato, o objetivo traçado foi alcançado. Além disso, podem surgir outras situações que não foram previstas inicialmente, mas que se revelam ao longo da experimentação. Caso essas novas situações sejam relevantes para o trabalho desenvolvido, é possível voltar à fase da análise *a priori* para coletar elementos que possam auxiliar na compreensão dessas ocorrências inesperadas.

É possível afirmar que:

Assim, a análise *a posteriori* depende das ferramentas técnicas (material didático, vídeo) ou teóricas (teoria das situações, contrato didático etc.) utilizadas com as quais se coletam os dados que permitirão a construção dos protocolos de pesquisa. Esses protocolos serão analisados profundamente pelo pesquisador e as informações daí resultantes serão confrontadas com a análise *a priori* realizada. O objetivo é relacionar as observações com os objetivos definidos *a priori* e estimar a reprodutibilidade e a regularidade dos fenômenos didáticos identificados (Almouloud, 2007, p. 177).

Essa MP, agora conhecida em suas quatro fases, dá sentido à expressão de Artigue (1988, p. 282), ao afirmar que a ED é “como um esquema experimental baseado sobre realizações didáticas em sala de aula, isto é, sobre a concepção, a realização, a observação e a análise de sequência de ensino”. Ao entendermos a ED como uma MP, percebemos que, além de ser uma proposição de fácil compreensão e execução, ela pode estabelecer um diálogo frutífero com um programa de pós-graduação profissional. Isso se deve ao fato de que, por suas características, esse tipo de programa está associado a elaboração, aplicação e análise de um produto educacional. Nesse sentido, destacamos trabalhos desenvolvidos no PP-GECEM que, apesar de suas características próprias de temáticas, usaram a ED como MP e, por meio desse uso, perceberam a qualidade agregada ao processo desenvolvido.

Para melhor situar o leitor em relação a essa afirmação e ilustrar a prática da pesquisa desenvolvida, apresentamos duas dissertações defendidas, destacando, em cada uma, seus elementos constitutivos vinculados à ED.

O primeiro trabalho é o de Figueiredo (2019), intitulado *Ensino de expressões algébricas com auxílio de geometria plana e aritmética*. Nessa dissertação, a professora propôs uma sequência didática para alunos do 8º ano do ensino fundamental. Ao utilizar a ED como MP, podemos identificar, nesse estudo, alguns elementos que compuseram as fases dessa MP (Quadro 1).

Quadro 1 – Elementos associados à ED de Figueiredo (2019)

Fases da ED	Elementos associados
1ª Fase – análises prévias	• Ensino de álgebra; • importância de aliar geometria e aritmética ao ensino de álgebra; • função que possui uma sequência didática (SD) para o ensino de matemática; • educação algébrica e pensamento algébrico; • revisão de literatura sobre o tema; • possíveis contribuições da teoria socio-histórica de Vygotsky.
2ª Fase – concepção e análise a priori	• Definição da pergunta de pesquisa; • delimitação e elaboração do objetivo de pesquisa; • elaboração de uma proposta de SD alinhada ao encontro das ideias da fase anterior; • constituição da SD como produto educacional; • determinação dos instrumentos de coleta de dados.
3ª Fase – experimentação	• Aplicação da SD em uma turma de 27 alunos do 8º ano do ensino fundamental; • registro, através dos instrumentos de coleta de dados determinados, de dados sobre a atividade de aplicação da SD.
4ª Fase – análise a posteriori e validação	• Descrição dos momentos em que foi aplicada a SD; • leitura e apontamentos frente aos dados coletados em relação à pergunta e ao objetivo de pesquisa; • análise dos dados; • considerações finais.

Fonte: elaboração dos autores.

O segundo trabalho que destacamos é de Costa (2024), intitulado *Educação financeira na perspectiva da educação matemática crítica*. Sua

proposta, como o próprio título sugere, teve como objetivo discutir a educação financeira com uma turma de alunos do 8º ano do ensino fundamental, adotando o viés da educação matemática crítica. Seu produto educacional consistiu em um guia destinado a professores, auxiliando-os no trabalho com essa temática em sala de aula (Quadro 2).

Quadro 2 – Elementos associados à ED de Costa (2024)

Fases da ED	Elementos associados
1ª Fase – análises prévias	• Como se apresenta a educação financeira na legislação e na escola; • quais temas são pertinentes e associados à educação financeira; • trabalhos sobre a temática tratam do tema sob que ótica; • pressupostos da educação matemática crítica; • pesquisa com a turma de alunos em que seria aplicado o produto educacional, para conhecer ideias e entendimentos sobre o tema.
2ª Fase – concepção e análise <i>a priori</i>	• Elaboração da pergunta de pesquisa; • constituição do objetivo de pesquisa; • estruturação do guia para professores; • análise do quanto o produto educacional elaborado se alinha às ideias da educação matemática crítica; • indicação de quais instrumentos de coleta de dados seriam adequados à realidade na qual se desenvolveria a atividade de aplicação do produto educacional.
3ª Fase – experimentação	• Uso de parte do guia elaborado junto a uma turma de alunos do 8º ano do ensino fundamental; • registro das sessões de ensino ocorridas através dos instrumentos de coleta.
4ª Fase – análise <i>a posteriori</i> e validação	• Relato dos momentos de aplicação do produto educacional; • análise dos dados coletados e comparação com o objetivo e a pergunta de pesquisa; • elaboração das considerações finais.

Fonte: elaboração dos autores.

Entendemos que os Quadros 1 e 2 ilustram, de forma ampla, como cada uma das mestrandas estruturou os componentes dentro de cada fase da ED em seus trabalhos. É importante salientar que, ao analisar os trabalhos já prontos e devidamente aprovados como dissertações, nem sempre é possível perceber a dimensão do processo, no qual, em muitos momentos, a busca por novas referências, leituras e estudos complemen-

tares se mostrou necessária. Isso evidencia que a dinâmica dessa MP auxilia em muito para a construção da proposta da dissertação. Além disso, considerando o aprofundamento teórico que ocorre ao longo da constituição da pesquisa, adequações são bem-vindas quando promovem o aprimoramento da escrita acadêmica e a consolidação do produto educacional.

Considerações finais

Iniciamos nosso texto com uma metáfora, comparando a atividade de um escultor diante de uma pedra bruta à nossa experiência frente a uma folha em branco. Esculpimos palavras com a intenção de propor ao leitor um panorama sobre a ED e sua concepção como MP. Esperamos ter alcançado esse objetivo. Buscamos estruturar o texto de maneira acessível, proporcionando, especialmente para aqueles que ainda não a conhecem, uma perspectiva de sua origem, estrutura e potencialidades no contexto da pesquisa acadêmica.

Apoiamo-nos em alguns autores e obras que, apesar da distância temporal, são comumente referências na grande maioria de textos, artigos, livros e tratados sobre a ED. Embora tenha surgido no campo da Didática da Matemática na década de 1980, a discussão e a ampliação do uso dessa MP em trabalhos acadêmicos são recentes na realidade brasileira. De forma geral, mestrandos e doutorandos do nosso programa de pós-graduação, ao realizarem suas revisões de literatura, encontram poucos ou nenhum trabalho, dissertação ou tese que utilize a ED como MP.

Essa realidade é positiva, de um lado, pois nos incentiva a continuar produzindo pesquisas e contribuindo para a difusão da ED, fortalecendo sua aplicação e consolidando trabalhos de qualidade alicerçados nesse percurso metodológico. De outro lado, é um fator de preocupação, pois impõe o compromisso de compreender essa abordagem, delinear com precisão seus passos e garantir que as dissertações e teses produzidas sejam consistentes, assegurando sua relevância no campo da pesquisa.

Evidenciamos uma ponte de aproximação que associa principalmente a fase da experimentação da ED à aplicação do produto educacional. Compreendemos que esse elo é em muito possível devido ao cuidado necessário na elaboração da proposta de intervenção em sala de aula durante a aplicação do produto educacional. Esse produto deve ser gestado com cuidado e zelo e, principalmente, apoiado em referências teóricas bem compreendidas, para que ocorra uma integração consistente entre dissertações/teses e a efetiva ação em sala de aula proporcionada pelos produtos educacionais.

Na ED, as fases de análises prévias e concepção e análise *a priori*, quando bem compreendida sua função no processo de pesquisa, oferecem elementos que contribuem de forma orgânica para a constituição do produto educacional. Este, por sua vez, quando bem pensado e constituído, fornecerá elementos para a experimentação, a análise *a posteriori* e a validação, consolidando o objetivo desejado na pesquisa desenvolvida.

Não obstante essas ideias, e como fechamento deste texto, destacamos que a opção por esta ou aquela MP, por si só, não constitui a base para dissertações e teses de qualidade. Vários itens integram o processo de criação de uma produção acadêmica desse porte. No entanto, entendemos que a MP e, especificamente neste texto, a ED apresentam elementos que contribuem para um discernimento do processo de pesquisa e para a escrita desta caminhada. A ED elenca elementos essenciais a cada pesquisa, alguns dos quais devem estar obrigatoriamente presentes nas produções acadêmicas; outros apenas tangenciam a proposta pensada; e ainda há aqueles que podem ser descartados. A serenidade que acreditamos encontrar na ED para o percurso dos trabalhos acadêmicos nos leva a crer que, através dela, aliada à preocupação com o aprimoramento do ensino de matemática e, conseqüentemente, com a aprendizagem, seja possível gerar contribuições significativas a todos que se interessam por esse binômio associado a essa disciplina escolar.

Referências

- ALMOULOU, S. A. *Fundamentos da didática da matemática*. Curitiba: Ed. UFPR, 2007.
- ARTIGUE, M. Engenharia Didáctica. In: BRUN, J. *Didactique des mathématiques*. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. p. 193-217.
- ARTIGUE, M. Ingénierie didactique. *Recherches em Didactique des Mathématiques*, Genoble, v. 9, n. 3, 1988.
- BORBA, M. C.; ALMEIDA, H. R. F. L.; GRACIAS, T. A. S. *Pesquisa em ensino e sala de aula*. Diferentes vozes em uma investigação. Belo Horizonte: Autêntica, 2018.
- BROUSSEAU, G. *Introdução ao estudo das situações didáticas*. Conteúdo e métodos de ensino. São Paulo: Ática, 2008.
- CAMARGO, A. F. *Ensinando alguns conceitos de matemática financeira no ensino fundamental com o uso da calculadora Ajuda nas Finanças*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto de Ciências Exatas e Geociências, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2021.
- CAPRA, F.; LUISI, P. L. *A visão sistêmica da vida*. Uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas. São Paulo: Cultrix, 2014.
- CHIZZOTTI, A. *Pesquisas em ciências humanas e sociais*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2018.
- COSTA, E. A. da S. *Implicações de um ensino de geometria elaborado sob a ótica do educar pela pesquisa em um curso de pedagogia*. 2024. 322 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2024.
- FIGUEIREDO, S. M. *Ensino de expressões com auxílio de geometria e aritmética*. 2019. 116 f. (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2022.
- KIEFER, J. G.; SANTOS, P. A.; BISOGNIN, E. Panorama da Engenharia Didática em teses disponíveis no catálogo da Capes: um olhar para a Geometria (2001 – 2019). *Revista Educar Mais*, v. 6, p. 543-559, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/educarmais/article/view/2796/2076>. Acesso em: 10 jun. 2024.
- KÖCHE, J. C. *Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa*. Petrópolis: Vozes, 2011.
- MACHADO, S. D. A. Engenharia didática. In: MACHADO, S. D. A. *et al.* (org.). *Educação matemática*. Uma introdução. São Paulo: EDUC, 2008. p. 197-212.

MINAYO, M. C. S. (org.). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Petrópolis: Vozes, 2001.

PAIS, L. C. Introdução. In: MACHADO, S. D. A. et al. (org.). *Educação matemática. Uma introdução*. São Paulo: EDUC, 2008. p. 9-12.

SAVATER, F. *A aventura do pensamento*. Um passeio pela história da filosofia e pelos grandes nomes do pensamento ocidental. Porto Alegre: L&PM, 2015.

VALENTE, W. R. (org.). *Ubiratan D'Ambrosio: conversas; memórias, vida acadêmica; orientandos; educação matemática; Etnomatemática; história da matemática; inventário sumário do arquivo pessoal*. São Paulo: Annablume; Brasília, DF: CNPq, 2007.

Contribuições da teoria histórico-cultural sobre a atividade criadora na educação de crianças

Adriana Bragagnolo

Nota introdutória

O presente artigo toma como ponto de partida para as reflexões elaboradas uma das obras de Vigotski¹, *Imaginação e criação na infância* (2009)², para a contribuição da temática central, especialmente sobre a atividade criadora. Os conceitos e temas que foram desenvolvidos no livro dizem respeito aos vários anos de investigação realizada por Vigotski acerca da imaginação e da criação como elementos essenciais para o avanço do conhecimento científico, artístico e cultural pelo sujeito. É importante lembrar que, na década de 1930, o autor proferiu um conjunto de palestras sobre imaginação e criação na infância, o que reverberou em produções.

Com base nessa obra e desdobramentos de pesquisas, compreende-se a importância de problematizar a relação entre o desenvolvimento humano, a atividade criadora e a educação de crianças. Partindo do pressuposto de que crianças são sujeitos dialógicos, que interagem com o mundo das mais diversas formas e que produzem cultura, que experiên-

¹ O sobrenome Vigotski aparece na literatura com diferentes grafias, variando conforme o contexto da época e, especialmente, em função das traduções. Neste capítulo, optamos por padronizar a forma Vigotski.

² O livro foi publicado pela primeira vez na União Soviética em 1930, foi traduzido para o português no Brasil em 2009 e posteriormente reeditado em 2018.

cias criadoras são proporcionadas para que elas se desenvolvam em todas as suas dimensões no cenário educacional?

O documento das Diretrizes Curriculares Nacionais (Brasil, 2010, p. 12) para a educação infantil afirma que criança é um

[...] sujeito histórico e de direitos que, nas interações, relações e práticas cotidianas que vivencia, constrói sua identidade pessoal e coletiva, brinca, imagina, fantasia, deseja, aprende, observa, experimenta, narra, questiona e constrói sentidos sobre a natureza e a sociedade.

Diante dessa afirmação, há uma inquietude ao considerar que as crianças, desde muito pequenas, na educação, são submetidas a práticas escolares que vão de encontro aos pressupostos vigotskianos alocados nessa discussão. Como conceber o desenvolvimento humano, na escola, enquanto lugar de transformação, por exemplo, de conceitos espontâneos em científicos? Como oportunizar uma educação que humanize e possibilite o pensamento crítico, se muitos limites são impostos ao seu processo criativo e de desenvolvimento cultural e social? Uma situação típica é o fato de ações pedagógicas interessantes serem substituídas por sistemas apostilados ou práticas cristalizadas, desconsiderando o sujeito e o contexto, o que tem tomado um espaço considerável em redes de educação públicas e privadas.

Desse modo, sem a pretensão de dar conta da complexidade das questões presentes, mas apontando algumas reflexões, este capítulo expõe, em primeiro lugar, elementos centrais da teoria histórico-cultural pelos pressupostos de Vigotski (2009) e a atividade criadora. Em seguida, apresenta reflexões sobre a atividade criadora como função tipicamente humana e, por fim, algumas implicações pedagógicas acerca da imaginação e da criação da infância.

A teoria histórico-cultural de Vigotski e a atividade criadora

Vigotski nasceu em 1886 na Bielorrússia e cresceu num ambiente culturalmente rico, em que a arte, a literatura e a ciência faziam parte de seu contexto. Muito jovem, aos 17 anos, iniciou seus estudos em uni-

versidades, como também o trabalho docente em psicologia geral infantil e pedagógica. Ele era atuante na comunidade de Gomel, onde fazia palestras, encontros de literatura e teatro. Atendia aos problemas da época e os colocava como base em suas investigações e na própria constituição pessoal e profissional, enquanto sujeito intelectual e atuante no seu meio. Foi afetado por demandas e concepções impostas no início do século XX, no contexto da Revolução Russa, o que impactou em muitas das suas produções. Era um tempo de acreditar na ciência em razão das mudanças que o país vivia naquele período, a exemplo, passando de modelo agrário a industrial e de intensa necessidade de alfabetizar o povo (Vigotski, 2008). Havia um desejo de constituir fundamentos da psicologia como ciência num processo criativo, produzindo uma psicologia para discutir a criação de um novo homem, com novas sociedade e educação.

Vigotski (2009) congrega uma extensa e significativa obra em uma vida curta, tomada por problemas de saúde, tal como a tuberculose. No entanto, as origens de sua obra e da própria teoria histórico-cultural foram desenvolvidas num percurso de novas ideias e em movimento dialético, ideias essas que tiveram as consequências de um regime político de perseguição.

A obra supracitada, uma das que caracteriza seu trabalho como psicólogo, incide em preocupar-se com a condição humana como grande sensibilidade a literatura, arte e teatro na constituição do sujeito e da ciência. De 1920 a 1930, Vigotski e seus colaboradores, Alexander Romanovich Luria e Alexei Mikolaievich Leontiev, já em Moscou, construíram uma abordagem e desenvolveram uma teoria que descrevesse e explicasse as funções psicológicas superiores, ou seja, as funções tipicamente humanas (Vigotski, 1991). Nessa teoria, a cultura toma o papel mediador. Nessa perspectiva, compreende-se a constituição do homem pela relação do outro, homem como sujeito, ou seja, concreto datado e marcado pela cultura. O sentido estético, por exemplo, como tudo o que for especificamente humano, é construído histórica e culturalmente, o que implica ser, portanto, objeto de formação e de educação.

Pela perspectiva da teoria histórico-cultural, Costa (2012, p. 22) acredita que “o desenvolvimento não se baseia apenas em habilidades, mas nos significados produzidos na história de vida do indivíduo, ou seja, nas relações que estabelecem na esfera cultural”. Isso significa que, por exemplo, sobre a linguagem incidem a comunicação e o compartilhamento dos significados.

Para Vigotski (2007), desenvolvimento e aprendizagem diferenciam-se, mas interligam os percursos em determinadas situações. Desenvolvimento deve ser entendido como uma referência ao contexto social e cultural em que o sujeito está inserido. Ao definir linhas do desenvolvimento, ele mostra que as funções psicológicas superiores são um produto da atividade humana cerebral. Para tanto, a “internalização das atividades socialmente enraizadas e historicamente desenvolvidas constitui o aspecto característico da psicologia humana” (Vigotski, 2007, p. 58).

Um dos princípios dessa abordagem, que é uma das mais influentes contribuições para a educação, implica o pressuposto de que o sujeito se constitui na e pela linguagem e na relação com o outro, situado na cultura. Vigotski (1995), fundamentado no materialismo histórico, acredita que os fenômenos devem ser percebidos em seu processo de transformação histórica (Bragagnolo, 2016, p. 81). Portanto, desenvolver reflexões sobre linguagem, cultura e atividade criadora implica olhar para os contextos de ação, que se transformam e transformam o homem, num processo dialético que requer aproximação com o fenômeno.

Educação, ciência e arte permeiam as obras de Vigotski desde os primeiros estudos sistemáticos sobre estética e criação literária até os últimos escritos na linha de *pensamento e palavra* (Smolka, 2009, p. 7). Portanto, a produção sobre a atividade criadora aponta a importância do trabalho pedagógico na relação de novas formas de participação das crianças na cultura. O que se considera, portanto, nessa perspectiva, a criação? Para Jobim e Souza (1994, p. 147):

A criação não existe apenas como origem dos acontecimentos históricos, mas também como processo em que o ser humano imagina, combina, modifica e cria algo, por insignificante que essa novidade pareça ao ser comparada com as criações dos grandes gênios. [...]. O principal elemento da atividade criadora está nas relações sociais, pois são elas que vivificam e alimentam a constituição da arte. E alimentam a constituição da arte, da ciência e das técnicas.

É essa perspectiva que oferece suporte para a construção do próprio conceito de criação, o qual, pela teoria histórico-cultural, carrega em si o aspecto das relações sociais na vida das crianças que experimentam o drama da vida sempre que vivenciam situações de interação com os sujeitos imersos na cultura, por meio da participação ativa. Seu desenvolvimento não ocorre por meio de processos lineares e espontâneos, mas sim por um trabalho de construção do homem sobre si mesmo. Além disso, quanto mais ricas as experiências de criação vividas, mais intensas serão as relações com a imaginação, seja em ambientes institucionais de ensino ou fora deles. Por fim, é importante ressaltar que os processos de criação estão ligados aos processos psicológicos considerados mais complexos.

Imaginação e criação como funções tipicamente humanas

Os processos psicológicos mais complexos aos quais Vigotski (2007) se refere, isto é, as funções psicológicas superiores, resultam da relação entre as características biológicas da espécie humana e demais características que se constituem no decorrer da vida social. Desse modo, há uma interação contínua entre as condições sociais e culturais e a base biológica do comportamento humano. Os aspectos social e cultural cabem como pano de fundo na presente discussão, que transversaliza o que é específico do ser humano e a relação com a criação e a imaginação.

Há estudos que desenvolvem questões importantes sobre o nascimento cultural da criança, o que implica uma relação próxima com a criação e a imaginação como processos mais complexos. O ato biológico nasce no ser humano, mas como um evento cultural. Ou seja, mesmo antes de

nascer, já se estabelecem no mundo rituais da cultura na constituição dos sujeitos, como sujeitos sociais.

De qualquer forma, é um fato inegável que a simples expectativa do nascimento de uma criança sacode profundamente o mundo das relações sociais no âmbito do grupo familiar, o que permite afirmar que no imaginário social, antes mesmo de nascer, aquela ocupa já um lugar na sociedade humana, estando sua existência atrelada às condições reais de existência que lhe oferecerá seu meio cultura (Pino, 2005, p. 151).

A cultura representa a oportunidade de o sujeito inserido no meio vivenciar o conjunto das obras humanas, as quais se especificam por meio da significação. O desenvolvimento cultural ocorre por um processo de apropriação, condicionado por limites e possibilidades reais. À medida que esse sujeito – e, no caso deste debate, as crianças – tem acesso aos bens culturais, maiores serão suas condições de realizar processos de significação. “Significação que traduz a postura do homem perante a natureza quando ele se tornou capaz de nomeá-la, entender como funciona, interpretar seus sinais criando modelos explicativos e dizer aos outros o que ele percebe, sente e pensa dela e dele mesmo” (Pino, 2005, 152).

Essas considerações acerca da significação também implicam a compreensão sobre a relação entre a linguagem e o pensamento. Nessa perspectiva, Vigotski (2007) concebe que a linguagem tem a função de transformar e redimensionar a ação humana e, ao constituir-se como uma função psicológica superior, exerce um papel decisivo na formação dos processos mentais típicos do ser humano, entre eles, o pensamento. Entende-se que os argumentos de Vigotski (2007) sobre como as crianças são inseridas no mundo dos significados podem mostrar princípios que nos fazem compreender a linguagem e o pensamento infantil. Para ele, no processo de desenvolvimento, as crianças estabelecem uma relação com o conteúdo da cultura, e o processo de aquisição dos signos ocorre pela presença de um outro social.

O processo de desenvolvimento e transformação depende de diferentes relações, especialmente pela mediação desse outro, dada sua condição de sujeito social em transformação em sujeito cultural, ou seja, um su-

jeito semelhante aos outros, como a constituição da criança como um ser humano. Sobre esse aspecto, Pino (2005, p. 154) entende que:

A constituição da criança como um ser humano é, portanto, algo que depende duplamente do Outro: primeiro, porque a herança genética da espécie lhe vem por meio dele; segundo, porque a internalização das características culturais da espécie passa, necessariamente, por ele, como o deixa claro a análise de Vigotski.

Considerando que o desenvolvimento do sujeito, especialmente da criança, está relacionado com a apropriação da cultura, isso implica uma participação ativa, com modos específicos de perceber, sentir, se relacionar, falar e compreender o mundo. Há uma complexidade nas relações sociais internalizadas pelos sujeitos que se convertem em funções superiores. Em suas elaborações teóricas, Vigotski encontra “possibilidade humana de criação e uso de signos uma via explicativa para o funcionamento mental, social e individual” (Smolka, 2009, p. 8). Os signos podem ser um modo de relação social, especialmente pela palavra, pela formação da consciência e pelo aspecto cultural.

O homem cria suas próprias condições de existência social da mesma forma que cria suas condições de existência material. Por serem obra do homem, estas condições de existência social ou formas de sociabilidade humana, das mais simples das sociedades tribais às mais complexas das sociedades contemporâneas, integram o elenco do que denominamos produções culturais (Sirgado, 2000, p. 54).

É, portanto, por esse conjunto de produções culturais, em processos mediados pelos signos, que se confere o desenvolvimento dos sujeitos de diferentes idades e em contextos específicos, dadas as condições e experiências que lhes são oportunizadas. É a significação, assim, “que confere ao social sua condição humana, fazendo da sociabilidade animal – expressão de uma organização natural da convivência de indivíduos de uma mesma espécie – uma sociabilidade humana” (Sirgado, 2000, p. 59). Essa expressão ocorre do modo como os membros da espécie humana organizam a sua convivência. É nesse processo que coexistem as oportunidades para a atividade criadora.

A criação é um conceito que requer compreensão, pela intensidade com que se apresenta na vida da criança desde muito cedo. Pela dimensão que representa na evolução geral das crianças e em seu processo de maturação, a criação pode ser considerada um dos aspectos mais importantes da psicologia e das pedagogias da infância.

É interessante mencionar que Vigotski (2009), em suas discussões, aponta para o aspecto plástico do organismo que conserva e transforma a experiência vivida, portanto, os processos de criação e imaginação. Argumenta, por exemplo, segundo Smolka (2009, p. 53), “que a imaginação na qualidade de atividade humana é afetada pela cultura através da linguagem vai sendo marcada pela forma racional de pensar historicamente elaborada”.

Para a teoria histórico-cultural, o que se cria está ligado diretamente à memória e o que está em sua essência tende a repetir condutas e aspectos elaborados com base em experiências precedentes. Inicialmente, há uma reprodução de impressões, como aspectos da infância do sujeito. Individualmente, ele pode lembrar e elaborar tais impressões, mas não criar. Nesse sentido, Vigotski (2009, p. 13) fala da plasticidade do cérebro. Há muitas atividades denominadas reprodutivas, mas também podem ser combinatórias e criadoras, tendo como resultados novas imagens ou ações.

O cérebro não é apenas o órgão que conserva e reproduz nossa experiência anterior, mas também o que combina e reelabora, de forma criadora, os elementos da experiência anterior, erigindo novas situações e novo comportamento (Vigotski, 2009, p. 14). É a atividade criadora, portanto, que transforma o homem em um sujeito que se volta para o futuro, constituindo o presente modificado.

Sirgado (2000, p. 53) considera que “sob a ação criadora do homem, a sociabilidade biológica adquire formas humanas, tornando-se modos de organização das relações sociais dos homens”. Por esse viés, é possível considerar que o social é, ao mesmo tempo, condição e resultado do aparecimento da cultura: condição pela importância da sociabilidade que é histórica e pela emergência da cultura, e resultado porque as formas humanas de sociabilidade são obras culturais, ou seja, produções humanas.

Assim, tratar da ação criadora enquanto função tipicamente humana implica o desenvolvimento dos sujeitos? Para além das reflexões postas, cabe lembrar que, para Vigotski (2001), as funções superiores não só emergem de funções biológicas, mas também têm natureza social. Há formas de organização social em que a sociabilidade se concretiza. Esse processo é humano, pois são obras do homem, dependendo de condições concretas de sua produção. Desse modo, ancorar as reflexões sobre esse processo implica debater sobre as questões pedagógicas no que se referem ao desenvolvimento dos sujeitos, especialmente das crianças, tendo como compreensão a criação como atividade tipicamente humana.

Implicações pedagógicas

Com base nos conceitos apresentados e nas reflexões sobre a atividade criadora, as considerações que seguem têm a intenção de atentar ao que é específico da educação e do ensino de crianças em seu desenvolvimento. Elementos como o jogo, a criação literária e os desenhos, por exemplo, muitas vezes são desconsiderados como ações de desenvolvimento com intensas relações. São possibilidades de criação da mais profunda natureza. Brincar, nesse processo, carrega elaborações importantes e está ancorado no aspecto cultural. As crianças produzem cultura ao brincar, e dele se evidenciam mudanças no campo simbólico e em seu comportamento. Segundo Vigotski (2003, p. 16-17), os processos de criação emergem nos jogos, ainda quando as crianças são muito pequenas:

Naturalmente em sus jogos ellos reproducen mucho de lo que han visto; todos conocemos el grande papel que em los juegos de los niños desempeña la imitación, com mucha frecuencia estos juegos son sono um eco de lo que los niños vieran e escucharan de los adultos, no obstante estos elementos de su experiencia anterior nunca se reproducen em el juego absolutamente igual a como se presentaron el la realizad. El juego del niño no es recuerdo simple de lo vivido, sino la transformación creadora de las impresiones vividas, la combinación y organización de estas impresiones para a formación de uma nueva que responda a las exigencias e inclinaciones del próprio niño. De igual forma, el deseo de los niños de crear es tan actividad de imaginación como el juego.

É por essa transformação das impressões vividas que se permite a criação, acompanhada da imaginação e de novas experiências. Essa atividade, ancorada no jogo, exige que as crianças organizem seu ato, o que a leva a pensar e produzir novos significados a cada momento. Desse modo, enquanto brincam, elas estão imaginando em ação e criando. Muitas vezes imitam, mas não fazem um ato de reprodução, apenas elaboram. Nessa ação do jogo, reorganizam seu mundo, que, por vezes, em consonância com as suas relações sociais e com a cultura, é ainda muito inexplorado. Portanto, o jogo é uma combinação de expressões e construção de novas realidades, colocando a imaginação em atividade, pois ele faz emergir a ação do campo imaginário, a construção de intenções, motivos de vontade.

No brinquedo, que é compreendido como o ato do brincar, a criança cria uma situação imaginária. Assim, para Vigotski (2007, p. 110), a ação que se constitui no brincar, permeada por uma situação imaginária ensina a criança a organizar seu comportamento, especialmente pelo significado da situação e não somente pela percepção imediata vivenciada. O autor permite refletir também sobre a importância do faz-de-conta, compreendido como um aspecto fundamental no desenvolvimento do simbolismo, pois oportuniza-se a imitação, a imaginação e a criatividade em ação.

Ainda, ao considerar o jogo imaginário na infância como parte do brincar e do processo de socialização, enquanto objeto cultural, ele possibilita maiores relações para a criança se apropriar de códigos culturais, situar-se e transformar o vivenciado de outros códigos. Considerando que, no espaço do jogo imaginário, ocorrem elaborações sobre realidade, reproduzem-se modos culturais de ações e modos de relações interpessoais, atribuem-se significados às marcas da cultura que trazem referências à escrita.

Outro aspecto refere-se à criação literária, que, atrelada à abordagem vigotskiana, é considerada um processo que compõe a mediação de linguagem interior na criação de sentidos constitutivos da consciência. Essa questão apresenta uma complexidade que envolve a apropriação (ou não) da linguagem e escolhas que evidenciam temáticas de mais sentido às crianças (ou não). A criação literária proporciona a relação próxima

das crianças com as criações literárias da humanidade, proporcionando condições para enriquecer tanto o mundo cultural quanto o das emoções. Para Vigotski (2009, p. 96):

Todos que observam a criação literária perguntam-se: qual é o sentido dessa criação se ela não pode formar na criança um futuro escritor, criador, se ela é somente um fenômeno breve e esporádico no desenvolvimento do adolescente, que posteriormente se retrai ou desaparece por completo? O sentido e o significado é que ela permite à criança fazer uma brusca transposição no desenvolvimento da imaginação criadora que fornece uma nova direção para a fantasia e permanece para a vida toda.

Nesse sentido, a criação literária permite um aprofundamento dos aspectos emocionais e dos ímpetus de atividades criadoras na relação entre pensamento, linguagem e emoção, conectando o universo interno ao mundo cultural. Refletindo sobre implicações pedagógicas, é fundamental romper com concepções que minimizam a oportunidade de crianças pequenas vivenciarem esse tipo de criação. Dadas as especificidades de idade, contexto e desenvolvimento, desde muito cedo as crianças interagem com o campo literário e são capazes de criar, desde que tenham acesso a diversas experiências, independentemente de estarem alfabetizadas de forma convencional – uma preocupação posta também nos estudos literários.

Além dessas questões, o ato de desenhar na infância, predominante nesse grupo etário, é outra função complexa. Vigotski (2009) apresenta diferentes detalhamentos sobre esse processo, como o domínio do ato motor e sua relação com a fala no ato de desenhar. A linguagem verbal é a base para a linguagem gráfica. O autor destaca estágios relacionados aos esquemas, aos traços e às representações, cada um com características que mostram as elaborações do momento histórico em que o autor produziu.

Considerando as relações históricas e culturais, o desenho carrega em si um ato simbólico das compreensões infantis sobre o mundo e suas experiências. Pela abordagem da teoria histórico-cultural, o desenvolvimento intelectual se concretiza por meio dos processos de interação com o outro, de modo contínuo e relacionado. De acordo com Vigotski (2008),

a aprendizagem promove o desenvolvimento das funções mentais, sendo fundamental o papel das relações sociais, por meio das quais a criança se reconhece como sujeito nesse processo. O autor ressalta que “o aprendizado escolar induz o tipo de percepção generalizante desempenhando, assim, um papel decisivo na conscientização da criança dos seus próprios processos mentais” (Vigotski, 2008, p. 115).

O compromisso estabelecido entre instituições, áreas e estudos fundamentados na teoria histórico-cultural institui um olhar de respeito à infância, abrangendo os modos de ensinar e estudar as relações de ensino e seus efeitos. Há, nesse contexto, uma preocupação constante com a dinâmica entre aspectos intelectuais e afetivos. Vigotski (2009), em suas investigações, analisou experimentos que tinham a intensão de analisar a atividade da criança durante a solução de tarefas ou ações, bem como suas próprias atividades criadoras. No âmbito das relações de ensino, essa abordagem elucida os processos que ocorrem em situações mais complexas, tipicamente humanas.

Considerações finais

O presente texto teve como objetivo apresentar reflexões sobre a atividade criadora pela perspectiva da teoria histórico-cultural, fundamentada nos estudos de Vigotski (2009), como uma contribuição para o desenvolvimento das crianças enquanto sujeitos com direito à educação e à formação humana. Foram discutidos elementos centrais dessa teoria, considerando os pressupostos de Vigotski (2009) sobre a atividade criadora como função tipicamente humana e as implicações pedagógicas da imaginação e da criação na infância.

O processo de criação e transformação do mundo ocorre continuamente. Nesse contexto, o jogo simbólico e outras funções psicológicas superiores desempenham um papel fundamental na constituição de zonas de desenvolvimento proximal, contribuindo para a aprendizagem e o desenvolvimento. Diante do exposto, é necessário considerar que os aspec-

tos da teoria de Vigotski nos permitem afirmar a infância como uma categoria social e histórica. Por isso, é na trama social, com base no trabalho e nas ideias dos outros, que é possível criar o novo. Não se cria do nada, do vazio. A criação de modo individual implica uma forma da apropriação da participação na cultura e está sempre situada historicamente. Para Vigotski (2009, p. 129):

Qualquer inventor, mesmo um gênio, é sempre fruto de seu tempo e de seu meio. Sua criação surge de necessidades que foram criadas antes dele e, igualmente, apoia-se em possibilidades que existem além dele. Eis porque percebemos uma coerência rigorosa no desenvolvimento da técnica e da ciência. Nenhuma invenção ou descoberta científica pode emergir antes que aconteçam as condições materiais e psicológicas necessárias para surgimento. A criação é um processo de herança histórica e que em cada forma que sucede é determinada pelas anteriores.

Com esse pressuposto, o texto pretendeu levantar questões sobre a educação e o desenvolvimento das crianças, fundamentadas na concepção de que são sujeitos datados pela história e pela cultura. Conforme Vigotski (2009, p. 122), “todo o futuro é alcançado pelo homem pela ajuda da atividade criadora”. A experiência do ato criativo não ocorre ao acaso, mas sim pelas condições do processo histórico e cultural da humanidade.

Além disso, é fundamental reconhecer que a própria escola e o próprio ensino podem proporcionar vivências relevantes, permitindo que os sujeitos sigam em desenvolvimento. Isso ocorre dentro da especificidade da infância, em tempos e espaços mais ricos em desenvolvimento pleno. Segundo Smolka e Nogueira (2002, p. 85), a escola contribui para a “constituição do funcionamento mental e das complexas formas culturais de comportamento, enquanto (re)produz modos de ação, de interação, de participação”. Dessa forma, a escola se configura como um dos principais espaços que ancoram o processo de criação das crianças. Com intencionalidade pedagógica, ela amplia as possibilidades de participação na vida social e cultural que oferece às crianças.

Referências

- BRAGAGNOLO, Adriana. *A interação verbal entre adultos e crianças de educação infantil: um encontro com a palavra*. 2016. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Passo Fundo. 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil*. Brasília, DF: MEC; SEB, 2010.
- COSTA, Carolina Alexandre. *Significações em relações de bebês com seus pares de idade*. 2012. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.
- JOBIM E SOUZA, Solange. *Infância e linguagem: Bakhtin, Vygotsky e Benjamin*. Campinas: Papirus, 1994.
- PINO, Angel. *As marcas do humano: as origens da constituição cultural da criança na perspectiva de Lev S. Vigotski*. São Paulo: Cortez, 2005.
- SIRGADO, Angel Pino. O social e o cultural na obra de Vigotski. *Educação & Sociedade*, São Paulo, v. 21, n. 71, jul. 2000.
- SMOLKA, Ana Luiza Bustamante. *Prefácio*. In: VYGOTSKI, L. S. *Imaginação e criação na infância*. Tradução Zoia Prestes e Elisabeth Tunes. São Paulo: Expressão Popular, 2009. p. 7-10.
- SMOLKA, Ana Luiza; NOGUEIRA, Ana Lucia Horta. O desenvolvimento cultural da criança: mediação, dialogia e (inter) regulação. In: OLIVEIRA, Marta Kohl, REGO, Teresa Cristina, SOUSA, Denise Trento. *Psicologia, educação e temáticas da vida contemporânea*. São Paulo: Moderna, 2002. p. 77-94.
- VYGOTSKI, L. S. *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- VIGOTSKI, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- VIGOTSKI, L. S. *Imaginación y creación en la edad infantil*. Buenos Aires: Nuestra América, 2003.
- VIGOTSKI, L. S. *Imaginação e criação na infância*. Tradução Zoia Prestes e Elisabeth Tunes. São Paulo: Expressão Popular, 2009.
- VIGOTSKI, L. S. *Pensamento e linguagem*. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.
- VIGOTSKI, L. S. *Obras Escogidas*. v. III. Madrid: Visor, 1995.

Desafios do conhecimento: obstáculos e perfis epistemológicos na perspectiva de Bachelard

Rafael Cardim Pazim

Nelson Luiz Reyes Marques

Cristiano Roberto Buzatto

Vida e obra de Gaston Bachelard

Gaston Bachelard nasceu em 27 de junho de 1884, em Bar-sur-Aube, uma comuna francesa, e faleceu aos 78 anos em Paris. Ele começou sua carreira profissional como funcionário dos Correios, cargo que ocupou entre 1907 e 1913. De origem humilde, Bachelard estudava enquanto trabalhava, perseguindo o sonho de se tornar engenheiro, e, em 1912, formou-se em Matemática (Dejan, 2017).

Em julho de 1914, casou-se com Jeanne Rossi, três semanas antes do início da Primeira Guerra Mundial, na qual foi convocado e serviu por três anos nas trincheiras. Após a guerra, de 1919 a 1930, Bachelard lecionou Física e Química em uma escola secundária em sua cidade natal. Durante esse período, desenvolveu um interesse crescente pela filosofia, concluindo sua graduação e seu doutorado em 1927, na Faculdade de Letras da Sorbonne (Chimisso, 2001). Nesse mesmo período, viveu a alegria do nascimento de sua filha, Suzanne, em outubro de 1919, e o luto pela perda de sua esposa, em 1920.

Em 1930, tornou-se docente no Departamento de Filosofia da Universidade de Dijon. Em 1940, conquistou um lugar na Universidade de

Sorbonne, sendo designado como chefe do Departamento de História e Filosofia das Ciências e professor da cadeira de mesmo nome. Seu maior volume de produções intelectuais ocorreu nas décadas de 1930 e 1940.

Além de sua atuação na filosofia, Bachelard era também um estudioso da psicanálise, embora essa área não tenha sido considerada em sua nomeação para a cadeira. Influenciado pela psicanálise, escreveu vários livros que abordam a importância do irracional na mente humana, o que o ajudou a desenvolver o conceito de obstáculos epistemológicos e a ideia de que o conhecimento evolui de forma dinâmica e descontínua (Chimisso, 2001).

Os livros mais relevantes para este trabalho são *A formação do espírito científico*, publicado originalmente como *La formation de l'esprit scientifique: contribution à une psychanalyse de la connaissance objective* em 1938, e *A filosofia do não*, originalmente *La philosophie du non: essai d'une philosophie du nouvel esprit scientifique*, publicado em 1940. Nessas obras, a epistemologia de Bachelard é abordada por meio dos conceitos de obstáculos epistemológicos (Bachelard, 1978) e de perfil epistemológico (Bachelard, 2005), ambos discutidos a seguir neste trabalho.

Esses livros apresentam diversos exemplos que ilustram as ideias de Bachelard, baseados em suas experiências como professor nas áreas de Física, Biologia, Matemática e Química. Além disso, tais exemplos podem ser interpretados sob uma perspectiva pedagógica, oferecendo valiosas inspirações para o ensino de Ciências.

Obstáculos epistemológicos

A noção de obstáculos epistemológicos foi proposta por Gaston Bachelard em seu livro *A formação do espírito científico* (2005). Para o autor, os obstáculos epistemológicos são entendidos como os entraves inerentes ao próprio conhecimento científico, que bloqueiam seu desenvolvimento e são motivo de atraso no ritmo de desenvolvimento da ciência e, em alguns casos, podem até gerar regressão do conhecimento. Vale destacar que esses obstáculos não estão associados às dificuldades práticas da ciência,

como a realização de experimentos ou as limitações dos nossos sentidos ao observar um fenômeno.

Além disso, os obstáculos epistemológicos podem ter origens diversas, como construções inerentes à própria natureza humana ou decorrentes de causas sociais, sendo internos ao sujeito. Eles geram conflitos entre a mente racional do cientista, ou do aprendiz de ciência, e a mente irracional do ser humano. Bachelard (2005) afirma que esses obstáculos são vícios ligados ao ato de conhecer, que se enraízam no pensamento. Sua superação contínua depende de uma catarse tanto intelectual quanto afetiva, uma tarefa que exige força de vontade e constante vigilância. Por essa razão, Bachelard analisa a evolução do conhecimento científico por meio da relação dialética entre a mente e os obstáculos epistemológicos.

Segundo Bachelard (2005), a noção de obstáculo epistemológico é pouco conhecida na área da Educação. O autor reconhece que muitos professores não conseguem entender o motivo de um estudante não compreender determinado conteúdo ou conceito científico.

Os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto a ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos: não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana (Bachelard, 2005, p. 23).

Nesse contexto, Bachelard (2005) caracteriza os obstáculos epistemológicos em obstáculos da experiência primeira, obstáculos do conhecimento geral, obstáculo verbal, obstáculo substancialista e obstáculo animista, que serão discutidos a seguir.

O perigo do saber não questionado

Em sua obra *A formação do espírito científico*, Bachelard (2005) expõe a história do que não é ciência para, em contraste, esclarecer o que realmente constitui a ciência. Ao delinear o que não é ciência, fica eviden-

te como os obstáculos epistemológicos frequentemente impulsionaram o desenvolvimento de um conhecimento que, mais tarde, seria superado pela ciência moderna.

A alquimia e a filosofia natural são apresentadas como exemplos de não ciência e, após uma ruptura, especialmente no que se refere ao irracional da mente humana, emerge a ciência do século XIX, que estabelece as bases da ciência moderna. Os cientistas, protagonistas desse processo, precisam estar conscientes do poder que o irracional exerce sobre seu pensamento e combatê-lo constantemente, pois a ciência é, fundamentalmente, a aplicação da racionalidade na formulação de questionamentos e na busca de respostas. A construção da ciência moderna baseia-se na aplicação imparcial e rigorosa da racionalidade.

Por um lado, essa racionalidade reforça a confiança da humanidade na ciência; por outro, pode gerar a impressão de que o conhecimento adquirido é definitivo. Nesse contexto, é crucial evitar os extremos, que também comprometem o progresso saudável da ciência: a complacência em aceitar o conhecimento arduamente conquistado sem mais questioná-lo é perigosa e pode levar à estagnação. Além disso, a ciência familiar, que se manifesta no cotidiano, é frequentemente aceita sem questionamento, justamente pela facilidade de não desafiá-la.

O conhecimento não questionado passa, então, a servir de morada para um obstáculo epistemológico, pois a pergunta que gerou aquele conhecimento é esquecida, dando espaço para a resposta útil produzida por ela, lançando uma batalha entre dois instintos humanos: o irracional contra o racional. Na primeira fase da vida do cientista, o ímpeto racional de questionar o conhecimento estabelecido, de criar boas perguntas, a fim de extrair da natureza a resposta disruptiva. Na segunda fase da vida de (alguns) cientistas, quando a convivência com aquele conhecimento torna as ideias tão claras que polarizam a própria forma de pensar, prefere-se aquilo que confirma o que é sabido. Mesmo os cientistas mais atentos podem se tornar reféns da sua irracionalidade.

É preciso retificar, variar as condições de um experimento, fugir da certeza e da unidade de uma teoria homogênea, completa, inquestionável. A razão é o motor desse movimento a terras desconhecidas, obscuras, e sua lanterna é a capacidade de abstração, de propor experiências indiretas. Pelo caminho, deve ficar o fascínio magnético pela experiência imediata, concreta e tão “real” aos sentidos.

Como afirmam Gottsmann e Delignières (2016), é necessário fazer uma catarse intelectual e afetiva, pois preconceitos e opiniões são contra a liberdade de pensamento e do espírito crítico promovido pela razão. De outra forma, independentemente das contradições internas, é mais tentador refugiar-se nas respostas prontas do conhecimento não questionado. Nas palavras de Bachelard (2005, p. 24):

Logo, toda cultura científica deve começar, como será longamente explicado, por uma catarse intelectual e afetiva. Resta, então, a tarefa mais difícil: colocar a cultura científica em estado de mobilização permanente, substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer enfim à razão razões para evoluir.

A experiência primeira

A experiência primeira é aquela que surge do primeiro contato com a natureza. A percepção dos fenômenos a partir dos sentidos é tão real, natural, concreta, que passa acima de qualquer crítica, estabelece-se como verdade. Este obstáculo se dá da “experiência colocada antes e acima da crítica” (Bachelard, 2005, p. 29). Para Bachelard (2005, p. 25):

[...] a observação primeira é sempre um obstáculo inicial para a cultura científica. De fato, essa observação primeira se apresenta repleta de imagens; é pitoresca, concreta, natural, fácil. Basta descrevê-la para se ficar encantado. Parece que a compreendemos.

O espírito oriundo da experiência primeira é a favor da natureza, uma continuação sem irregularidades da observação direta. No entanto, o espírito científico deve se formar contra a natureza, por isso a experiência primeira é um obstáculo epistemológico. O espírito científico deve se

formar contra a natureza, pois sempre se reforma, explora os limites do conhecido, reconstruindo-o, extraindo dela aquilo que naturalmente ela não fornece, através de experimentos construídos para tal, conforme Bachelard (2005, p. 29):

Eis, portanto, a tese filosófica que vamos sustentar: o espírito científico deve formar-se contra a Natureza, contra o que é, em nós e fora de nós, o impulso e a informação da Natureza, contra o arrebatamento natural, contra o fato colorido e corriqueiro. O espírito científico deve formar-se enquanto se reforma.

É aqui que se deve tomar cuidado com a armadilha criada pelos livros didáticos, que se apresentam, ou são percebidos, facilmente como imutáveis, corretos, eternos. Ou, ainda, o conhecimento dos livros didáticos é passado como natural, mas não o é, segundo Bachelard (2005, p. 30):

Os livros de física, que há meio século são cuidadosamente copiados uns dos outros, fornecem aos alunos uma ciência socializada, imóvel, que, graças à estranha persistência do programa dos exames universitários, chega a passar como natural; mas não é; já não é natural.

Além disso, são produtos de experimentos mais ou menos elaborados, de sistemas conceituais abstratos, já não mais conectados com a experiência direta com a natureza, mediada pelos sentidos, “as experiências e os livros agora estão, pois, de certa forma desligados das observações primeiras” (Bachelard, 2005, p. 30).

Além do uso dos livros didáticos, é comum, nas aulas de Física, a realização de demonstrações experimentais. O professor incauto pode deixar-se enganar pelo interesse guiado pela *alma pueril e mundana* dos alunos, que se encanta com o belo fenômeno cuidadosamente apresentado. Segundo Bachelard (2005, p. 12), essa alma é

[...] animada pela curiosidade ingênua, cheia de assombro diante do mínimo fenômeno instrumentado, brincando com a Física para se distrair e conseguir um pretexto para uma atitude séria, [...] passiva até na felicidade de pensar.

Portanto, o que acontece é um arrebatamento passageiro, alimentado por um interesse superficial. O prazer gerado pelo estímulo imediato

vence, atravancando o avanço em direção ao conhecimento e à abstração, faz-se presente o obstáculo da experiência primeira. O obstáculo da experiência primeira cria uma espécie de indivíduo feliz, que acha que entende o que está observando. Todavia, ao ser questionado sobre o seu conhecimento, percebe que nada sabe.

Por fim, a intuição primeira causa estagnação no avanço do conhecimento e é a causa principal do que poderia ser uma tragicomédia ambientada entre os séculos XVII e XVIII, cujos elementos principais seriam experimentos de ciências e cientistas excêntricos fazendo uso quase infantil de seus laboratórios, em um espetáculo de curiosidades. Segue uma descrição do jantar elétrico de Franklin para seus amigos, que ocorreu em 1748:

[...] mataram um peru por choque elétrico, assaram-no num espeto elétrico, diante de um fogo aceso por meio da garrafa elétrica: a seguir, beberam à saúde de todos os célebres entendidos em eletricidade da Inglaterra, Holanda, França e Alemanha, em copos eletrizados, e ao som da descarga de uma bateria elétrica (Bachelard, 2005, p. 41).

Apenas em 1785, Coulomb iniciou a publicação de uma série de sete memórias, em que primeiro se apresentaram leis da eletricidade e do magnetismo. Antes disso, havia cardápios elétricos para todos os gostos.

O conhecimento geral ou realista

Segundo Bachelard (2005), o espírito humano tende a oscilar naturalmente entre dois extremos: o particular e o universal. Como ele afirma, “o espírito científico pode enganar-se ao seguir duas tendências contrárias: a atração pelo particular e a atração pelo universal” (Bachelard, 2005, p. 75). Quando se inclina para um desses polos, o espírito tem a tendência de ali permanecer, mas o verdadeiro progresso científico ocorre no movimento contínuo entre o particular e o geral.

Bachelard (2005) argumenta que nada prejudicou mais o avanço do conhecimento científico do que a falsa doutrina do universal, que predominou de Aristóteles a Bacon. Essa tendência à generalização, pela sua facilidade, leva à pressa em expandir conceitos fracos, pouco conectados com as fun-

ções fundamentais dos fenômenos, resultando em generalizações inadequadas disfarçadas de grandes leis. Muitas vezes, o problema da generalidade reside no fato de ela ser uma meia verdade, que se sustenta na preguiça intelectual e ganha notoriedade sob a máscara de conhecimento genuíno.

A dificuldade em avançar e mudar de paradigma pode estar presente em qualquer área do conhecimento. Em um estudo sobre a percepção de professores sobre os objetivos de programas bilíngues na Espanha, Guillén e Sanz (2019, p. 125) constataram que o obstáculo do conhecimento geral “impede a compreensão da mudança presidida pela integração, pois recorrem a concepções e categorias curriculares anteriores”.

O ardil das leis gerais está em definirem palavras e não coisas (Bachelard, 2005). Utilizando as palavras certas, simples, de conhecimento geral, o fenômeno é descrito, estando descrito, tem-se a sensação de que foi compreendido. Tome-se como exemplo a força magnética entre dois ímãs permanentes. Ao aproximá-los, eles se atraem ou se repelem, dependendo da sua posição relativa. Logo, afirma-se que existem dois polos, norte e sul, polos iguais se repelem e polos opostos se atraem. Basta identificar os polos em cada ímã, e o tipo de força resultante poderá ser, assim, antecipado. Essa afirmação está correta, faz uso de palavras cujos significados são públicos: polo, atrair e repelir. O fenômeno foi descrito, identificado, realizou-se a generalização. O espírito incauto alegra-se por dominar um novo conhecimento, pois “há de fato um perigoso prazer intelectual na generalização apressada e fácil” (Bachelard, 2005, p. 69).

Assim, uma contenção para o surgimento de novas ideias é estabelecida, pois a lei é autoexplicativa, a identificação do fenômeno está completa. O obstáculo imposto pelo conhecimento geral, então, apresenta-se como resposta negativa às seguintes questões: é necessário estudar mais de perto esse fenômeno? Deve-se buscar ideias de experimentos que questionem a validade desse conhecimento? Decorrem daí duas consequências. A mais direta é o empobrecimento da técnica experimental; a outra, igualmente importante, é a falta de elementos para uma descrição matemática do fenômeno.

Seguindo o exemplo supracitado, a força magnética seria descrita apenas em termos dos tipos de polos e da distância entre eles, todos os outros materiais magnéticos devem seguir essa regra. A crença nessas variáveis não é capaz de explicar ou gerar um movimento para buscar explicar, por exemplo, fenômenos magnéticos quânticos ou mesmo a origem do magnetismo.

Os resumos gerais causam imobilidade. A fuga da inércia do resumo geral consiste em tomar seus conceitos e complicá-los, dando-lhes novas facetas e procurando brechas que possam ser exploradas com os experimentos certos. A ciência passa a construir os seus objetos. O desenho de um experimento ocorre mediante a criação de condições técnico-experimentais para extrair da natureza não aquilo que ela oferece espontaneamente, como quem estende a mão para colher uma fruta madura, mas sim revelar um comportamento escondido.

Enquanto as experiências no período pré-científico eram vagas, o conceito revisto e científico está atrelado à técnica experimental que o gerou. Como afirma Bachelard (2005, p. 30), trata-se de “uma ciência elaborada num mau laboratório, mas que traz assim mesmo a feliz marca desse laboratório”. Se houvesse uma escala de cientificidade de determinado conceito, ela seria proporcional ao nível técnico empregado no seu embasamento experimental.

O conceito deve ser revisto conforme os experimentos que lhe deram existência. Além disso, deve incorporar as características e limitações de seus experimentos geradores, processo que Bachelard denomina **fenomenotécnica**. Como ele afirma: “De fato, para o espírito científico, todo fenômeno é um momento do pensamento teórico, um estágio do pensamento discursivo, um resultado preparado. É mais produzido do que induzido” (Bachelard, 2005, p. 127).

A ciência moderna busca limitar seu campo experimental, e a precisão na execução dos experimentos é uma condição para isso. A observação dos fenômenos faz surgir as variáveis matemáticas que os governam. No interior do complexo sistema racional do conhecimento, as variáveis

matemáticas podem revelar comportamentos sutis. O cientista, por conseguinte, retorna ao experimento e o ajusta para expor com maior clareza essas sutilezas.

Nessa conjunção entre conhecimento físico-matemático e técnica experimental, a ciência moderna empreende fuga da inércia imposta pelo obstáculo do conhecimento geral. É a objetividade, e não o universalismo, que deve caracterizar o pensamento científico moderno.

O obstáculo verbal

O período pré-científico da Física, ou ainda filosofia natural, mais precisamente nos séculos XVII e XVIII, poderia ser chamado de período das teorias metafóricas. O processo de criação de conhecimento físico nesse período poderia ser resumido como: (i) a observação de determinado fenômeno; (ii) a escolha de uma metáfora para explicar o fenômeno; (iii) prever ou adequar novos fenômenos dentro do sistema metafórico.

A metáfora se transforma na explicação do fenômeno e, consequentemente, baliza experimentos e ideias posteriores. O uso desse recurso é uma forma de recorrer ao concreto quando uma explicação objetiva demandaria abstração e linguagem matemática. O realista é o senhor das metáforas.

Galení ([1834]1874, p. 625) considerava necessário apresentar os cinco sentidos do corpo humano de forma concreta. Baseado no princípio grego da interação de semelhante com semelhante, ele declara que “podemos dizer que a visão é um instrumento luminoso, a audição é aérea, o olfato é vaporoso, o paladar é úmido e o tato é terreno”. Podemos afirmar que o padre Castel (1743, p. 6 *apud* Bachelard, 2005, p. 282) também cede ao apelo do concreto ao declarar:

De modo natural observamos e sentimos a maioria das coisas, a luz, o calor, o frio, o vento, o ar, a água, o fogo, a gravidade, a energia, a duração etc. Cada olhada é uma observação da natureza; cada operação de nossos sentidos e de nossas mãos é uma experiência.

Quando utilizadas dessa forma, essas imagens generalizadas apresentam o lado concreto sem a cautela devida, prejudicando a visão abstrata e aguçada dos fenômenos reais. Afinal, se a audição é aérea não se considera a propagação por materiais sólidos, ou, se cada observação da natureza é uma experiência, não há necessidade de desenvolver um instrumento de medição mais acurada. Tratam-se, pois, de obstáculos tanto para o avanço da ciência quanto para o aprendizado da ciência nas escolas. Guillén e Sanz (2019) afirmam que o uso de determinadas palavras-chave ou conceitos, cujos significados são imprecisos e instáveis, ou a falta de termos mais adequados, prejudica o avanço do trabalho científico e do ensino de forma geral.

Claverie e Abergel (2016) afirmam que superar o obstáculo verbal exige uma análise semântica imediata, levando em consideração detalhes ou nuances que anteriormente não eram percebidos pelos avanços científicos. Os autores destacam que isso requer um grande esforço reflexivo, pois envolve a reconsideração de conceitos que, até então, eram considerados óbvios e autoexplicativos, baseados na experiência cotidiana.

Na ciência moderna e especialmente na Física, as metáforas ainda são frequentemente utilizadas. O uso de uma imagem ou palavra cujos detalhes são acessados diretamente pelos sentidos, ou seja, de um exemplo concreto, é feito propositalmente. Cria-se um degrau antes de se apresentar o sistema de representação abstrato, tome-se como exemplo a analogia hidráulica para explicar determinados fenômenos elétricos.

Por fim, Bachelard (2005) é cauteloso com a adoção de metáforas, sua aprovação no ensino da ciência moderna é justificada quando são construídas *a partir* da explicação científica, mas a tentação realista ainda persevera, especialmente entre os alunos. Assim, o professor deve explicitar as limitações daquela representação, evitando que o aluno se contagie por uma preguiça intelectual, pois:

[...] o perigo das metáforas imediatas para a formação do espírito científico é que nem sempre são imagens passageiras; levam a um pensamento autônomo; tendem a completar-se, a concluir-se no reino da imagem (Bachelard, 2005, p. 101).

O conhecimento unitário e pragmático

Os obstáculos do conhecimento geral e o obstáculo verbal pertencem ao extremo de concepção universal do conhecimento. Entretanto, é possível avançar ainda mais e encontrar o obstáculo do conhecimento unitário e pragmático, que não mais faz uso primeiro do empírico, mas já pode ser caracterizado como um pensamento filosófico (Bachelard, 2005).

Esse obstáculo funda-se nos conceitos de perfeição e unidade da natureza. A partir deles, derivam-se adjetivos dos mais variados, como puro, limpo e constante. Esses conceitos e adjetivos guiam tanto premissas quanto conclusões, dominando o avanço do pensamento, que seria como raciocinar “segundo as ideias dos Poetas, dos Filósofos e de Moisés” (Bachelard, 2005, p. 108).

Tome-se a luz, ao ser tratada como algo já presente no imaginário humano e relacionado ao divino, possuindo o necessário para facilitar e justificar o obstáculo do conhecimento unitário, o qual foi difundido por diversos textos do século XVIII, como o seguinte:

A Luz anima e alegra toda a Natureza; onde ela falta, não há alegria, nem força, nem vida; só há horror, fraqueza, vácuo. A luz é, portanto, a única de todas as criaturas sensíveis que se assemelha e é conforme à Divindade (Avant-Propos, III *apud* Bachelard, 2005, p. 105-106).

Portanto, se a luz é como a Divindade, as propriedades da luz também devem ser de características divinas. O trecho a seguir explicita esse raciocínio quando o autor tenta reconciliar o aspecto divino da luz com a sua propriedade de decréscimo de intensidade e a distância:

Se seguissemos as opiniões comuns, seria preciso acrescentar que a Luz se enfraquece por si só ao afastar-se do corpo luminoso; que, a exemplo de todas as outras qualidades, ela perde pouco a pouco sua virtude nos progressos que faz; e é essa a verdadeira razão pela qual ela se enfraquece e até, no fim, se torna insensível. Mas, sejam como forem as outras qualidades, temos certeza de que a Luz é de natureza e de ordem tão acima delas, que não está sujeita a nenhuma de suas enfermidades... (seu) enfraquecimento é apenas exterior, não chega à essência nem à virtude interior da Luz (C. de La Chambre, 1662, p. 230 *apud* Bachelard, 2005, p. 106).

Assim, fica claro como o obstáculo do conhecimento unitário pode impedir a evolução do espírito científico e, nesse caso, descartar novos estudos sobre a dependência da intensidade da luz em relação à distância da fonte. Nesse espírito pré-científico, a unidade é o princípio da natureza, capaz de apaziguar todas as supostas irregularidades e dualidades, em escalas grandes ou pequenas, dos fenômenos observados.

Há, também, o obstáculo do conhecimento pragmático, uma espécie de irmão do conhecimento unitário, que vê a utilidade como princípio de existência de objetos ou fenômenos naturais, sendo também chamada de “indução utilitária” (Bachelard, 2005, p. 113). A procura e a justificação de alguma utilidade são fruto da necessidade de organização extrema; entretanto, a utilidade geralmente é direcionada para a perspectiva humana. O fenômeno ou objeto deve servir ao homem de alguma forma, pois essa é a razão de sua existência.

Ao (se julgar) encontrar fenômenos úteis na natureza e para a natureza, logo se buscam outros fenômenos similares que serão úteis igualmente para servir ao homem. Bachelard (2005) afirma que o homem não critica o útil e não sabe limitá-lo. Um exemplo de indução utilitária apresentado por Bachelard (2005), citando Réaumur, é o seguinte: as crisálidas de lagarta transpiram e dependem dessa transpiração para evoluir, ao recobri-las com verniz, reduz-se ou estagna-se a velocidade da evolução; logo, pode-se cobrir o corpo humano com uma espécie de verniz, fazendo-se reduzir a sua velocidade de envelhecimento. Nota-se, nesse exemplo, a necessidade de transferir a utilidade para a perspectiva humana. Também se encontram exemplos, como a seguir, cuja utilidade alegada perdura até hoje nas mentes menos instruídas.

O uso de materiais magnéticos para fins medicinais é utilizado até hoje em colchões, sandálias, pulseiras. Alega-se que o magnetismo ajuda a diminuir dores sem a necessidade de procedimentos invasivos ou medicamentos. Essa fascinação pelo magnetismo é antiga e Van Swinden (1785, p. 4 *apud* Bachelard, 2005, p. 115) tenta encontrar uma utilidade virtuosa que justifique a sua existência:

Pergunto ainda a todo Físico sincero se está interiormente convencido de que essa força magnética, tão universal, variada, espantosa e admirável, foi produzida pelo Criador apenas para orientar as agulhas imantadas, que foram durante tanto tempo desconhecidas do gênero humano...

Ou seja, como o magnetismo já existia antes das bússolas, deveria haver uma utilidade anterior, que justificasse a sua existência, e tal utilidade seria voltada a um bem humano mais essencial, a saúde.

O obstáculo substancialista

Ao se estudar uma substância, pode-se ter a tentação de conceder a ela diversas qualidades. Geralmente, essas qualidades são vistas como estando em seu interior, e é dever do experimentador trazê-las à tona. Afinal, sob a perspectiva do obstáculo substancialista, “a substância é o seu interior” (Bachelard, 2005, p. 123). A ideia de substância, tão simples e clara, funciona como um obstáculo epistemológico na construção de conhecimentos não substancialistas.

Um dos sintomas mais claros da sedução substancialista é o acúmulo de adjetivos para um mesmo substantivo: as qualidades estão ligadas à substância por um vínculo tão direto que podem ser justapostas sem grande preocupação com suas relações mútuas. [...] quanto menos precisa for uma ideia, mais palavras existem para expressá-la. No fundo, o progresso do pensamento científico consiste em diminuir o número de adjetivos que convém a um substantivo, e não em aumentar esse número. Na ciência, os atributos são pensados de forma hierárquica e não de forma justaposta (Bachelard, 2005, p. 140).

A alquimia reserva diversos exemplos de obstáculos substancialistas. As substâncias possuem qualidades íntimas virtuosas, podendo ser tão valorizadas que se questiona como algo tão numeroso e nobre poderia acomodar-se em um interior tão pequeno. O filósofo realista, refém do obstáculo substancialista, faz com que ele próprio pereça numa espécie de conto de fadas que ignora proporções de tamanho (Bachelard, 2005).

Um dos objetivos da vida íntima do alquimista virtuoso se confunde com o próprio objetivo da alquimia, que é perseguir certas qualidades

valerosas presentes no íntimo das substâncias cuidadosamente escolhidas, encontrando as chaves que as desnudem, que as virem do avesso. “O realista acumula então na substância, como o homem providente na despensa, os poderes, virtudes, forças, sem perceber que toda força é relação” (Bachelard, 2005, p. 127).

Outro exemplo muito instrutivo apresentado por Bachelard (2005) refere-se à resistência elétrica, comparando o espírito pré-científico de Aldini com o espírito científico de Ohm. Nesse exemplo, há outra faceta do obstáculo substancialista, quando se nomeia uma substância responsável pelo fenômeno observado, neste caso, a eletricidade. A substância assume novas propriedades além da intuição inicial que a criou, neste caso, transmitir eletricidade.

Aldini, sobrinho de Galvani, ao realizar experimentos de condutividade elétrica com diversos fluidos, confia nos dados imediatos de paladar e tato obtidos por eletrodos em sua língua, para conferir à substância elétrica as variações percebidas no fenômeno. Ao fazer passar a substância da eletricidade por diferentes meios, ela carregaria consigo as propriedades desses meios. Assim, Aldini atribui mais uma propriedade a essa substância. Acreditando nisso, ele descreve:

[...] obtive os seguintes resultados de descargas sucessivas da mesma pilha: através da urina, 5 de força, gosto muito ácido, clarão branco; através do leite, 4 de força, gosto doce, ligeiramente ácido, clarão vermelho; através do vinho, 6 de força, gosto ligeiramente ácido; através do vinagre, 2 de força, gosto picante, clarão vermelho; através da cerveja, 7 de força, gosto picante, clarão esbranquiçado... através da solução de muriato de sódio, 10 de força; nesta experiência e nas seguintes não dava para suportar a sensação na língua... (Aldini, 1804, p. 206 *apud* Bachelard, 2005, p. 130).

A substância leva consigo tanto o gosto doce do leite quanto o picante do vinagre, ocorrendo a “substancialização de uma qualidade imediata percebida numa intuição direta” (Bachelard, 2005, p. 127).

Em contrapartida, o conceito de resistência elétrica proposto por Ohm é abstrato e matemático, não se limita mais à impressão primeira obtida pelos sentidos. Caso alguém queira estender as aplicações da re-

sistência ou atribuir-lhe novas funções, o núcleo conceitual no qual a lei de Ohm está inserida impede qualquer invenção desse tipo.

O obstáculo animista

Quando a intuição da vida domina as explicações de fenômenos que não estão diretamente relacionados a ela, esbarramos no obstáculo animista. Praticamente todos os verbos relacionados à vida podem ser escalados para explicar um fenômeno físico: respirar, alimentar-se, dormir, correr, voar, nadar, saltar, reproduzir-se, crescer, evoluir, cavar, escalar, esconder-se, lutar, curar, comunicar, pensar, aprender, adaptar-se, construir, hibernar, aquecer-se, proteger, pular, empurrar, puxar. Se você já utilizou algum desses verbos para explicar um fenômeno físico, é provável que tenha se deparado com o obstáculo animista.

É claro que tais verbos não representam, por si só, o animismo e poderiam ser utilizados com o devido cuidado, mas, quando vêm carregados do contexto vital, geram dificuldades para a compreensão científica. O corpo humano também surge, nesse contexto, como um “aparelho de física, um detector químico, um modelo de fenômeno objetivo” (Bachelard, 2005, p. 201).

A seguir, temos um exemplo do uso do verbo crescer no contexto vital. Veja como, ao explicar o fenômeno dessa forma, o avanço do conhecimento é prejudicado, já que nenhum experimento pode gerar conhecimento útil a partir desse pressuposto:

[...] os minerais crescem e renascem como as plantas, porque, se as estacas para enxerto das plantas formam raízes, os estilhaços das pedras ou dos diamantes que foram lapidados, se enterrados na terra, reproduzem outros diamantes e outras pedras ao cabo de alguns anos (Hecquet, 1712, p. 136 *apud* Bachelard, 2005, p. 196).

O trecho supracitado exemplifica o que Bachelard (2005) chama de mito da fecundidade das minas. Trata-se, portanto, de sobrepor fenômenos físicos aos fenômenos biológicos, relacionando os reinos animal, mineral e vegetal, dando maior importância aos reinos animal e vegetal.

O próprio Lavoisier é tomado pela intuição vital ao questionar as transformações entre os três reinos da natureza (Berteloth, 1902, p. 168 *apud* Bachelard, 2005, p. 187):

Por meio de que procedimentos a natureza opera essa maravilhosa circulação entre os três reinos? Como consegue formar substâncias combustíveis, fermentáveis e putrescíveis, com materiais que não tinham nenhuma dessas propriedades? São mistérios até agora impenetráveis. Entrevê-se, porém, que a vegetação e a animalização sejam fenômenos inversos aos da combustão e da putrefação.

Verifica-se que o obstáculo animista impediu Lavoisier de, pelo menos, perceber que a combustão, um processo de oxidação, tem seu oposto na redução. A comparação entre os reinos da natureza, ou seja, seguir o caminho traçado pelas necessidades do que é vivo, é uma tentativa de assentar-se em bases concretas, de escapar da abstração. A intuição animista tudo pode abarcar e, sendo assim, convence facilmente. Segundo Bachelard (2005), a intuição da vida impede um estudo objetivo dos fenômenos físicos, havendo uma inversão dos meios de explicação na era pré-científica, pois, em lugar de explicar os fenômenos biológicos por princípios físicos, o universo era estudado a partir de atribuições de características biológicas do homem.

Bachelard (2005) enfatiza que, na sala de aula, deve-se falar em obstáculos pedagógicos. O aluno não possui um espírito imaculado, aguardando a aula para poder criar os seus conceitos sobre o que quer que o currículo lhe imponha. Antes, o professor deve ter consciência de que lida com espíritos velhos, ou seja, o aluno já possui pré-conceitos oriundos de suas experiências diárias. E a sua familiaridade com esses conceitos torna-os mais atraentes e reais para o aluno do que uma teoria abstrata apresentada pelo seu professor de Física.

Assim, o trabalho do professor de Física, ou de Ciências, é o de gerar uma mudança de cultura experimental; deve-se desfazer a estrutura das intuições primeiras. Do contrário, a explicação do professor será um trabalho desperdiçado. Essa forma de iniciar os estudos de um conceito novo demanda um esforço não só intelectual, mas também afetivo. Ao aluno,

será apresentada a limitação de suas crenças, gerando ao mesmo tempo satisfação por conhecer mais e frustração por ter conhecido menos. Ao professor, é cobrado que assuma que falhou, mudando de uma pedagogia estéril para uma mais dinâmica e adaptativa.

Perfil epistemológico

Ao pensamento científico, por ser tão dinâmico, não cabe uma determinada filosofia. Essa filosofia seria, por si mesma, completa, acabada, e apenas isso é suficiente para que ela falhe em abranger toda a eferescência da mente humana, expressa na evolução científica. Bachelard afirma que, no lugar de uma determinada filosofia, há de se definir uma filosofia aberta, dispersa, que persiga a superação dos seus princípios.

Nesta filosofia aberta que será apresentada, a *Filosofia do Não* não se refere a uma negação absoluta daquilo que já está constituído, mas a uma dialetização dos seus princípios em busca de novos fenômenos ou conceitos, quaisquer que sejam. Por *novo*, espera-se algo que contradiga a teoria anterior e, no sucesso ao dialetizar, saber que isso não é permanente.

Por isso, a filosofia aberta recusa um ponto de vista único para contemplar o pensamento científico, suas diferentes teorias, aplicações e formas de descobertas. Afinal, deve ser dado ao cientista também a possibilidade de sonhar novas teorias, experimentos e fenômenos, mesmo que isso não seja compartilhado oficialmente com seus pares, pois os meios de evolução do pensamento científico são diversos.

A noção de perfil epistemológico

Além de defender a tese da existência de obstáculos na evolução do conhecimento, na obra *A filosofia do não*, Bachelard (1978) buscou estabelecer as bases filosóficas do novo espírito científico. Nela, o autor defende que o progresso de um conhecimento científico se dá no sentido de um racionalismo crescente, passando por estágios intermediários bem estabelecidos. Além disso, os conceitos submetidos à determinada área

do conhecimento científico são passíveis de serem categorizados dentro desses estágios de desenvolvimento.

Esses estágios de evolução do conhecimento¹, que também abrangem as diversas maneiras que um conceito se apresenta na mente de uma pessoa qualquer, cientista ou não, são: realismo ingênuo, empirismo claro e positivista, racionalismo clássico, racionalismo completo e racionalismo dialético (Bachelard, 1978). Bachelard (1978, p. 29) declara que “esta ordem é genética. Esta ordem mostra a própria realidade da epistemologia”.

A coexistência de diversos sistemas filosóficos é a tentativa de Bachelard de conciliar a busca do filósofo por submeter toda a ciência a certos princípios gerais e o foco do cientista nos fenômenos particulares², pois:

[...] se se pretende esclarecer os problemas da ciência através da reflexão metafísica, se se pretende misturar os teoremas e os filosofemas, surge imediatamente a necessidade de aplicar uma filosofia necessariamente finalista e fechada a um pensamento científico aberto. Corre-se o risco de não agradar a ninguém; nem aos cientistas, nem aos filósofos, nem aos historiadores (Bachelard, 1978, p. 3).

Ou, ainda, em outras palavras, “[...] cada filosofia fornece apenas uma banda do espectro nocional, e é necessário agrupar todas as filosofias para termos o espectro nocional completo de um conhecimento particular” (Bachelard, 1978, p. 29).

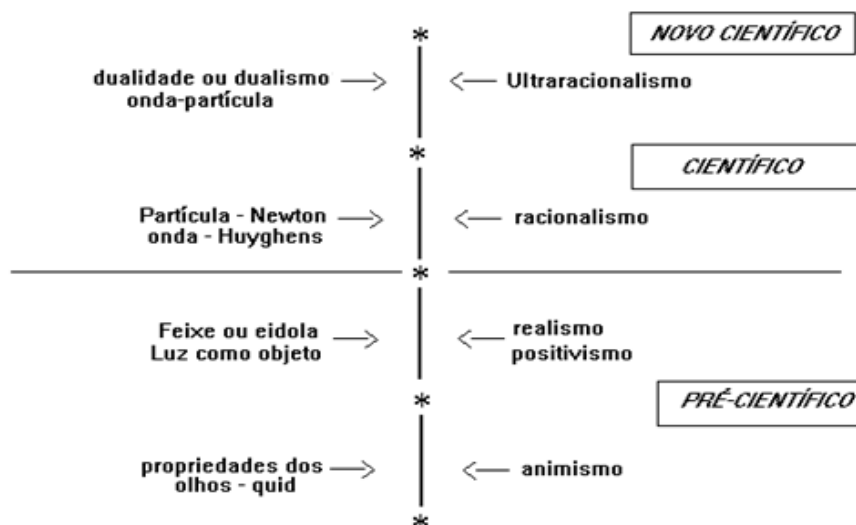
Cada uma dessas escolas filosóficas é uma etapa da evolução do espírito científico e mais divisões podem surgir, dependendo apenas do desenvolvimento das teorias científicas. O sentido natural da evolução vai do Realismo Ingênuo para o Racionalismo Discursivo, com a tendência de se afastar do Realismo. Existem teorias científicas que não alcançam o último nível racionalista discursivo; portanto, deve-se considerar o contexto em que essa noção é aplicada.

¹ Também chamados de escolas filosóficas.

² Nesse ponto, Bachelard (1978, p. 3) faz referência aos “obstáculos epistemológicos contrários que limitam todo o pensamento: o geral e o imediato”.

Dessa filosofia da ciência dispersa surge a ideia de perfil epistemológico, que pode ser aplicada: a) à avaliação do desenvolvimento de determinado conceito dentro de um campo de estudo científico ou do desenvolvimento do próprio campo de estudo; ou b) à forma como o conceito é utilizado pelo indivíduo. No primeiro caso, pode-se citar como exemplo a proposta de Pinto e Zanetic (1999) de relacionar as teorias da física da luz às escolas filosóficas de Bachelard, cujo resultado está representado na Figura 1.

Figura 1 – Classificação do conceito de luz dentro das escolas filosóficas de Bachelard



Fonte: Pinto e Zanetic (1999, p. 11).

No segundo caso, para utilizar determinado conceito, pode-se tomá-lo em uma “versão” de acordo com o contexto. Uma mesma pessoa possui diversas “versões” prontas para serem utilizadas, cada uma delas correspondendo a uma das cinco escolas filosóficas. A validade dessa proposição depende de sua aplicação a um conceito específico e em um determinado contexto sociocultural. Assim, essa abordagem se torna útil como ferramenta para a psicologia do espírito científico.

Insistimos no fato de um perfil epistemológico dever sempre referir-se a um conceito designado, de ele apenas ser válido para um espírito particular que se examina num estágio particular da sua cultura. É esta dupla particularização que torna um perfil epistemológico interessante para uma psicologia do espírito científico (Bachelard, 1978, p. 25).

Como exemplo, Bachelard (1978) apresenta seu perfil epistemológico para o conceito de massa (Figura 2). Nele, a altura de cada coluna representa o número de vezes em que utilizou o conceito de massa sob a perspectiva de determinada escola filosófica, funcionando como uma medida da frequência de uso. Entretanto, o autor ressalta que a medida realizada pelo próprio indivíduo sobre si mesmo é uma “*medida* muito grosseira” (Bachelard, 1978, p. 25).

Figura 2 – Perfil epistemológico da noção pessoal de massa de Bachelard



Fonte: Bachelard (1978, p. 25).

- No realismo ingênuo, a massa é vista como “maior tem mais massa”; essa é a definição mais simples e grosseira do conceito, pois não há provas subsidiando tais conclusões. Ela é inata, não sendo necessário que seja ensinada.
- No empirismo, há a observação dos fenômenos, mas se caracteriza somente pela sua descrição. Embora o número de observações varie, não há uma investigação para encontrar uma racionalização que explique os fenômenos.

- c) O racionalismo clássico supera essas duas escolas anteriores, pois a razão supera a observação rasa dos fenômenos. Nesse contexto, pode-se citar a noção de massa dentro da mecânica newtoniana e sua relação com a variação temporal do momento linear. A proposta de Newton também implica um universo determinista.
- d) A zona do racionalismo completo é de difícil definição, mas caracteriza-se pelo surgimento de novos conceitos que multiplicam as noções elementares, mas sem romper com elas. Um exemplo é a teoria da relatividade, que expande o conceito de massa ao mesmo tempo que mantém uma relação com a visão anterior, sofisticando-a.
- e) O racionalismo discursivo não está presente em todos os campos da ciência, pois resulta da racionalização teórico-instrumental em avançada maturidade. A mecânica de Dirac, com a proposição de um conceito de massa negativa, dialética com o conceito de massa em todas as zonas anteriores e necessita de uma nova reorganização dos princípios das teorias vigentes. É nessa zona que o cientista se permite sonhar, e a criatividade se torna um elemento essencial na evolução do espírito científico.

Portanto, a noção de perfil epistemológico pode ser aplicada tanto à evolução de ideias e conceitos dentro de determinado conhecimento científico quanto à avaliação do perfil epistemológico individual. Bachelard destaca que o perfil individual pode variar conforme o momento da análise, e sua quantificação é complexa. A essa dificuldade, ele não apresenta uma solução, sendo necessário desenvolver abordagens específicas para cada pesquisa. Nesse sentido, Souza (2014, p. 196) comenta que a construção de instrumentos para sua tese de doutorado “foi um trabalho muito difícil e demandou muito tempo e reflexões”.

Considerações finais

Ao finalizar este capítulo, reafirmamos a importância dos conceitos de obstáculos epistemológicos e perfis epistemológicos de Gaston Bachelard para a compreensão e o desenvolvimento do conhecimento científico. Ao longo do estudo, tornou-se evidente que os obstáculos epistemológicos são entraves intrínsecos ao processo de aprendizado e evolução da ciência. Embora muitas vezes invisíveis, eles exercem uma influência significativa sobre a forma como o conhecimento é produzido e transmitido.

A análise dos diferentes tipos de obstáculos – desde a experiência primeira até o obstáculo animista – demonstra como o pensamento científico é constantemente desafiado por preconceitos, intuições iniciais e conceitos enraizados, que podem distorcer a percepção da realidade e limitar o avanço das ciências. A superação desses obstáculos exige uma catarse intelectual e afetiva, em que o indivíduo, seja cientista ou estudante, deve estar disposto a questionar e desconstruir as ideias pré-concebidas.

O conceito de perfil epistemológico constitui uma ferramenta valiosa para avaliar o desenvolvimento dos conceitos científicos tanto no nível individual quanto no coletivo. Ao reconhecer que o conhecimento não é estático, mas evolui através de diferentes estágios filosóficos e racionais, Bachelard propõe uma compreensão mais dinâmica e dialética do progresso científico. Essa abordagem permite que educadores e pesquisadores identifiquem e trabalhem com as diversas formas de entendimento que coexistem em um ambiente de aprendizagem, promovendo uma educação científica mais crítica e reflexiva.

Neste capítulo, evidenciamos que a epistemologia bachelardiana, ao focar nos obstáculos e perfis epistemológicos, não apenas enriquece a filosofia da ciência, mas também oferece perspectivas práticas para o ensino e a prática científica. Compreender e aplicar esses conceitos possibilita a construção de uma cultura científica mais aberta, crítica e progressiva, capaz de enfrentar e superar os desafios impostos pelos obstáculos epistemológicos.

Referências

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto Editora Ltda., 2005.

BACHELARD, G. *A Filosofia do não*. 2. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1978. (Coleção Os Pensadores).

CHIMISSO, C. *Gaston Bachelard: Critic of Science and the Imagination*. USA: Routledge, 2001.

CLAVERIE, J.; ABERGEL, C. Giant viruses: the difficult breaking of multiple epistemological barriers. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, v. 59, p. 89-99, 2016.

DEJAN, P. On the application of Gaston Bachelard's philosophy of science and epistemology to the problem of understanding in history of sociology. *Sociologija*, v. 59, ed. 2, p. 156-172, 2017. DOI: <https://doi.org/10.2298/SOC1702156P>.

GALENI, C. *De placitis hippocratis et platonis - Librim Novem*. Ed. Mueller, I. Leipzig publishing house of B.G. Teubner, 1874 (1834).

GOTTSMANN, L.; DELIGNIÈRES, D. À propos des obstacles épistémologiques à l'émergence du concept de compétence. *Movement & Sport Sciences – Science & Motricité*, v. 94, p. 71-81, 2016. DOI: 10.1051/sm/2015023.

GUILLÉN, C.; SANZ, F. J. Un dispositivo para una relación pragmática de los docentes con los objetivos de programas bilingües, desde un estudio en documentos de planificación. *Publicaciones*, v. 49, n. 5, p. 113-130, 2019. DOI: 10.30827/publicaciones.v49i5.15116.

PINTO, A. C.; ZANETIC, J. É possível levar a física quântica para o ensino médio? *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 16, n. 1, p. 7-34, abr. 1999.

SOUZA, P. H. de. *Epistemologia e cultura no ensino de física: desvelando os conceitos de tempo e espaço*. 2014. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-graduação em Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

Análise das produções sobre pensamento computacional no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

Adriano Canabarro Teixeira

Thalita Arthur

Introdução

O pensamento computacional é um conjunto de habilidades cognitivas que envolvem a formulação de problemas e suas soluções de maneira que possam ser executadas por um computador. Esse conceito foi popularizado por Jeannette Wing em 2006, quando o descreveu como uma competência essencial não apenas para cientistas da computação, mas para todos os indivíduos, dado o papel crescente da tecnologia na sociedade moderna.

O pensamento computacional abrange várias práticas-chave, incluindo abstração, decomposição de problemas, reconhecimento de padrões, generalização e design de algoritmos. Essas habilidades permitem que os indivíduos abordem problemas complexos de forma estruturada e eficiente, tornando-as aplicáveis em uma ampla gama de disciplinas além da ciência da computação.

Nas últimas décadas, o pensamento computacional tem sido cada vez mais reconhecido como uma competência fundamental no currículo educacional, sendo integrado em diferentes níveis de ensino, desde a

educação básica até a pós-graduação. A capacidade de pensar de maneira computacional prepara os alunos para enfrentar desafios em suas futuras carreiras, desenvolvendo habilidades críticas para resolver problemas complexos em áreas como matemática, ciências, engenharia e até nas ciências sociais e humanas. A crescente importância do pensamento computacional na educação levanta a necessidade de investigar como essa competência está sendo abordada e implementada nas instituições de ensino superior, especialmente em programas de pós-graduação.

O presente capítulo tem como objetivo analisar seis dissertações sobre pensamento computacional defendidas em um programa de pós-graduação entre os anos de 2019 e 2023. A análise busca identificar as metodologias utilizadas, os públicos-alvo envolvidos, os resultados alcançados e as contribuições dessas pesquisas para o avanço do pensamento computacional no ensino de Ciências e Matemática. A partir de uma análise qualitativa das dissertações, procura-se mapear as tendências e lacunas na pesquisa sobre essa temática, fornecendo *insights* sobre as melhores práticas e as áreas que ainda necessitam de investigação mais aprofundada.

Metodologicamente, o estudo adotou uma análise de conteúdo das dissertações selecionadas, categorizando os principais temas abordados e as abordagens metodológicas empregadas. As dissertações foram selecionadas com base em sua relevância para o tema do pensamento computacional, abrangendo diferentes níveis de ensino e disciplinas. Além disso, busca-se discutir como essas pesquisas contribuem para a integração do tema nos currículos educacionais e como podem servir de base para futuras iniciativas educacionais que visem preparar os alunos para um mundo cada vez mais digital e interconectado.

Ao final, este capítulo sintetiza as descobertas das dissertações analisadas e oferece recomendações práticas para educadores e formuladores de políticas educacionais sobre como melhor incorporar o pensamento computacional em suas práticas pedagógicas, promovendo uma educação que esteja alinhada com as demandas do século XXI.

Fundamentação teórica

Definições e fundamentos do pensamento computacional

Origem e evolução do conceito

O conceito de pensamento computacional foi popularizado por Jeannette Wing em 2006, quando o definiu como uma forma de abordar problemas, desenhar sistemas e compreender o comportamento humano através dos conceitos fundamentais da ciência da computação. Wing (2006) argumenta que o pensamento computacional é uma competência essencial para todos, não apenas para cientistas da computação, e deve ser ensinado desde os primeiros anos de escolaridade.

Wing (2006) destacou que o pensamento computacional envolve várias habilidades, como as capacidades de: formular problemas de maneira que suas soluções possam ser representadas como processos computacionais; organizar e analisar dados logicamente; automatizar soluções através da abstração; e implementar algoritmos de forma eficiente. Esse conjunto de habilidades não se restringe ao uso de computadores, mas pode ser aplicado a uma ampla gama de problemas e disciplinas.

Além de Wing, outro teórico fundamental na base do pensamento computacional é Seymour Papert, que introduziu o conceito de construcionismo. Influenciado pelas ideias de Jean Piaget sobre construtivismo, ele propôs que o aprendizado ocorre de forma mais eficaz quando os alunos estão ativamente envolvidos na construção de artefatos tangíveis. Através de sua criação da linguagem de programação LOGO, Papert (1980) demonstrou como as crianças poderiam aprender conceitos matemáticos complexos ao programar uma “tartaruga” gráfica, promovendo o pensamento computacional de forma intuitiva e prática.

Componentes centrais do pensamento computacional

Os componentes centrais do pensamento computacional incluem a **decomposição**, o **reconhecimento de padrões**, a **abstração** e a

construção de algoritmos. Cada um desses componentes desempenha um papel crucial na resolução de problemas complexos e na aplicação de conceitos computacionais em diversas áreas.

- **Decomposição:** refere-se à capacidade de dividir um problema complexo em partes menores e mais manejáveis; essa habilidade é essencial em qualquer processo de resolução de problemas, permitindo que os indivíduos identifiquem e isolem os aspectos críticos de um problema.
- **Reconhecimento de padrões:** envolve a identificação de semelhanças entre problemas diferentes, o que permite a reutilização de soluções ou abordagens previamente desenvolvidas.
- **Abstração:** é o processo de focar nos aspectos essenciais de um problema, ignorando detalhes irrelevantes; a abstração permite a criação de modelos simplificados que são mais fáceis de manipular e compreender.
- **Construção de algoritmos:** é a capacidade de desenvolver um conjunto de instruções passo a passo para resolver um problema específico; os algoritmos são a base da programação e da automação de processos.

Esses componentes são frequentemente utilizados em ambientes de aprendizado que incorporam o pensamento computacional, ajudando os alunos a desenvolver habilidades de resolução de problemas que são aplicáveis tanto no contexto acadêmico quanto no cotidiano.

Relação entre pensamento computacional e educação

Construcionismo e a base teórica para a educação computacional

O construcionismo, proposto por Seymour Papert, serve como uma base teórica sólida para a educação computacional. Papert sugeriu que o aprendizado ocorre de forma mais eficaz quando os alunos estão ativamente envolvidos na criação de algo tangível. Essa abordagem é uma extensão do construtivismo de Piaget, que enfatiza o aprendizado como

um processo ativo em que os alunos constroem seu próprio conhecimento através da interação com o mundo ao seu redor (Papert, 1991).

No contexto da educação computacional, o construcionismo sugere que os alunos devem ser encorajados a criar programas de computador, construir robôs ou desenvolver outros artefatos digitais que lhes permitam aplicar conceitos de matemática, ciências e outras disciplinas de maneira prática. Esse processo não apenas facilita a compreensão dos conceitos, mas também promove habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e criatividade.

Integração do pensamento computacional no ensino de Ciências e Matemática

A integração do pensamento computacional no ensino de Ciências e Matemática tem mostrado benefícios significativos. Segundo Wing (2006), o pensamento computacional deve ser considerado uma competência essencial, semelhante a leitura, escrita e aritmética. Sua inclusão no currículo escolar pode transformar a maneira como os alunos aprendem e aplicam conceitos científicos e matemáticos.

No ensino de Ciências, o pensamento computacional pode ser usado para modelar fenômenos naturais, analisar grandes volumes de dados ou simular experimentos. Na Matemática, ele pode facilitar a compreensão de conceitos abstratos, como geometria e álgebra, através da criação de algoritmos e da visualização de problemas complexos de maneira mais tangível.

Papert (1980) argumenta que o uso de ferramentas computacionais, como a programação e a robótica, pode tornar o aprendizado de matemática mais dinâmico e acessível, permitindo que os alunos experimentem conceitos de forma interativa. Ao integrar o pensamento computacional nos currículos de Ciências e Matemática, os educadores podem ajudar os alunos a desenvolver uma compreensão mais profunda e prática dessas disciplinas.

Abordagens pedagógicas para o desenvolvimento do pensamento computacional

Robótica educativa como ferramenta pedagógica

A robótica educativa é uma das abordagens mais eficazes para desenvolver o pensamento computacional no ambiente escolar. Papert (1980) foi um dos primeiros a explorar o uso de robôs na educação, destacando como eles podem ser utilizados para ensinar conceitos de matemática e ciências de maneira prática e envolvente. Essa abordagem envolve a construção e a programação de robôs, o que permite aos alunos aplicar conceitos teóricos em situações práticas. Ela não apenas facilita a compreensão dos conceitos, mas também engaja os alunos, promovendo a aprendizagem ativa e o desenvolvimento de habilidades computacionais.

Além disso, a prática da robótica educativa contribui para o desenvolvimento de habilidades como a resolução de problemas, o trabalho em equipe e a criatividade. Os robôs oferecem um contexto tangível para a aplicação do pensamento computacional, permitindo que os alunos vejam o impacto de seus algoritmos e decisões de programação em tempo real.

Sequências didáticas e ferramentas digitais

Uma abordagem eficaz para o desenvolvimento do pensamento computacional é o uso de sequências didáticas e ferramentas digitais. Wing (2006) sugere que o pensamento computacional pode ser integrado em várias disciplinas através do uso de *softwares* de programação, plataformas *online* e jogos educativos. Essas ferramentas permitem que os alunos visualizem conceitos abstratos de maneira mais concreta, facilitando a compreensão e a retenção de conhecimento. Sequências didáticas que incorporam essas ferramentas podem ser usadas para ensinar uma ampla gama de tópicos em Ciências e Matemática, desde a geometria até a física, tornando o aprendizado mais acessível e envolvente.

As ferramentas digitais também oferecem a vantagem de permitir que os alunos experimentem e tenham em seus projetos o que é essen-

cial para o desenvolvimento do pensamento computacional. Através da programação, os alunos aprendem a testar suas hipóteses, analisar os resultados e fazer ajustes, promovendo uma abordagem científica e investigativa para a resolução de problemas.

Análise das dissertações

Visão geral das dissertações

As dissertações analisadas neste capítulo foram desenvolvidas no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo e têm como foco central o **pensamento computacional**. Cada pesquisa teve como objetivo explorar diferentes aspectos dessa abordagem tanto em termos teóricos quanto práticos, dentro do contexto educacional.

- **Objetivos das pesquisas:** os objetivos das dissertações variam desde a investigação da eficácia de ferramentas como a robótica educativa e *softwares* de programação na melhoria da compreensão de conceitos matemáticos e científicos até o desenvolvimento e a aplicação de sequências didáticas que integram o pensamento computacional no currículo escolar.
- **Metodologias utilizadas:** as metodologias adotadas incluem estudo de caso, pesquisa-ação e experimento pedagógico, em que os pesquisadores aplicaram suas intervenções educacionais em turmas específicas para observar os efeitos dessas práticas no aprendizado dos alunos. Em algumas dissertações, foram utilizadas abordagens mistas, combinando a análise quantitativa dos resultados com a descrição qualitativa das experiências de alunos e professores.

As dissertações analisadas trouxeram contribuições significativas tanto teóricas quanto práticas para o campo do pensamento computacional no ensino de Ciências e Matemática.

- **Contribuições teóricas:** as pesquisas reafirmaram a importância do pensamento computacional como uma competência essencial no ensino moderno. A partir das experiências relatadas, os autores destacam como essa abordagem pode ser usada para reforçar o entendimento de conceitos matemáticos e científicos complexos, facilitando a abstração e a aplicação prática através de ferramentas computacionais. A conexão com as teorias de Seymour Papert e Jeannette Wing é frequentemente mencionada como fundamentação teórica para as práticas pedagógicas propostas.
- **Contribuições práticas:** vários produtos educacionais foram desenvolvidos no âmbito dessas dissertações, incluindo sequências didáticas específicas para o ensino de geometria através da robótica educativa e a utilização de *softwares* como o ArduBlock. Esses produtos foram aplicados em contextos de ensino real, mostrando-se eficazes para aumentar o engajamento dos alunos e melhorar a compreensão dos conteúdos abordados. Por exemplo, um dos estudos relatou que a utilização de robôs programáveis contribuiu para que os alunos visualizassem e manipulassem conceitos geométricos abstratos, resultando em uma aprendizagem mais significativa.
- **Impacto no ensino de Ciências e Matemática:** as dissertações indicam que a aplicação do pensamento computacional por meio de tecnologias como a robótica e a programação tem um impacto positivo no ensino de Ciências e Matemática. Os alunos não só demonstraram maior interesse e motivação durante as atividades, mas também melhoraram significativamente suas habilidades de resolução de problemas e raciocínio lógico. Essa abordagem também ajudou a desenvolver competências transversais, como a capacidade de trabalhar em equipe e a criatividade.

Embora as dissertações apresentem resultados promissores, os autores também destacaram diversos desafios e limitações em suas pesquisas.

- **Desafios enfrentados nas pesquisas:** um dos principais desafios relatados foi a resistência inicial de alunos e professores em adotar novas tecnologias e metodologias de ensino. Muitos professores sentiram-se inseguros ao utilizar ferramentas computacionais devido à falta de formação específica. Além disso, a infraestrutura das escolas, em alguns casos, não era adequada para a implementação das atividades propostas, dificultando a aplicação contínua das sequências didáticas e dos projetos de robótica.
- **Limitações das pesquisas:** incluem o tempo limitado para a aplicação das intervenções educacionais, o que pode ter influenciado os resultados observados. Em alguns casos, o número reduzido de participantes e a falta de um grupo de controle impediram que os pesquisadores fizessem generalizações mais amplas a partir de seus achados. Outra limitação mencionada foi a dependência de recursos tecnológicos específicos, o que pode restringir a replicação das experiências em outras escolas ou contextos educacionais.

As dissertações também propõem direções para futuras pesquisas, com o objetivo de continuar explorando e aprimorando o uso do pensamento computacional no ensino.

- **Sugestões para continuidades:** os autores sugerem a realização de estudos de longa duração para avaliar o impacto contínuo das práticas de pensamento computacional no desenvolvimento dos alunos. Também recomendam a ampliação das pesquisas para diferentes níveis de ensino, incluindo a educação infantil e o ensino médio, para verificar a aplicabilidade dessas práticas em diferentes faixas etárias.
- **Novas áreas de exploração:** entre as novas áreas sugeridas para exploração, destaca-se a necessidade de desenvolver e testar novas ferramentas digitais e metodologias que possam facilitar a integração do pensamento computacional em disciplinas além de

Ciências e Matemática. Além disso, é sugerido o desenvolvimento de programas de formação continuada para professores, capacitando-os para a utilização dessas abordagens de maneira eficaz em suas práticas pedagógicas.

Visão individualizada das dissertações

Dissertação 1

- **Nome do autor:** Alessandra Cristina Rüedell
- **Título da dissertação:** *Assimilação de conceitos relacionados a triângulos e quadriláteros através da robótica educativa*
- **Ano de defesa:** 2019
- **Síntese do resumo:** a pesquisa investiga o uso da robótica educativa para ensinar conceitos de geometria plana, especialmente triângulos e quadriláteros, em turmas do ensino fundamental.
- **Problema de pesquisa:** como a robótica educativa pode ser usada na compreensão de conhecimentos matemáticos, em especial alguns elementos da geometria euclidiana plana, tais como triângulos e quadriláteros?
- **Objetivos:**
 - **Objetivo geral:** avaliar a pertinência do uso da robótica educativa como recurso no ensino de conteúdos matemáticos, especificamente na geometria euclidiana, abordando triângulos e quadriláteros.
 - **Objetivos específicos:**
 - ↳ organizar uma sequência didática que envolva a robótica educativa na assimilação de conceitos relacionados a triângulos e quadriláteros;
 - ↳ analisar a pertinência do uso dessa tecnologia na construção do conhecimento geométrico;
 - ↳ avaliar a proposta didática por meio de atividades práticas, a fim de validar a consolidação dos conteúdos.

- **Produto educacional desenvolvido:** sequência didática voltada ao ensino de conceitos geométricos relacionados a triângulos e quadriláteros, utilizando a robótica educativa. O material foi projetado para ser aplicado em turmas do 7º ano do ensino fundamental, explorando a geometria euclidiana através da programação de robôs.
- **Link para o produto:** o produto educacional está disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/559603>

Elementos metodológicos da aplicação do produto

- **Contexto:** a sequência didática foi aplicada em uma escola particular de Passo Fundo, RS, com turmas de 7º e 8º anos do ensino fundamental.
- **Procedimentos metodológicos:**
 - **Pesquisa-ação:** a metodologia utilizada foi a pesquisa-ação, com intervenção direta da autora no ambiente de ensino; a coleta de dados incluiu diários de bordo, questionários e análise dos materiais produzidos pelos alunos.
 - **Sequência didática:** foram realizados cinco encontros, nos quais os alunos participaram de atividades práticas de programação utilizando o *software* ArduBlock e *kits* de robótica educativa; as atividades focaram na construção e programação de figuras geométricas, como triângulos e quadriláteros, com o objetivo de consolidar conceitos de geometria plana.
 - **Avaliação:** a eficácia da sequência foi avaliada por meio de observação do desempenho dos alunos durante as atividades, análise dos resultados dos questionários aplicados e reflexão sobre o envolvimento e compreensão dos alunos em relação aos conteúdos abordados. Os resultados indicaram que a robótica educativa foi eficaz para motivar os alunos e facilitar a assimilação dos conceitos geométricos.

- **Conclusões:** a pesquisa concluiu que a robótica educativa, utilizada de maneira construcionista, foi eficaz na compreensão dos conceitos geométricos relacionados a triângulos e quadriláteros. A abordagem prática e interativa promovida pela sequência didática proporcionou um ambiente de aprendizado envolvente e significativo, no qual os alunos puderam aplicar o conhecimento matemático de forma concreta e colaborativa.

Dissertação 2

- **Nome do autor:** Sara Provin
- **Título da dissertação:** *Interfaces da robótica educativa na ensinagem de alguns elementos de geometria plana no ensino fundamental*
- **Ano de defesa:** 2020
- **Síntese do resumo:** a dissertação investiga o potencial da robótica educativa na ensinagem de geometria plana, com foco em retas, ângulos e figuras geométricas, utilizando a teoria construcionista para engajar alunos do ensino fundamental.
- **Problema de pesquisa:** como a robótica educativa pode auxiliar o processo de ensinagem de alguns elementos básicos de geometria plana com estudantes do ensino fundamental?
- **Objetivos:**
 - **Objetivo geral:** analisar o potencial educacional de uma sequência didática que utiliza interfaces da robótica educativa no processo de ensinagem de elementos básicos de geometria plana com estudantes do ensino fundamental.
 - **Objetivos específicos:**
 - ↳ motivar, por meio da robótica educativa, a aprendizagem de elementos geométricos, sua representação e análise;

- ↳ proporcionar aos alunos o reconhecimento da medida dos ângulos como uma grandeza associada à representação de figuras planas;
- ↳ analisar se as atividades desenvolvidas durante a sequência de atividades favoreceram a compreensão do conceito de elementos básicos de geometria plana.
- **Produto educacional desenvolvido:** sequência didática estruturada em treze encontros para a abordagem de noções básicas de geometria plana, aplicada em uma turma do Projeto de Robótica Educativa no município de Erechim, RS, com base na teoria construcionista de Seymour Papert e na ideia de ensino de Léa das Graças Camargos Anastasiou.
- **Link para o produto:** o produto educacional está disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/569464>

Elementos metodológicos da aplicação do produto

- **Contexto:** a sequência didática foi aplicada em uma turma do projeto de robótica educativa da Escola Municipal de Ensino Fundamental D. Pedro II, em Erechim, RS, envolvendo alunos de 6º e 7º anos do ensino fundamental.
- **Procedimentos metodológicos:**
 - **Pesquisa qualitativa e participante:** a pesquisa adotou uma abordagem qualitativa e participante, em que a autora também atuou como professora-pesquisadora. A coleta de dados envolveu diários de bordo, artefatos robóticos criados pelos alunos, registros fotográficos e vídeos.
 - **Sequência didática:** a sequência de treze encontros incluiu atividades em que os alunos utilizaram robótica para explorar conceitos geométricos, como retas, ângulos, triângulos e quadriláteros. Os alunos foram incentivados a programar e construir protótipos robóticos que representassem figuras

geométricas, aplicando conceitos de geometria de forma prática e interativa.

- **Avaliação:** a eficácia do produto foi avaliada com base nas observações dos alunos durante as atividades, suas respostas a questionamentos e relatórios em grupo. A análise mostrou que os alunos conseguiram relacionar o conhecimento teórico com as atividades práticas realizadas, confirmando a validade da utilização da robótica educativa para o ensino de geometria plana.
- **Conclusões:** a pesquisa concluiu que a robótica educativa, quando integrada ao processo de ensinagem, é uma ferramenta eficaz para ensinar conceitos básicos de geometria plana. A interação ativa dos alunos com os protótipos robóticos facilitou a compreensão de conceitos geométricos, como ângulos e figuras planas, e promoveu maior engajamento e interesse nas aulas de Matemática. A proposta metodológica mostrou-se válida, recomendando-se a aplicação da robótica educativa em outras unidades temáticas do currículo escolar.

Dissertação 3

- **Nome do autor:** Armando Foscarin Neto
- **Título da dissertação:** *A robótica educativa como recurso construcionista para o ensino de termologia*
- **Ano de defesa:** 2021
- **Síntese do resumo:** a pesquisa explora o potencial da robótica educativa como um recurso construcionista para ensinar conceitos de termologia no ensino fundamental.
- **Problema de pesquisa:** qual o potencial da robótica educativa como recurso construcionista para o ensino de termologia?

- **Objetivos:**
 - **Objetivo geral:** conceber uma sequência didática baseada em robótica educativa para o ensino de termologia.
 - **Objetivos específicos:**
 - ↳ aproximar conceitos sobre o fenômeno físico termologia e algumas de suas aplicações no cotidiano;
 - ↳ explorar o conceito de construcionismo como base para a aprendizagem de física;
 - ↳ conhecer recursos robóticos para o ensino de termologia;
 - ↳ desenvolver e aplicar uma sequência didática que utilize a robótica educativa no ensino de termologia.
- **Produto educacional desenvolvido:** sequência didática apoiada por um artefato robótico (Rover) construído a partir dos preceitos da robótica educativa. O Rover foi projetado para explorar conceitos de termologia, como a transferência de calor e o equilíbrio térmico.
- **Link para o produto:** o produto educacional está disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/598448>

Elementos metodológicos da aplicação do produto

- **Contexto:** a sequência didática foi planejada para ser aplicada com alunos do 7º ano do ensino fundamental, mas, devido à pandemia de Covid-19, a aplicação prática ocorreu com professores da Rede Municipal de Ensino de Passo Fundo.
- **Procedimentos metodológicos:**
 - **Pesquisa qualitativa:** a metodologia adotada foi de natureza qualitativa, com a aplicação realizada junto a professores; para a coleta de dados sobre a eficácia da sequência didática e do artefato robótico, foram utilizadas gravações e formulários.
 - **Sequência didática:** a sequência incluiu atividades práticas em que os participantes utilizavam o Rover para explorar

conceitos de terminologia. A construção e a programação do Rover foram baseadas nos princípios do construcionismo de Seymour Papert, promovendo uma aprendizagem ativa e prática.

- **Avaliação:** a eficácia do produto foi avaliada por meio de observações e análises dos formulários preenchidos pelos participantes. Os resultados indicaram que a robótica educativa, inserida em um contexto construcionista, pode ser usada de maneira significativa no ensino de terminologia, oferecendo uma perspectiva moderna e interativa às atividades experimentais.
- **Conclusões:** a pesquisa concluiu que a robótica educativa tem um grande potencial como recurso construcionista para o ensino de terminologia. A utilização do Rover permitiu que os conceitos abstratos de terminologia fossem explorados de forma prática e interativa, promovendo uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos entre os participantes. A abordagem construcionista, combinada com a robótica educativa, mostrou-se eficaz para engajar os alunos e facilitar a aprendizagem de conceitos complexos de física.

Dissertação 4

- **Nome do autor:** Juliana Rodrigues da Veiga
- **Título da dissertação:** *Resolução de problemas matemáticos modelados com funções quadráticas utilizando os pilares do pensamento computacional no ensino médio de uma escola particular*
- **Ano de defesa:** 2022
- **Síntese do resumo:** a pesquisa investiga como o pensamento computacional contribui para a compreensão das relações entre grandezas variáveis em funções do 2º grau no ensino médio.
- **Problema de pesquisa:** de que maneira a utilização do pensamento computacional contribui na compreensão das relações

entre duas grandezas variáveis presentes no estudo de funções do 2º grau para estudantes do 1º ano do ensino médio?

- **Objetivos:**

- **Objetivo geral:** elaborar uma sequência didática para a aprendizagem das relações entre duas grandezas variáveis em função do 2º grau, baseada no uso de programação de computadores com os alunos do 1º ano do ensino médio.

- **Objetivos específicos:**

- ↳ explorar os pilares do pensamento computacional para a resolução de problemas matemáticos;
- ↳ compreender a relação entre grandezas variáveis na resolução de problemas envolvendo linguagem de programação de computadores;
- ↳ identificar grandezas variáveis presentes nos problemas matemáticos utilizando programação de computadores.

- **Produto educacional desenvolvido:** sequência didática estruturada em sete encontros, aplicada em uma turma de 1º ano do ensino médio composta por dezenove alunos de uma escola particular em Campos Novos, SC. A sequência foi baseada no construcionismo de Papert e utilizou a programação em blocos com Scratch.

Elementos metodológicos da aplicação do produto

- **Contexto:** a sequência didática foi implementada em uma turma de 19 alunos do 1ª ano do ensino médio de uma escola particular em Campos Novos, SC.
- **Procedimentos metodológicos:**
 - **Pesquisa qualitativa:** a metodologia adotada foi predominantemente qualitativa, com a aplicação da sequência didática em sete encontros. Os dados foram coletados por meio de observações, gravações e diários de bordo.

- **Sequência didática:** estruturada em sete encontros, a sequência envolveu o uso do *software* Scratch para a programação de computadores, em que os alunos modelaram funções quadráticas e resolveram problemas matemáticos aplicando os pilares do pensamento computacional, como decomposição, abstração, reconhecimento de padrões e construção de algoritmos.
- **Avaliação:** a eficácia da sequência didática foi avaliada com base na melhoria do engajamento dos alunos e na utilização das técnicas associadas aos pilares do pensamento computacional na resolução de problemas. A análise dos dados mostrou que os alunos conseguiram compreender melhor as relações entre grandezas variáveis e desenvolver habilidades críticas e de resolução de problemas.
- **Conclusões:** a pesquisa concluiu que a utilização do pensamento computacional, especialmente através da programação em blocos com Scratch, contribuiu significativamente para a compreensão das relações entre grandezas variáveis em funções do 2º grau. Os alunos demonstraram um melhor entendimento dos conceitos matemáticos e uma maior capacidade de aplicar esses conceitos na resolução de problemas complexos. O uso de ferramentas digitais e o enfoque construcionista também aumentaram o engajamento dos alunos e facilitaram a aprendizagem de maneira interativa e dinâmica.

Dissertação 5

- **Nome do autor:** Carlos Costa Cardoso
- **Título:** *Robótica educacional e pensamento computacional como uma metodologia para o ensino de algoritmos e programação*
- **Ano de defesa:** 2023

- **Síntese do resumo:** a dissertação investiga como a robótica educacional e o pensamento computacional podem potencializar o ensino de algoritmos e lógica de programação, utilizando uma abordagem lúdica e prática para facilitar a compreensão dos conteúdos pelos alunos.
- **Problema de pesquisa:** como a robótica educacional e o pensamento computacional contribuem para o ensino de algoritmos e programação?
- **Objetivos:**
 - **Objetivo geral:** analisar as contribuições do pensamento computacional e da robótica educacional como metodologia potencializadora no ensino de algoritmos na disciplina de Lógica de Programação.
 - **Objetivos específicos:**
 - ↳ evidenciar concepções teóricas acerca do pensamento computacional e da robótica educacional no ensino de algoritmos e lógica de programação;
 - ↳ implementar um MOOC como material de apoio no ensino e aprendizagem de lógica de programação, mediado por uma oficina de robótica educacional e pensamento computacional;
 - ↳ avaliar a efetividade da utilização do MOOC através da oficina como metodologia para o ensino de algoritmos e lógica de programação.
- **Produto educacional desenvolvido:** curso *online* (MOOC) intitulado Curso de Robótica Educacional e Pensamento Computacional no Ensino de Algoritmos e Programação, estruturado em uma carga horária de 40 horas, acessível a todos os interessados.
- **Link para o produto:** o produto educacional está disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/731220>

Elementos metodológicos da aplicação do produto

- **Contexto:** a aplicação do produto educacional ocorreu em turmas do Curso Técnico Integrado em Informática do IFMA – *Campus Açailândia*, abrangendo as turmas de 2020 e 2022, com um total de 41 alunos participantes.
- **Procedimentos metodológicos:**
 - **Pesquisa-ação:** a metodologia utilizada foi a pesquisa-ação, em que uma oficina semipresencial de 40 horas foi implementada para avaliar o impacto do pensamento computacional e da robótica educacional no ensino de algoritmos.
 - **Instrumentos de coleta de dados:** foram utilizados questionários iniciais para caracterizar os participantes e diários de bordo dos alunos e do professor durante a aplicação da oficina.
 - **Ferramentas utilizadas:** os alunos utilizaram ferramentas como Tinkercad e PictoBlox para a codificação em blocos, além da robótica educacional como parte central das atividades.
- **Conclusões:** a pesquisa demonstrou que a utilização da robótica educacional e do pensamento computacional como metodologia no ensino de algoritmos e programação foi efetiva para aumentar a motivação dos alunos, facilitar a compreensão dos conceitos e garantir o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem. A metodologia também ressaltou a importância da integração de ferramentas digitais com abordagens tradicionais de ensino, como a codificação em linguagens como C ou Python após a introdução à codificação em blocos.

Dissertação 6

- **Nome do autor:** Odalício Arnaldo Pereira
- **Título da dissertação:** *Uso de programação com o Scratch para a busca de evidências de aprendizagem significativa no ensino de juros simples para o 9º ano*

- **Ano de defesa:** 2023
- **Síntese do resumo:** a dissertação explora o uso da programação com Scratch para promover a aprendizagem significativa de juros simples no 9º ano do ensino fundamental, utilizando unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS).
- **Problema de pesquisa:** como o uso da programação com o Scratch potencializa o envolvimento dos alunos de forma a averiguar a existência de aprendizagem significativa no ensino de juros simples no 9º ano do ensino fundamental?
- **Objetivos:**
 - **Objetivo geral:** aplicar uma sequência didática utilizando a programação de computadores Scratch, intermediada com as UEPS, visando à aprendizagem significativa no ensino de juros simples para o 9º ano do ensino fundamental.
 - **Objetivos específicos:**
 - ↳ apresentar a programação de computadores como um processo de aprendizagem;
 - ↳ explorar processos de ensino-aprendizagem de juros simples e programação Scratch;
 - ↳ identificar os subsunçores (conhecimentos prévios) dos alunos em relação à matemática financeira;
 - ↳ elaborar e aplicar um produto educacional em forma de sequência didática utilizando a programação de computadores Scratch voltada ao ensino de juros simples;
 - ↳ verificar se houve evidências de aprendizagem significativa na aplicação do produto educacional.
- **Produto educacional desenvolvido:** sequência didática intitulada Ensino de Juros Simples com Programação Scratch, aplicada durante dez horas/aula com seis alunos do 9º ano do ensino fundamental em uma escola na cidade de Chupinguaia, RO.
- **Link para o produto:** o produto educacional está disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/731284>

Elementos metodológicos da aplicação do produto

- **Contexto:** a sequência didática foi implementada em uma turma de 9º ano do ensino fundamental, com seis alunos de uma escola de Chupinguaia, RO.
- **Procedimentos metodológicos:**
 - **Pesquisa qualitativa:** a pesquisa adotou uma abordagem qualitativa com base na pesquisa participante, em que o autor também atuou como professor pesquisador. A coleta de dados envolveu um questionário diagnóstico para identificar os conhecimentos prévios dos alunos, além de diários de bordo do professor pesquisador e capturas de tela das programações desenvolvidas no Scratch pelos alunos.
 - **Sequência didática:** a sequência foi estruturada seguindo os oito passos das UEPS teorizadas por Marco Antonio Moreira, baseadas na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. As atividades foram focadas na resolução de problemas envolvendo juros simples através da programação com Scratch, proporcionando aos alunos uma experiência de aprendizado interativa e prática.
 - **Avaliação:** a avaliação da eficácia do produto foi realizada com base nas evidências de aprendizagem significativa observadas durante a aplicação da sequência didática. Os resultados indicaram que os alunos não apenas aprenderam sobre juros simples, mas também adquiriram habilidades em programação de forma intuitiva e divertida.
- **Conclusões:** a pesquisa concluiu que o uso da programação com Scratch, mediado pelas UEPS, foi eficaz para promover a aprendizagem significativa de conceitos de juros simples no 9º ano do ensino fundamental. Os alunos mostraram um envolvimento significativo nas atividades, conseguindo aplicar os conhecimentos matemáticos adquiridos de maneira prática e colaborativa. A

abordagem construcionista e o uso de tecnologias digitais contri-
buíram para tornar o processo de aprendizagem mais dinâmico
e atrativo.

Conclusão

Síntese das contribuições

As dissertações analisadas neste capítulo demonstram como o **pen-
samento computacional**, aliado a ferramentas como a **robótica edu-
cativa** e a **programação**, pode transformar a forma como os conceitos
de **Ciências e Matemática** são ensinados e aprendidos. As pesquisas
realizadas no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciên-
cias e Matemática da Universidade de Passo Fundo destacam a eficá-
cia dessas abordagens em facilitar a compreensão de conceitos abstratos,
como geometria plana, funções matemáticas e fenômenos físicos, através
de práticas pedagógicas inovadoras e interativas.

As contribuições teóricas e práticas dessas dissertações são signi-
ficativas. Teoricamente, elas reafirmam a importância de integrar o
pensamento computacional no currículo escolar, não apenas como uma
ferramenta para o ensino de programação, mas como uma abordagem
para desenvolver habilidades de resolução de problemas, raciocínio lógico
e criatividade. Praticamente, os produtos educacionais desenvolvidos –
que variam de sequências didáticas até cursos *online* (MOOCs) – mostra-
ram-se eficazes em aumentar o engajamento dos alunos e promover uma
aprendizagem mais significativa.

Implicações práticas para o ensino

As evidências apresentadas nas dissertações indicam que a adoção
de metodologias baseadas em pensamento computacional e robótica edu-
cativa oferece benefícios claros no contexto educacional. O uso de robôs
programáveis e de plataformas como o Scratch permite que os alunos
visualizem e interajam com conceitos que, de outra forma, seriam mera-

mente teóricos e difíceis de compreender. Essas ferramentas ajudam a concretizar a aprendizagem, facilitando a absorção de conceitos complexos como juros simples, geometria espacial e termologia.

Além disso, as metodologias aplicadas demonstraram que essas abordagens podem ser implementadas de forma prática, mesmo em contextos com limitações de recursos, como escolas públicas. As sequências didáticas desenvolvidas e testadas nas dissertações são replicáveis e podem ser adaptadas para diferentes realidades escolares, tornando-as acessíveis a um público mais amplo de alunos e educadores.

Considerações finais

O futuro do pensamento computacional no ensino de Ciências e Matemática é promissor, especialmente à medida que mais educadores se conscientizam do valor de integrar essas competências nos currículos escolares. No entanto, para que essa integração seja bem-sucedida, é crucial que haja investimentos contínuos na formação de professores e na disponibilização de recursos tecnológicos adequados. As pesquisas analisadas apontam para a necessidade de uma mudança paradigmática, na qual o ensino tradicional seja complementado por abordagens interativas e centradas no aluno.

As dissertações discutidas neste capítulo servem como um forte argumento para a continuidade das investigações sobre a aplicação do pensamento computacional e da robótica educativa em diferentes contextos e níveis de ensino. Recomenda-se que futuros estudos explorem novas áreas temáticas e avaliem o impacto de longo prazo dessas metodologias, garantindo que as práticas de ensino permaneçam alinhadas com as necessidades de uma sociedade cada vez mais tecnológica.

Em suma, o pensamento computacional, quando adequadamente implementado, tem o potencial de transformar a educação, preparando os alunos não apenas para os desafios acadêmicos, mas também para a vida em uma era digital. As experiências relatadas nas dissertações ana-

lisadas oferecem um valioso ponto de partida para essa transformação, mostrando que, com criatividade e dedicação, é possível fazer da sala de aula um espaço de inovação e aprendizado significativo.

Referências

CARDOSO, Carlos Costa. *Robótica educacional e pensamento computacional como uma metodologia para o ensino de algoritmos e programação*. 2023. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023. Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/731220>. Acesso em: 2 set. 2024.

PAPERT, Seymour. *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books, 1980.

PAPERT, Seymour. Situating Constructionism. In: HAREL, I.; PAPERT, S. (ed.). *Constructionism: Research Reports and Essays, 1985-1990*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation, 1991. p. 1-11. Disponível em: https://web.media.mit.edu/~calla/web_comunidad/Reading-En/situating_constructionism.pdf. Acesso em: 6 maio 2025.

RÜDELL, Alessandra Cristina. *Assimilação de conceitos relacionados a triângulos e quadriláteros através da robótica educativa*. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/559603>. Acesso em: 2 set. 2024.

VEIGA, Juliana Rodrigues da. *Resolução de problemas matemáticos modelados com funções quadráticas utilizando os pilares do pensamento computacional no ensino médio de uma escola particular*. 2022. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2022.

WING, J. M. Computational Thinking. *Communications of the ACM*, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006. Disponível em: <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>. Acesso em: 2 set. 2024.

FOSCARIN NETO, Armando. *A robótica educativa como recurso construcionista para o ensino de terminologia*. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2021. Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/598448>. Acesso em: 2 set. 2024.

PROVIN, Sara. *Interfaces da robótica educativa na ensinagem de alguns elementos de geometria plana no ensino fundamental*. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2020. Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/569464>. Acesso em: 2 set. 2024.

PEREIRA, Odalício Arnaldo. *Uso de programação com o Scratch para a busca de evidências de aprendizagem significativa no ensino de juros simples para o 9º ano*. 2023. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/731284> . Acesso em: 2 set. 2024.

Interdisciplinaridade na pesquisa: o que dizem as dissertações e teses do PPGECM

Fabiane Carla Camargo Tonial

Luciane Spanhol Bordignon

Salete Konzen

Viviane de Moraes Ferreira

Introdução

O Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF) completou dez anos de existência em 2024. O programa caracteriza-se pela preparação para o exercício do magistério, com foco no aumento da qualidade do ensino e da aprendizagem, de modo a alinhar a pesquisa à prática docente. Em 2014, teve início o curso de mestrado e, em 2020, o curso de doutorado. Nessa trajetória de dez anos, mais de cem dissertações e duas teses foram defendidas.

Nesse contexto, este capítulo objetiva analisar as pesquisas produzidas no período de 2014 a 2024, tendo a interdisciplinaridade como categoria. A metodologia utilizada contempla uma pesquisa no *site* do PPGECM sobre as dissertações e teses defendidas com essa categoria presente no título da pesquisa.

Autores como Piaget (1976), Pombo (2004) e Silva (2009) sustentam a discussão sobre a interdisciplinaridade, a qual melhora a compreensão

dos conteúdos, facilita novas descobertas e conecta diferentes áreas do saber. Isso também estimula a curiosidade dos alunos, que muitas vezes não veem a relação das disciplinas com a vida cotidiana.

Os encaminhamentos conclusivos resgatam, no conjunto do estudo, avanços na perspectiva interdisciplinar nas pesquisas produzidas no PP-GECEM.

O PPGECEM¹ e a interdisciplinaridade²

O PPGECEM-UPF oferece cursos de mestrado e doutorado profissional na área de Ensino de Ciências e Matemática. O objetivo do programa é qualificar profissionalmente professores de diversos níveis de ensino. Isso é feito através da análise crítica e fundamentada dos processos educativos, promovendo pesquisas que se associam a práticas pedagógicas interventivas. Além disso, o programa busca desenvolver produtos educacionais que melhorem o ensino e a aprendizagem em diferentes contextos e níveis educacionais. O programa é estruturado em uma área de concentração e duas linhas de pesquisa, que englobam atividades nas áreas de Ciências, Física, Química, Biologia, Matemática, Tecnologias Digitais e áreas afins. É destinado a professores de todas as formações iniciais interessados em realizar pesquisas nessas áreas e desenvolver produtos educacionais.

Nesse sentido, o presente texto analisa a perspectiva interdisciplinar presente nas dissertações e teses no período de 10 anos, ou seja, desde a criação do PPGECEM até o primeiro semestre de 2024. O conceito de interdisciplinaridade, já discutido no século passado por vários autores, entre eles Piaget (1976), vem à tona com maior intensidade ao discutir o processo de ensino e aprendizagem. Vários são os níveis da interdisciplinaridade, tais como: troca de conceitos, intercâmbio teórico, intercâmbio

¹ Dados disponíveis em: <https://www.upf.br/ppgecm/>. Acesso em: 24 fev. 2025.

² Uma versão preliminar do texto sobre a interdisciplinaridade foi elaborada para o VI Congresso Internacional de Educação Científica e Tecnológica (CIECITEC), URI/Santo Ângelo, RS.

metodológico, intercâmbio teórico-metodológico e transferência de conhecimento entre duas ou mais disciplinas.

Pombo (2004) chama a atenção para o fato de que, assim como outros conceitos da mesma família, a interdisciplinaridade surge como algo que designa diferentes modos de relação e articulação, envolvendo a redefinição constante de suas fronteiras. Além disso, busca superar a compartimentação disciplinar que tradicionalmente configura as instituições de produção e transmissão do conhecimento.

O desafio fundamental, ao se adotar um enfoque interdisciplinar, é tentar restituir, ainda que de maneira parcial, o caráter de totalidade e complexidade do mundo real dentro do qual e sobre o qual se pretende atuar (Raynaut, 2004). A perspectiva interdisciplinar não anula a disciplinarização, ao contrário, nutre-se dela. Rubin e Franco (2011) salientam que a concepção de interdisciplinaridade privilegia a base e o diálogo disciplinar como caminho para a construção do conhecimento interdisciplinar.

A interdisciplinaridade é uma necessidade e não um problema, como afirma Silva (2009). A autora propõe duas dimensões para a interdisciplinaridade: **a-histórica** (baseada na filosofia do sujeito), na qual não se obriga o indivíduo a pensar em questões sociais conflituosas, existindo assim uma seletividade nas informações oferecidas, especialmente no que toca às dimensões políticas e sociais, entre outras características; e a **histórico-dialética** (baseada na complexidade), que resulta dos ideais da pós-modernidade. Algumas características da concepção histórico-dialética centram-se na deliberação coletiva de problemas públicos, nos princípios da criatividade e diversidade cultural, na complexidade e problematização do conhecimento, na pós-modernidade, na dúvida, na incerteza e na ambiguidade.

A interdisciplinaridade está, de certo modo, centrada em uma epistemologia da complexidade, na qual a rigidez da lógica clássica deverá ser substituída pela dialógica. Nesse contexto, o conhecimento da integração das partes em um todo se completa pelo reconhecimento da integração do todo no interior das partes, fato que remete à importância vital da con-

textualização do conhecimento. Nacarato, Mengali e Passos (2009, p. 103) salientam que as atividades realizadas passam a ter maior significado, resultando em um processo que constitui um conhecimento contextualizado. Além disso, essa prática abre espaço para a comunicação nas aulas, até então caracterizadas pelo silêncio e pela realização de atividades que promoviam apenas o método mecânico. Nessa perspectiva, a educação científica e matemática pode expressar novas possibilidades no campo da interdisciplinaridade.

A BNCC e a interdisciplinaridade no ensino e na aprendizagem de Ciências e Matemática

O conceito de interdisciplinaridade surgiu na década de 1960, na Europa, quando grupos de estudantes na França e na Itália se reuniram para discutir novas regras para escolas e universidades (Fazenda, 1994). No Brasil, entre as décadas de 1960 e 1970, o termo foi usado principalmente na educação. No entanto, foi aplicado de maneira distorcida, pois, nas reformas educacionais, sem discussões prévias, foram criados projetos chamados de interdisciplinares que, na verdade, eram apenas multidisciplinares (Nascimento; Oliveira; Silva, 2020).

A abordagem interdisciplinar envolve a colaboração entre professores de diferentes áreas para desenvolver currículos e atividades que conectem conteúdos diversos, promovendo uma aprendizagem mais contextualizada para os alunos. Por sua vez, a multidisciplinariedade ocorre quando várias disciplinas são ensinadas em paralelo sobre um mesmo tema, sem necessariamente integrar ou interconectar seus conteúdos. Essa abordagem permite aos alunos visualizar diferentes perspectivas sobre um assunto, mas as disciplinas continuam operando de forma independente.

Fazenda (2008, p. 161) explica que a palavra interdisciplinaridade faz referência à ideia de disciplina como um sistema estabelecido ou em desenvolvimento e sugere um conjunto de conexões entre disciplinas,

sempre aberto a novas relações que vão sendo descobertas. Quando algo é interdisciplinar, significa que envolve a interação entre duas ou mais disciplinas no campo do conhecimento, dos métodos e da aprendizagem. Assim, a interdisciplinaridade engloba todas as interações existentes e possíveis entre as disciplinas nos contextos mencionados. Nesse sentido, ela é concebida como a conexão entre diferentes disciplinas, sem favorecer uma em detrimento das outras.

As discussões sobre interdisciplinaridade no Brasil ganharam destaque na década de 1990, impulsionadas pelos estudos do grupo de pesquisa liderado por Ivani Catarina Arantes Fazenda. Esses estudos apontavam a “contradição entre o modismo do termo interdisciplinar e o avanço do conceito de ciência que fortalece a necessidade de uma nova consciência” (Satolo; Oliveira; Santos, 2019, p. 9). Em 1998, a ideia de interdisciplinaridade foi incorporada aos currículos da educação básica e da educação infantil.

Na perspectiva da interdisciplinaridade, ao analisar a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), que orienta os currículos da educação infantil e da educação básica, é possível inferir que esse documento sinaliza às escolas a responsabilidade de organizar os componentes curriculares de forma interdisciplinar, visando superar a divisão estrita entre as disciplinas.³

A estrutura da BNCC (Brasil, 2018) para o ensino fundamental está organizada em cinco áreas do conhecimento: linguagens e tecnologias relacionadas, matemática e tecnologias associadas, ciências da natureza e tecnologias correlatas, ciências humanas e sociais aplicadas, e formação técnica e profissional. Cada uma dessas áreas, seguindo uma abordagem interdisciplinar, possui competências específicas que refletem as dez competências gerais estabelecidas.

³ A BNCC configura-se como um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da educação básica (Brasil, 2018). Embora pesem críticas a esse documento, conforme Dourado e Aguiar (2018), o texto objetiva elencar a presença da interdisciplinaridade nesse documento.

No ensino médio, a BNCC está organizada em áreas do conhecimento, com o objetivo de integrar dois ou mais componentes curriculares, permitindo uma melhor compreensão e transformação de uma realidade complexa. Essa organização não elimina necessariamente as disciplinas, que mantêm suas próprias características e os saberes construídos ao longo da história, mas fortalece as relações entre elas.

Segundo a BNCC (Brasil, 2018), as competências específicas de cada área facilitam uma abordagem curricular que busca garantir a conexão entre os componentes curriculares e assegurar a progressão das experiências dos alunos ao longo da educação básica. Da mesma forma, o documento estabelece que os componentes curriculares de Língua Portuguesa e Matemática são obrigatórios ao longo dos três anos do ensino médio, além de propor uma estrutura curricular baseada nos itinerários formativos.

Essa flexibilização, segundo a BNCC (Brasil, 2018), visa promover o protagonismo dos estudantes e fomentar a interdisciplinaridade. Dessa forma, as competências gerais definidas para a educação básica orientam tanto as aprendizagens fundamentais a serem asseguradas na BNCC do ensino médio quanto os itinerários formativos oferecidos pelos diferentes sistemas educacionais, redes de ensino e escolas. O ensino médio é a fase final da educação básica e, conforme a BNCC, deve ser acessível a todos, para melhorar a frequência dos alunos na escola e garantir que suas necessidades sejam atendidas, de modo que se sintam motivados a estar no ambiente escolar e não o encarem apenas como uma obrigação diária.

No contexto do ensino médio, a área de Ciências da Natureza e suas tecnologias abrange as disciplinas de Física, Química e Biologia, com o objetivo de assegurar que os alunos revisem e internalizem os conceitos aprendidos no ensino fundamental, além de relacioná-los a aspectos culturais, históricos, ambientais e sociais. Para a disciplina de Matemática, a BNCC sugere o uso de temas como trabalho, economia e questões sociais de forma interdisciplinar em suas unidades temáticas (Brasil, 2018).

De acordo com Ferreira *et al.* (2002), quando professores de Matemática usam práticas de ensino que envolvem diferentes disciplinas, os alunos aprendem melhor. Isso acontece porque essas práticas permitem conectar a Matemática com outras áreas de interesse dos estudantes. Assim, os professores podem começar com conceitos que os alunos já conhecem e relacioná-los ao conteúdo matemático (Fazenda, 2008). Essa abordagem não apenas enriquece o aprendizado da matemática, mas também mostra aos alunos sua relevância e aplicabilidade em diversas áreas do conhecimento e no cotidiano.

De acordo com a BNCC (Brasil, 2018), a Matemática é tanto uma área de conhecimento quanto uma parte importante do currículo escolar. A prática de ensino interdisciplinar da Matemática está posta na competência específica 3, que busca compreender como os conceitos e procedimentos de diferentes áreas da disciplina (como aritmética, álgebra, geometria, estatística e probabilidade) se relacionam entre si e com outras áreas do conhecimento. Isso ajuda os alunos a se sentirem confiantes em sua capacidade de construir e usar conhecimentos matemáticos, promovendo sua autoestima e perseverança na busca por soluções.

A abordagem interdisciplinar no ensino de matemática transforma a sala de aula em um espaço de diálogo entre diferentes áreas de estudo. No início, os alunos podem estranhar essa nova forma de ensino, mas gradualmente compreendem como a aula funciona e começam a participar de forma mais consciente. Isso permite que os alunos questionem e coloquem em dúvida certezas estabelecidas, o que os leva a criar suas próprias explicações (José, 2013, p. 95). A aula se torna um ambiente de investigação e exploração, com diversas possibilidades de respostas criadas pelos próprios estudantes.

Na prática interdisciplinar, ensinar matemática significa, acima de tudo, ensinar a pensar de maneira matemática, a interpretar o mundo e a si mesmo usando essa perspectiva. A matemática transcende o ambiente da sala de aula em vários aspectos, especialmente em relação à sua linguagem. Por isso, ela se relaciona e interage com outras áreas do conhe-

cimento. A interdisciplinaridade favorece aos alunos o entendimento e a visualização da aplicabilidade dos conceitos matemáticos em diferentes áreas do conhecimento, promovendo habilidades de resolução de problemas, desenvolvendo o pensamento crítico e a criatividade, ao abordar problemas e desafios complexos no mundo real, tornando o aprendizado mais relevante e interessante.

A abordagem interdisciplinar nas aulas de matemática introduz uma nova dinâmica na sala de aula. Nesse cenário, o professor também está em constante aprendizado ao integrar sua disciplina com outras. Ele adota uma postura na qual não detém todas as respostas prontas, incentivando os alunos a buscarem soluções, mas sempre disponível para auxiliá-los. Sob a perspectiva do ensino interdisciplinar, o conhecimento é entendido como algo em constante construção. Os alunos assumem um papel central no processo de ensino e aprendizagem, enquanto o professor compartilha a responsabilidade de facilitar essa jornada educacional.

Já no ensino de ciências, durante muito tempo, prevaleceram métodos tradicionais, nos quais o professor basicamente transmitia o conteúdo de forma expositiva, e os alunos apenas o reproduziam. Silva (2010) destaca que vivemos em um mundo em constante movimento, no qual tudo está sempre mudando e se aprimorando. Já não lidamos com a ideia de conhecimento absoluto e imutável, mas sim com influências de globalização, tecnologia, multimídia e a noção de que o conhecimento é um processo contínuo. Tudo isso acontece dentro de um contexto espaço-temporal, no qual o mundo está constantemente informado, interagindo e tomando decisões de acordo com seus interesses.

O mundo está em constante mutação, e o conhecimento científico acompanha esse ritmo acelerado. A cada dia, novas descobertas surgem, abrindo horizontes e desafiando nossa compreensão da realidade. Nesse contexto dinâmico, o ensino de Ciências da Natureza passa por um processo contínuo de transformação, podendo acompanhar as inovações e garantir que os alunos estejam preparados para os desafios do futuro.

A ciência, como apontam Andery *et al.* (2012), não se resume a um conjunto de fatos e teorias estáticas. Trata-se de uma construção humana complexa, moldada ao longo da história por diferentes culturas, crenças e contextos sociais. Sua influência na sociedade é inegável, impactando áreas como tecnologia, política, ética e economia. Da mesma forma, a ciência também se nutre das transformações sociais, tecnológicas e culturais, em um ciclo de interdependência constante.

Diante dessa realidade dinâmica, o ensino de ciências precisa transcender a mera transmissão de conhecimentos. É fundamental que os alunos desenvolvam habilidades como pensamento crítico, criatividade, capacidade de resolução de problemas e comunicação eficaz. Além disso, é essencial que compreendam a ciência como um processo em constante construção, permeado por debates, questionamentos e diferentes perspectivas. Nesse viés, pode-se citar a integração das Ciências Naturais (Biologia, Química) com as Ciências Sociais (Sociologia, Geografia) e a Economia para estudar e desenvolver soluções sustentáveis para problemas ambientais.

Nessa jornada de aprendizado, o conhecimento das Ciências da Natureza se torna uma ferramenta fundamental para a interpretação do mundo. Ao compreender os princípios científicos, os alunos podem analisar criticamente as informações que recebem, tomar decisões conscientes e contribuir para a construção de uma sociedade mais justa e sustentável.

Sob esse ponto de vista, o conhecimento das Ciências da Natureza não se limita a fornecer aos alunos apenas conhecimentos sobre o mundo ou aprimorar sua capacidade de entendê-lo, mas também introduz uma nova maneira de interpretá-lo. Assim, ao construir o conhecimento científico, os alunos podem desenvolver uma consciência crítica e participativa.

As pesquisas no PPGECM e a interdisciplinaridade

A interdisciplinaridade na pesquisa acadêmica é essencial para ampliar a compreensão de fenômenos complexos, especialmente nas áreas como Matemática e Ciências Naturais. Nesse sentido, analisamos as pes-

quisas produzidas ao longo de 10 anos, de 2014 a 2024, tendo a interdisciplinaridade como categoria central. A metodologia utilizada inclui a análise das dissertações e teses defendidas nesse período, disponíveis no site do PPGECM, considerando apenas aquelas que apresentam a interdisciplinaridade no título da pesquisa.

Quadro 1 – Produções acadêmicas com interdisciplinaridade no título (2014-2024)

Trabalho	Autoria	Ano	Título	Orientador(a)
Dissertação	Sthefen Fernando Andrade da Ronch	2016	<i>Utilização do tema Vitaminas em uma UEPS para abordagem interdisciplinar de Química e Biologia</i>	Dra. Alana Neto Zoch
Dissertação	Eva Rita Machado Ferreira Crestani	2018	<i>Os três momentos pedagógicos e a interdisciplinaridade no ensino de Ciências da Natureza</i>	Dra. Aline Locatelli
Dissertação	Daiana Demarco	2018	<i>Ilha interdisciplinar de racionalidade: uma discussão sobre o funcionamento dos condicionadores de ar na escola</i>	Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa
Dissertação	Francieli Regina Franco Carreira	2024	<i>Razões e proporções à mesa: uma abordagem interdisciplinar sobre a quantidade de energia fornecida pelos alimentos no contexto do ensino médio</i>	Dra. Aline Locatelli

Fonte: elaboração dos autores com base em dados do PPGECM, 2024.

Notas: a) até 2024/1, duas teses foram defendidas no programa, não apresentando a temática interdisciplinaridade em seu título; b) o curso de mestrado iniciou em 2014, e as primeiras dissertações foram defendidas em 2016.

Ao analisar o Quadro 1, é possível constatar que a temática da interdisciplinaridade está presente em quatro dissertações, sendo que, no ano de 2018, o tema apareceu em duas dissertações.

O resumo da dissertação intitulada *Utilização do tema vitaminas em uma UEPS para abordagem interdisciplinar de Química e Biologia*, de Sthefen Fernando Andrade da Ronch (2016), aponta que a fragmentação do conhecimento como pressuposto para a aprendizagem tem se mostrado ineficaz, como demonstram os índices educacionais disponíveis com relação ao ensino médio. O trabalho vinculou-se à linha de pesquisa Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de Ciências e Matemática e buscou construir um produto educacional (PE) com o intuito de se contrapor a essa realidade. Para tanto, foi elaborada e aplicada uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS), baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel e sob um enfoque interdisciplinar, de modo que a abordagem dos conceitos disciplinares de Química e de Biologia ficasse articulada.

O PE foi aplicado em uma turma do 3º ano do ensino médio. A avaliação dessa intervenção didática foi realizada ao longo de seu desenvolvimento, a partir dos resultados das atividades de sistematização realizadas pelos estudantes e das observações escritas pelo professor. A UEPS elaborada apresentou-se como um contributo nesse processo de ensino, evidenciando avanços na intencionalidade para a aprendizagem, fator importante na TAS, e na associação entre os conceitos disciplinares produzida pelos estudantes. Além disso, o processo de interação estabelecido entre os professores, ao desenvolverem um trabalho com a ideia de interdisciplinaridade fundamentada na TAS, permitiu-lhes ampliar e aprofundar sua visão sobre o processo de ensino e aprendizagem.

A dissertação de Eva Rita Machado Ferreira Crestani (2018), intitulada *Os três momentos pedagógicos e a interdisciplinaridade no ensino de Ciências da Natureza*, apresenta, em seu resumo, que a realidade atual nas escolas evidencia a necessidade de um ensino inter-relacionado, que auxilie o aluno não apenas na construção do conhecimento, mas também na compreensão mais ampla do mundo em que vive. O trabalho vinculou-se à linha de pesquisa Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de Ciências e Matemática e buscou desenvolver um PE com a intenção

de contribuir para a promoção de tal ensino. Assim, foi elaborada, pelas professoras de Química, Física e Biologia, uma sequência didática, fundamentada na dinâmica dos três momentos pedagógicos e em uma perspectiva interdisciplinar, de maneira que os conhecimentos dessas disciplinas se inter-relacionassem.

O PE foi aplicado em uma turma da 2ª série do curso normal, nível médio, em uma escola pública do município de Santa Rosa, RS. Os dados foram obtidos através dos encontros realizados com as professoras participantes da pesquisa, bem como das aulas aplicadas com os alunos, registradas em um diário de bordo, no qual cada professora anotou suas observações e reflexões durante o desenvolvimento das aulas.

A dissertação *Ilha interdisciplinar de racionalidade*: uma discussão sobre o funcionamento dos condicionadores de ar na escola, de Daiana Demarco (2018), aborda, em seu resumo, os três momentos pedagógicos e a interdisciplinaridade no ensino de Ciências da Natureza. O estudo teve o intuito de investigar a aplicabilidade das ilhas interdisciplinares de racionalidade na perspectiva da alfabetização científica e técnica, inserindo-se na linha de pesquisa Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de Ciências e Matemática. A necessidade define a pergunta do estudo: como um projeto de ensino voltado à análise de situações-problema vivenciadas pelos alunos pode contribuir para o processo de alfabetização científica? A partir dessa questão, escolheu-se a proposta pedagógica defendida por Gérard Fourez, intitulada ilhas interdisciplinares de racionalidade, como possibilidade de intervenção didática. A pesquisa investigou a aplicação dessa proposta junto a uma turma composta de 21 alunos do 3º ano do ensino médio.

A ideia central desse estudo foi construir uma ilha interdisciplinar de racionalidade e avaliar sua eficácia como favorecedora do processo de alfabetização científica e técnica, conforme concebida por Fourez. Os resultados obtidos forneceram indicativos da validade e pertinência do projeto desenvolvido, evidenciando sua contribuição para o processo de alfabetização científica dos estudantes envolvidos, especialmente em relação aos atributos autonomia e comunicação.

A dissertação *Razões e proporções à mesa*: uma abordagem interdisciplinar sobre a quantidade de energia fornecida pelos alimentos no contexto do ensino médio, de Francieli Regina Franco Carreira (2024), destaca a essência interdisciplinar do estudo, que propõe ao leitor explorar a Matemática não apenas como um componente curricular isolado, mas como um elo dinâmico entre diversas áreas do conhecimento. O texto enfatiza a necessidade do ensino de razão e proporção voltado a promover uma aprendizagem relevante e mais contextualizada desses conceitos. O título também convida a “saborear” a interdisciplinaridade matemática, proporcionando uma experiência enriquecedora, que vai além dos limites tradicionais da aprendizagem.

Nessa perspectiva, a questão central do estudo consiste na seguinte interpelação: de que maneira uma abordagem interdisciplinar dos componentes curriculares Matemática e Química pode contribuir no processo de sensibilização dos estudantes frente a escolhas nutricionais mais saudáveis? O propósito da pesquisa foi desenvolver, aplicar e avaliar uma sequência didática à luz dos três momentos pedagógicos, utilizando a quantidade de energia fornecida pelos alimentos como temática de contextualização.

A proposta didática foi desenvolvida ao longo de 10 períodos de 48 minutos cada, junto a uma turma do 2º ano do ensino médio, composta por 12 estudantes, em uma escola pública estadual no interior de Rondônia. A análise dos resultados indicou um enriquecimento significativo na compreensão dos estudantes sobre alimentação saudável e o conteúdo energético dos alimentos. Além disso, o aprendizado interdisciplinar não se restringiu à sala de aula, mas se estendeu para a comunidade, capacitando os estudantes a atuarem como defensores da equidade alimentar.

Após a análise das dissertações, é possível inferir que a interdisciplinaridade está presente nas pesquisas produzidas no PPGECM. Os resultados demonstram uma aposta na potencialidade da prática interdisciplinar como um meio de mudar a forma como o conhecimento é produzido.

Considerações finais

Este capítulo teve como objetivo analisar as pesquisas produzidas ao longo de 10 anos (2014 a 2024), tendo a interdisciplinaridade como categoria de estudo. A metodologia utilizada contemplou a pesquisa no *site* do PPGECM sobre as dissertações e teses defendidas nesse período, considerando a interdisciplinaridade como critério de seleção, desde que estivesse presente no título da pesquisa.

Após a análise das pesquisas produzidas, conclui-se que a interdisciplinaridade, presente nas dissertações, envolve as áreas de Matemática, Química, Biologia, Física e Ciências. Essa perspectiva oportuniza a integração entre os conceitos e suas aplicabilidades, promovendo a construção de um conhecimento crítico por parte dos sujeitos e a compreensão de sua realidade, o que possibilita ações de mudanças sociais.

A interdisciplinaridade procura criar um conhecimento mais amplo, superando as barreiras entre disciplinas que antes eram vistas como isoladas. Isso ajuda a acabar com a separação do conhecimento e oferece aos alunos uma aprendizagem articulada. Além disso, envolve a forma como entendemos e abordamos o conhecimento, ligando as disciplinas para que seus conceitos, teorias e práticas se complementem e melhorem a compreensão do conteúdo estudado. Por fim, a interdisciplinaridade, na concepção histórico-dialética, abarca a complexidade, a problematização, o diálogo e a integração, elementos fundamentais para a cooperação, os intercâmbios reais e, conseqüentemente, o enriquecimento mútuo (Piaget, 1976).

Referências

ANDERY, M. A. et al. *Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica*. 16. ed. Rio de Janeiro: Garland; São Paulo: Educ, 2012.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 24 fev. 2025.

CRESTANI, E. R. M. F. *Os três momentos pedagógicos e a interdisciplinaridade no ensino de ciências da natureza*. 2018. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2018.

CARREIRA, Francieli Regina Franco. *Razões e proporções à mesa: uma abordagem interdisciplinar sobre a quantidade de energia fornecida pelos alimentos no contexto do ensino médio*. 2023. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2023.

DEMARCO, D. *Ilha interdisciplinar de racionalidade: uma discussão sobre o funcionamento dos condicionadores de ar na escola*. 2018. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2018. Disponível em: http://docs.upf.br/download/ppgecm/Daiana_Demarco_Dissertacao.pdf. Acesso em: 10 jun. 2024.

DOURADO, L. F.; AGUIAR, M. A. (org.). *A BNCC na contramão do PNE 2014-2024: avaliação e perspectivas*. Recife: Anpae, 2018.

FAZENDA, I. C. A. *Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa*. Campinas: Papirus, 1994.

FAZENDA, I. C. A. *Interdisciplinaridade: um projeto em parceria na educação básica*. São Paulo: Cortez Editora, 2008.

FERREIRA, A. *et al.* Práticas pedagógicas interdisciplinares no ensino de Matemática. *Revista de Educação*, p. 45-60, 2002.

JOSÉ, A. M. *Educação matemática: práticas e reflexões*. São Paulo: Paulinas, 2013.

NACARATO, Adair Mendes; MENGALI, Brenda Leme da Silva; PASSOS, Cármen Lúcia Brancaglion. *A matemática nos anos iniciais do ensino fundamental: tecendo fios do ensinar e do aprender*. Belo Horizonte: Autêntica, 2009.

NASCIMENTO, D. P.; OLIVEIRA, M. T.; SILVA, R. F. *Interdisciplinaridade e educação: teorias e práticas*. São Paulo: Editora Acadêmica, 2020.

SATOLO, E. G.; OLIVEIRA, M. A.; SANTOS, P. R. *Interdisciplinaridade na educação: desafios e perspectivas*. Rio de Janeiro: Editora Acadêmica, 2019.

SILVA, M. da. Os hábitos professorais: o objeto dos estudos sobre o ato de ensinar na sala de aula. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, 2010.

PIAGET, J. *Problemas da investigação interdisciplinar e mecanismos comuns*. 2. ed. Lisboa: Bertrand, 1976.

POMBO, O. *Interdisciplinaridade*. Ambições e limites. Lisboa: Relógio d'Água, 2004.

RAYNAUT, C. Meio ambiente e desenvolvimento. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, n. 10, p. 21-32, jul./dez. 2004.

RUBIN, M. O.; FRANCO, M. E. D. P. Gestão de Programas de Pós-Graduação Interdisciplinares no Brasil: dos limites aos desafios. In: FÓRUM DE GESTÃO DO ENSINO SUPERIOR DE PAÍSES E REGIÕES DE LÍNGUA PORTUGUESA, 2011, Lisboa, Coimbra. *Anais* [...]. Lisboa, 2011.

RONCH, S. F. A. *Utilização do tema Vitaminas em uma UEPS para abordagem interdisciplinar de Química e Biologia*. 2016. 184 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2016. Disponível em: http://docs.upf.br/download/ppgecm/Sthefen_Dissertacao.pdf. Acesso em: 10 jun. 2024.

SILVA, M. F. G. *Para uma resignificação da interdisciplinaridade na gestão dos currículos em Portugal e no Brasil*. Coimbra: Gráfica de Coimbra, 2009.

Construcionismo: as bases para ensino da computação na educação básica

Hewerton Enes de Oliveira

Juliano Tonezer da Silva

Ao longo dos anos, muitas teorias sobre a aprendizagem foram elaboradas, testadas e reinventadas. No entanto, uma delas caracteriza-se por seu pioneirismo em incorporar os avanços tecnológicos da sociedade em seu desenvolvimento, utilizando a tecnologia não apenas como ferramenta de instrução, mas como uma ferramenta de autoria e aprendizagem. Este capítulo busca apresentar, de forma breve, um resgate histórico do Construcionismo, teoria de aprendizagem elaborada por Papert, e relacioná-lo ao estado da arte sobre o ensino da computação na educação básica brasileira.

Para adentrar no Construcionismo e com todas suas características, é necessário, antes, estabelecer uma conexão entre os elementos históricos nos quais Seymour Aubrey Papert (1928-2016) encontrava-se inserido quando estabeleceu os princípios dessa teoria. O período histórico remonta ao final da década de 1960, quando os computadores ainda custavam milhares de dólares e o acesso era destinado apenas a grandes centros de pesquisas.

Em 1958, Papert mudou-se para a Suíça e juntou-se à equipe de Jean William Fritz Piaget (1896-1980) no Centro de Epistemologia Genética da Universidade de Genebra, onde se dedicaram a pesquisas sobre o desenvolvimento cognitivo infantil. Essas pesquisas foram fundamentais para a formulação do construtivismo por Piaget, teoria que postula que

as crianças constroem ativamente seu próprio conhecimento por meio da exploração e da interação com o mundo à sua volta.

Em uma entrevista concedida a Ana de Fátima Souza em 2001,¹ Seymour Papert comentou sobre a visão de Jean Piaget sobre as crianças. Segundo Papert, Piaget não acreditava que as crianças eram recipientes vazios que devem ser preenchidos com conhecimento, mas sim construtoras ativas de seu próprio conhecimento, semelhantes a pequenos cientistas que estão constantemente testando suas teorias sobre o mundo (Papert, 2001).

Além de Piaget, Papert também foi influenciado pelo pedagogo norte-americano John Dewey (1859-1952), que considerava a aquisição do saber como fruto da atividade humana a partir de um processo de reflexão sobre a experiência, continuamente repensada e reconstruída. Toda experiência em desenvolvimento faz uso de experiências passadas e influi nas experiências futuras (Dewey, 1979).

Em 1963, Papert ingressa no Massachusetts Institute of Technology (MIT), onde, quatro anos depois, foi nomeado codiretor do Laboratório de Inteligência Artificial, recém-criado para o desenvolvimento de novas ideias sobre inteligência artificial. Esse ambiente proporcionou a Papert um lugar para que seu interesse em aprendizado fosse consolidado, onde ideias poderiam ser testadas juntamente com as novas ferramentas em computação que acabavam de surgir.

Visionário, Papert buscou demonstrar que os computadores poderiam ser utilizados não apenas para entregar informações e instruções, como proposto por Burrhus Frederic Skinner (1904-1990) em sua máquina de ensinar (Skinner, 2001), mas também para empoderar as crianças para experimentar, explorar e expressar-se. Em sua concepção, “[...] a programação de computadores e a depuração podem fornecer às crianças uma maneira de pensar sobre seu próprio pensamento e aprender sobre seu próprio aprendizado” (MIT Media Lab, 2016).

¹ Disponível em: <https://www.ufrgs.br/psicoeduc/piaget/papert-habilidade-de-aprender/>. Acesso em: 01 ago. 2024.

Sob a influência de um ambiente inovador, Seymour Papert formulou o Construcionismo, fortemente baseado no Construtivismo de Jean Piaget. Papert propôs uma versão única do Construtivismo, mas com diferenças consideráveis. Segundo Papert e Harel (1990):

Construcionismo - a palavra com N em oposição à palavra com V - compartilha a conotação do construtivismo de que a aprendizagem é a “construção de estruturas de conhecimento”, independentemente das circunstâncias da aprendizagem. Acrescenta então a ideia de que isso acontece de forma especialmente feliz em um contexto onde o aluno está conscientemente engajado na construção de uma entidade pública, seja um castelo de areia na praia ou uma teoria do universo.

Seguindo a mesma linha de pensamento de seu mentor Papert, Kafai e Resnick (2011) defendem que o conhecimento não é simplesmente transmitido do professor para o aluno, mas sim ativamente construído pela mente do aprendiz: “Crianças não ‘capturam’ ideias, elas criam ideias”. O Construcionismo vai além, sugerindo que as crianças são mais propensas a criar novas ideias quando estão ativamente engajadas na criação de algum tipo de artefato externo (um robô, um poema, um castelo de areia ou um programa de computador), que pode ser usado como objeto de reflexão e compartilhamento com os outros.

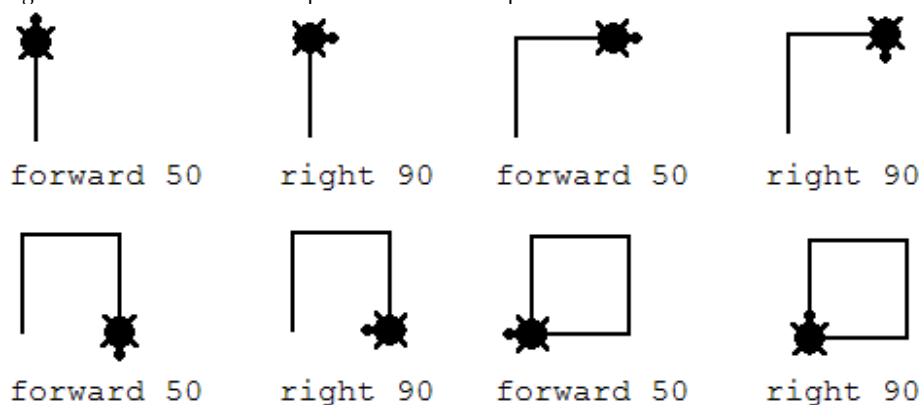
Pode-se afirmar que, no Construcionismo, a atividade prática (*hands on*, “mão na massa”) é a principal forma de aprendizagem. Deve-se deixar o aluno explorar e experimentar para que se possa “ensinar de forma a produzir maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino” (Papert, 1994, p. 125). Afinal, é na experiência pessoal que se constroem os novos conhecimentos, e, para isso, o indivíduo deve estar intelectual e emocionalmente envolvido (Natalicchio, 2019).

Para que a aprendizagem ocorra de forma eficaz, é necessário um ambiente que ofereça meios para o indivíduo explorar e desenvolver suas ideias, tornando-as tangíveis. Esse processo dá ao aprendiz mais consciência sobre sua própria aprendizagem, além de maior controle e incentivo para participar ativamente. Foi com esse propósito que, em 1968, Papert e seus colaboradores do MIT desenvolveram a linguagem de programação LOGO (Papert, 1985).

Essa linguagem, voltada para o ensino e a aprendizagem, utiliza a computação como ferramenta para que o aprendiz tenha controle sobre seu próprio aprendizado, manipulando a máquina para que possa explorar conceitos de matemática e geometria de forma interativa e criativa. Inicialmente, a linguagem LOGO era limitada e permitia que crianças a utilizassem apenas para manipular palavras e sentenças. Para expandir sua funcionalidade, a equipe de desenvolvimento do MIT começou a realizar modificações e experimentos para que fosse possível utilizar a LOGO para manipular um robô físico.

Devido ao formato arredondado do robô, esse ficou conhecido como *Turtle* (tartaruga, em tradução livre). Através dos comandos da LOGO, era possível manipular o robô para desenhar figuras geométricas em um papel sobre o chão. Exemplos dos comandos podem ser observados na Figura 1. O intuito era fazer com que as crianças se imaginassem como tartarugas caminhando e desenhando, permitindo-lhes explorar os movimentos do robô e, ao mesmo tempo, de forma intuitiva, construir seu próprio entendimento sobre conceitos geométricos (Holbert; Berland; Kafai, 2020).

Figura 1 – Comandos LOGO para desenhar um quadrado



© 2000 Logo Foundation

Fonte: Logo Foundation.²

² Disponível em: https://el.media.mit.edu/logo-foundation/what_is_logo/logo_primer.html. Acesso em: 15 ago. 2024.

Após o desenvolvimento da LOGO, Papert fundou o LOGO Laboratory em 1970, no MIT, para continuar a pesquisa sobre aplicações educacionais da LOGO. Um relatório publicado pelo Laboratório de Inteligência Artificial do MIT, intitulado *Twenty Things to Do with a Computer* (Papert; Solomon, 1971), reúne várias atividades de programação que foram desenvolvidas e testadas nos anos iniciais da LOGO.

Com o tempo, o robô físico foi substituído pelo *software*, e a tartaruga tornou-se um cursor na tela. Atualmente, o ambiente *Turtle* pode ser facilmente acessado pela internet e utilizado com diversas linguagens de programação.

Obras principais

Dentre as principais obras sobre o Construcionismo, de autoria de Seymour Papert, destacam-se três. Em *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas* (Papert, 1980), o autor introduz o Construcionismo, defendendo a ideia de que as crianças aprendem melhor quando constroem algo tangível e significativo para elas. Ele propõe o uso do computador como uma ferramenta poderosa para esse tipo de aprendizado, permitindo que as crianças tenham controle sobre a máquina e criem seus próprios projetos e experimentos.

Além disso, a linguagem LOGO é apresentada nessa obra como uma proposta para o desenvolvimento de habilidades como resolução de problemas, pensamento lógico e criatividade. Também é introduzido o conceito de micromundos, ambientes virtuais de aprendizado nos quais as crianças podem explorar e experimentar livremente. Comumente chamada de *Mindstorms*, essa obra influenciou a educação e sua relação com a tecnologia, promovendo o desenvolvimento de novas ferramentas e abordagens de ensino, como a programação para crianças e a robótica educacional.

Já a obra *The children's machine: rethinking school in the age of the computer* (Papert, 1993) pode ser vista como uma continuação de *Mindstorms*, expandindo as ideias apresentadas anteriormente. O conceito de Construcionismo é revisitado, e Papert discute a importância da progra-

mação para o desenvolvimento do pensamento. O livro também foi traduzido para o português sob o título *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática* (Papert, 1994).

Nessa obra, observa-se uma forte crítica à escola tradicional. O autor a compara a uma máquina industrial que padroniza o ensino e desconsidera as individualidades de cada criança. Em contraposição, defende uma escola mais flexível e centrada no aluno, na qual a tecnologia pode ser utilizada para personalizar o aprendizado. Papert analisa os motivos pelos quais a escola tradicional resiste a mudanças de metodologias educacionais e à adoção de novas tecnologias, identificando a cultura escolar, a formação de professores e os interesses políticos e econômicos como fatores responsáveis por essa estagnação. Por fim, Papert propõe uma nova cultura de aprendizado baseada na colaboração, na criatividade e no uso de tecnologias digitais. Ele defende que a escola deve se adaptar aos novos tempos e preparar as crianças para um mundo cada vez mais tecnológico.

O livro *The connected family: bridging the digital generation gap* (Papert, 1996) complementa as ideias apresentadas em *Mindstorms* e *The children's machine*, mas desloca significativamente o foco do ambiente escolar para o ambiente familiar. Nessa obra, Papert discute como pais e filhos podem se beneficiar da tecnologia juntos. Para isso, o autor enfatiza a importância de pais e filhos se conectarem por meio da tecnologia, seja como uma ferramenta de comunicação quando estão fisicamente distantes, seja como um recurso de aprendizagem conjunta, propondo projetos para eles realizarem juntos. Destaca-se que, já em 1996, no início da popularização da computação pessoal, Papert reconhecia o medo dos pais sobre o uso da tecnologia por seus filhos.

O Construcionismo e o ensino de computação na educação básica brasileira

O Construcionismo, ao defender o uso de computadores na aprendizagem, impulsionou diversos países a explorarem suas potencialida-

des na educação. O desenvolvimento da linguagem LOGO oportunizou a abertura de um novo campo educacional, o pensamento computacional, cujas ideias, embora discutidas anteriormente, ganharam destaque com a obra *Mindstorms* (Papert, 1980).

O pensamento computacional só viria a tornar-se popular décadas mais tarde, através da publicação do artigo intitulado *Computational Thinking*, por Jeannette M. Wing, em 2006. O texto descreve que o pensamento computacional baseia-se no poder e nos limites de processos computacionais, sejam eles executados por um ser humano ou por uma máquina. Wing (2006) defende que o pensamento computacional é uma habilidade fundamental para todos, e não uma habilidade inerente apenas a cientistas da computação. Assim, deve-se incluir o pensamento computacional no mesmo patamar que leitura, escrita e aritmética como habilidades analíticas de todas as crianças.

Embora a definição de Wing (2006) seja amplamente reconhecida, é importante observar que o pensamento computacional tem evoluído ao longo do tempo. Pesquisadores têm explorado nuances e expansões dessa definição. Resnick (2021), por exemplo, destaca que o pensamento computacional pode envolver “pensar de maneira sistêmica”, ou seja, a capacidade de compreender como os componentes interagem em sistemas complexos. Além disso, o reconhecimento da criatividade como parte integrante do pensamento computacional está ganhando destaque. A capacidade de conceber soluções inovadoras e pensar “fora da caixa” é valorizada em um mundo onde os problemas nem sempre seguem estruturas predefinidas.

No Brasil, a discussão sobre o uso de computadores na educação acompanha o surgimento do Construcionismo. Os registros sobre o ensino da computação no país começaram logo após a formulação desse conceito. Diversas instituições de ensino superior, como a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), realizaram experimentos voltados ao desenvolvimento de *softwares* educacionais (Valente; de Almeida, 1997).

É importante ressaltar que, nesse período, houve um apelo para o uso do computador na educação de modo geral, e não apenas no ensino de computação. Moraes (1997) destaca as políticas públicas implementadas pelo governo brasileiro entre 1980 e 1997 para fomentar a informática na educação, ressaltando o projeto EDUCOM, desenvolvido pela UFRJ, e o Programa Nacional de Informática na Educativa (Proninfe).

Mesmo sendo projetos incipientes, Valente e de Almeida (1997, p. 14) apontam uma diferença entre o EDUCOM e projetos implementados em outras nações:

Nesse aspecto, o programa brasileiro de informática na educação é bastante peculiar e diferente do que foi proposto em outros países. No nosso programa, o papel do computador é o de provocar mudanças pedagógicas profundas ao invés de 'automatizar o ensino' ou preparar o aluno para ser capaz de trabalhar com o computador.

Sob a ótica dos referidos autores, observa-se que, no projeto EDUCOM, a informática na educação perdeu sua característica instrucionista e começou a se alinhar com o Construcionismo, propondo o computador como uma ferramenta facilitadora da aprendizagem. No entanto, esse período foi marcado pela escassez de equipamentos e pela falta de profissionais da educação qualificados. Por essa razão, as políticas públicas miravam a formação de professores e técnicos especializados em informática.

Mais recentemente, o ensino de computação na educação básica ganhou destaque no cenário educacional brasileiro. As discussões sobre sua implementação foram iniciadas pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) a partir do Parecer CNE/CP n. 15/2017, que fundamentou a Resolução CNE/CP n. 2/2017. Essa resolução instituiu a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para a Educação Infantil e o Ensino Fundamental, determinando em seu artigo 22 que o CNE elaborará normas específicas sobre computação.

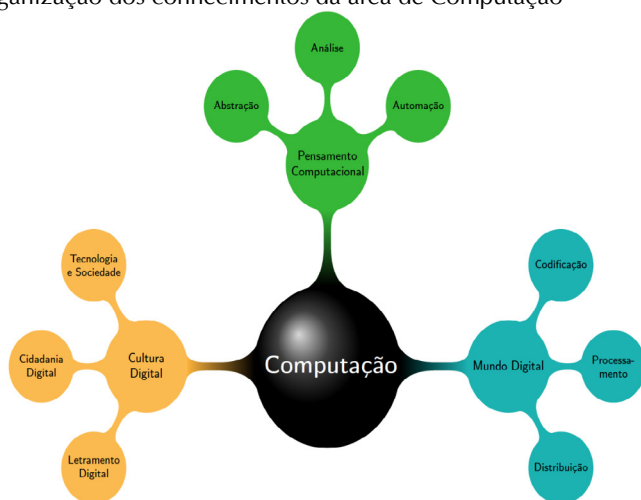
Em 2018, a Resolução CNE/CP n. 4/2018 incluiu o ensino de computação no ensino médio e ratificou a necessidade de editar normas complementares para sua implementação na educação básica. A normatização desse ensino, no entanto, ocorreu apenas em 2022, com a aprovação do

Parecer CNE/CEB n. 2, de 17 de fevereiro de 2022, que estabeleceu as *Normas sobre Computação na Educação Básica - Complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC)* (Brasil, 2022).

Paralelamente, a Política Nacional de Educação Digital (PNED) tramitou no Congresso e foi sancionada em 11 de janeiro de 2023. Criado por meio da Lei n. 14.533/2023, o PNED resultou na inclusão do parágrafo 11 no artigo 26 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, estabelecendo que: “A educação digital, com foco no letramento digital e no ensino de computação, programação, robótica e outras competências digitais, será componente curricular do ensino fundamental e do ensino médio” (Brasil, 2023).

As normas complementares sobre o ensino de computação foram fruto de um amplo debate e colaboração entre a Sociedade Brasileira de Computação (SBC), o Fórum de Licenciatura em Computação (ForLic) e o Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB). O documento *Diretrizes para o Ensino de Computação na Educação Básica*, elaborado pela SBC, foi norteador para essas normas, propondo a organização dos conhecimentos da área em três eixos: Pensamento Computacional, Cultura Digital e Mundo Digital (Figura 2).

Figura 2 – Organização dos conhecimentos da área de Computação



Fonte: SBC (2019).

O eixo Mundo Digital engloba todos os artefatos digitais, tanto físicos quanto virtuais. Compreender esse eixo é fundamental para entender os processos que acontecem no mundo digital. Para isso, é necessário dominar três pilares: codificação, processamento e distribuição, que representam o ciclo de vida da informação, desde sua criação até sua transmissão.

O eixo Cultura Digital se entrelaça com o eixo Mundo Digital e refere-se ao letramento em tecnologias digitais, permitindo que o indivíduo participe do Mundo Digital. A Cultura Digital também compreende as relações da computação com outras áreas do conhecimento.

O Pensamento Computacional, concebido pelo Construcionismo, constitui o terceiro eixo dos conhecimentos da área de Computação. Segundo a SBC (2019): “O Pensamento Computacional se refere à capacidade de compreender, definir, modelar, comparar, solucionar, automatizar e analisar problemas (e soluções) de forma metódica e sistemática, através da construção de algoritmos”.

Ainda de acordo com a SBC, o Pensamento Computacional é um dos pilares fundamentais do intelecto humano, situando-se no mesmo nível intelectual que leitura, escrita e aritmética. Essa habilidade é necessária para descrever processos simples e complexos, presentes no cotidiano. O conceito de algoritmo está presente em todas as áreas do conhecimento, sendo a ferramenta utilizada na resolução de problemas.

A BNCC (Brasil, 2018) também define o Pensamento Computacional como uma habilidade que “envolve as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos”.

Na concepção da BNCC, foram criadas as tabelas de habilidades com o objetivo de organizar as competências que os estudantes devem desenvolver ao longo de cada etapa de ensino. Cada habilidade está associada a um dos três eixos de conhecimento da Computação e é específica para cada ano escolar. Essas habilidades descrevem capacidades como a resolução de problemas, o uso seguro de tecnologias e o desenvolvimento

de algoritmos. Ao todo, são descritas 148 habilidades, distribuídas entre educação infantil, ensino fundamental 1, ensino fundamental 2 e ensino médio.

Além disso, a BNCC propõe que o ensino da computação ocorra de forma transversal, não se limitando a uma única disciplina. Ao adotar essa abordagem, a BNCC visa desenvolver o Pensamento Computacional, a compreensão do mundo digital e a cultura digital dos alunos, permitindo que esses conhecimentos sejam aplicados em diferentes contextos e disciplinas, como Matemática, Língua Portuguesa, Química, Física, Língua Estrangeira, entre outras.

Nesse contexto, o CIEB, em seu currículo de referência em tecnologia e computação, propõe uma definição abrangente para o Pensamento Computacional:

[...] a habilidade de resolver problemas através do conhecimento e práticas da computação, incluindo sistematização, representação, análise e solução de problemas, também sendo aplicável para descrever, explicar e modelar o universo e seus processos complexos (Raabe; Brackmann; Campos, 2018, p. 19).

Esse currículo de referência, orientado pelas diretrizes da SBC e pela BNCC, também incorpora referências internacionais, como os currículos da Austrália, dos Estados Unidos e do Reino Unido. Composto por 147 habilidades a serem desenvolvidas ao longo da educação infantil e do ensino fundamental, o currículo organiza essas habilidades entre os três eixos que compõem as áreas de conhecimento da Computação: Cultura Digital, Tecnologia Digital e Pensamento Computacional.

Os currículos analisados apresentam, em seu cerne, o Construcionismo como fio condutor, ao colocarem o aluno no centro do processo educacional, como protagonista do seu aprendizado. Nesse sentido, o Pensamento Computacional destaca-se como habilidade essencial para o pleno desenvolvimento do aprendiz. Essa habilidade não se limita ao eixo do conhecimento tecnológico, mas atravessa de forma transversal todo o conhecimento contemplado nos currículos.

Trabalhos relacionados

O Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF) oferece cursos de mestrado e doutorado na modalidade profissional, com foco na preparação para o exercício do magistério e no aumento da qualidade do ensino e da aprendizagem. Dentre suas linhas de pesquisa, destaca-se a linha Inovações Pedagógicas para o Ensino de Ciências e Matemática, que contempla pesquisas que envolvem o ensino de computação.

Em 2024, o programa completou uma década de existência, totalizando a defesa de 127 dissertações de mestrado e 2 teses de doutorado. Esse marco torna oportuna a análise dos trabalhos relacionados ao Construcionismo e ao ensino de computação desenvolvidos no âmbito do programa. Os trabalhos alinhados ao Construcionismo estão organizados no Quadro 1, que também apresenta os recursos educacionais utilizados e os conteúdos desenvolvidos.

Quadro 1 – Trabalhos relacionados ao Construcionismo e ao ensino de computação do PPGECM-UPF

(continua...)

Título	Referência	Recurso educacional	Conteúdo
<i>Pensamento computacional no ensino fundamental: uma abordagem com he-redogramas</i>	Neta (2024)	Pensamento computacional	Genética
<i>Construção de jogos virtuais por alunos: projetos de aprendizagem e tecnologias digitais no ensino da reciclagem</i>	Travesani (2023)	Jogos virtuais	Reciclagem
Atividades experimentais construtivistas no ensino de Biologia	Sena (2023)	Atividades experimentais	Biologia
<i>Estudo das 3 Leis de Isaac Newton: uma sequência de ensino investigativa usando a robótica educacional</i>	Real (2023)	Robótica educacional	3 Leis de Isaac Newton
Uso de programação com o Scratch para a busca de evidências de aprendizagem significativa no ensino de juros simples para o 9º ano	Pereira (2023)	Programação	Juros simples

(conclusão)

O ensino de DNA por meio de uma UEPS mediada por tecnologias digitais e contextualizadas com a biologia forense	Liebmann (2023)	UEPS	Biologia forense
Uso de simuladores virtuais para uma aprendizagem significativa dos níveis tróficos no ensino fundamental	Lenk (2023)	Simuladores	Níveis tróficos
Potencializar o ensino de geometria com o uso do origami modular e o software Poly Pro na construção dos sólidos de Platão	Flôres (2023)	Simuladores	Geometria
Ensino lúdico da citologia para o ensino fundamental anos finais com o suporte da computação desplugada	Barbosa (2023)	Computação desplugada	Citologia
Resolução de problemas matemáticos modelados com funções quadráticas utilizando os pilares do pensamento computacional no ensino médio	Veiga (2023)	Pensamento computacional	Funções quadráticas
Robótica educacional e pensamento computacional como uma metodologia para o ensino de algoritmos e programação	Cardoso (2023)	Robótica educacional	Algoritmos e programação
A robótica educativa como recurso construcionista para o ensino de termologia	Neto (2020)	Robótica educacional	Termologia
Interfaces da robótica educativa na ensinagem de alguns elementos de geometria plana no ensino fundamental	Provin (2020)	Robótica educacional	Geometria plana
<i>Minecraft</i> : um aliado no processo de ensino e aprendizagem da Geometria Espacial	Boito (2018)	Jogo	Geometria espacial
A utilização de WebQuest para o ensino de radioatividade	Vanz (2017)	WebQuest	Radioatividade

Fonte: elaboração dos autores.

O Construcionismo, como proposto por Seymour Papert, defende que o aprendizado é mais efetivo e significativo quando os alunos estão ativamente envolvidos na construção de algo tangível e pessoalmente relevante. A ideia central é que, ao construir algo, os alunos não apenas

aprendem sobre o objeto em si, mas também desenvolvem habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e criatividade. É sob essa ótica que discutiremos os trabalhos listados no Quadro 1 e como eles se alinham de diferentes maneiras com os princípios do Construcionismo.

O trabalho de Vanz (2017) utiliza a WebQuest como uma ferramenta para o ensino de radioatividade. Embora a WebQuest seja uma atividade baseada na pesquisa e na busca de informações na internet, o autor destaca a importância de transformar essa informação em conhecimento, estimulando a autonomia dos estudantes. Essa ênfase na construção do conhecimento a partir da informação coletada se aproxima dos princípios construcionistas, mesmo que a construção não seja necessariamente de um objeto físico.

Boito (2018) investiga o potencial do jogo Minecraft no ensino de geometria espacial. Os alunos constroem e exploram um mundo virtual, o que permite a visualização e a manipulação de objetos tridimensionais. Essa abordagem lúdica e criativa, em que os alunos constroem e exploram seu próprio ambiente de aprendizagem, também se encaixa na perspectiva construcionista.

Outra área alinhada ao Construcionismo é a robótica. O trabalho de Neto (2020) utiliza a robótica educativa como um recurso construcionista para o ensino de termologia. Os alunos constroem um Rover e, através da programação e da experimentação com o dispositivo, aprendem conceitos de física relacionados à termologia.

Em outra abordagem, Real (2023) utiliza a robótica educacional como uma ferramenta para tornar os conceitos das Leis de Newton mais concretos e compreensíveis para os alunos. O enfoque “mão na massa” permite que os alunos construam seu próprio conhecimento de forma ativa e significativa, o que está em consonância com os princípios do Construcionismo.

Provin (2020) também explora as interfaces da robótica educativa no ensino de geometria plana. Os alunos utilizam a programação e a manipulação de protótipos robóticos para aprender conceitos geométricos. Essa abordagem prática e interativa, em que os alunos constroem e pro-

gramam seus próprios robôs, está diretamente alinhada com os princípios do Construcionismo.

A dissertação de Veiga (2023) utiliza a programação de computadores para ensinar funções quadráticas. Os alunos resolvem problemas matemáticos por meio da programação, o que exige a construção de algoritmos e a compreensão das relações entre grandezas variáveis. Essa abordagem, que coloca os alunos como criadores e solucionadores de problemas, alinha-se com os princípios construcionistas propostos por Papert.

A pesquisa de Cardoso (2023) utiliza a robótica educacional para ensinar os pilares do pensamento computacional, em que se destaca o desenvolvimento de algoritmos. Os alunos constroem e programam robôs, o que exige a aplicação de conceitos de lógica e resolução de problemas. Essa abordagem prática, em que os alunos são encorajados a experimentar e criar, também se encaixa na visão construcionista. Nota-se de forma clara que o aprendiz se torna protagonista na construção do seu conhecimento por meio da experimentação. A robótica educacional engloba o conceito de micromundo do Construcionismo e provê as ferramentas necessárias para a experimentação.

Outro recurso educacional embasado no Construcionismo é a computação desplugada, que envolve atividades que não requerem o uso de computadores, estimula a criatividade e o pensamento computacional dos alunos, mesmo sem o acesso direto à tecnologia. Barbosa (2023) explora o uso de atividades lúdicas e da computação desplugada para tornar o ensino de citologia mais envolvente e significativo para os alunos do ensino fundamental.

Ainda na Biologia, os trabalhos de Lenk (2023) e Liebmann (2023) utilizam simuladores para apresentar, respectivamente, os conteúdos de níveis tróficos e DNA. Os simuladores permitem que os alunos explorem e experimentem os ecossistemas de forma interativa, construindo seu próprio conhecimento sobre as relações alimentares entre os seres vivos.

Simuladores também são utilizados no ensino da Matemática, em particular no estudo da geometria. A visualização de estruturas geomé-

tricas pode se tornar desafiadora, dependendo de sua forma e do número de faces. Flôres (2023) utiliza um simulador para facilitar a aprendizagem dos sólidos de Platão. Além disso, a autora utiliza *origami* como uma ferramenta física para ensinar geometria, promovendo, em consequência, o desenvolvimento do Pensamento Computacional, por meio da exploração de algoritmos relacionados às dobraduras do papel.

A dissertação de Sena (2023) relata o uso de atividades experimentais construtivistas no ensino de Biologia, permitindo que os alunos construam seu próprio conhecimento por meio de experimentação, observação e análise de dados. Essas atividades experimentais também incentivam a autonomia dos alunos, que são encorajados a formular hipóteses e testar suas ideias, além de favorecerem o trabalho em equipe e a colaboração.

O trabalho de Neta (2024) explora a Computação Desplugada para ensinar heredogramas, utilizados para analisar a herança genética em famílias. Através de uma atividade baseada no jogo Tetris, os alunos associaram símbolos genéticos para montar os heredogramas, desenvolvendo as habilidades de reconhecimento de padrões e decomposição, pilares do Pensamento Computacional.

Uma abordagem construtivista também é realizada por Pereira (2023). O autor utiliza programação para ensinar juros simples para alunos do 9º ano do ensino fundamental. Ao programar, os alunos criam modelos e simulações interativas que representam o conceito de juros, tornando-o mais concreto e compreensível. A programação exige que os alunos se envolvam ativamente na resolução de problemas, na criação de algoritmos e na correção de falhas.

Travesani (2023) mostra outra abordagem envolvendo programação. O desenvolvimento de jogos eletrônicos abrange programação de computadores e pensamento computacional em um ambiente mais interativo e motivador. A autora propôs que seus alunos desenvolvessem um jogo sobre a temática da reciclagem, com o intuito de sensibilizá-los para questões ambientais.

Os trabalhos analisados, embora utilizem diferentes ferramentas e abordem diferentes conteúdos, compartilham a ênfase na aprendizagem ativa e na construção do conhecimento por parte dos alunos. Eles demonstram como o Construcionismo pode ser aplicado em diferentes contextos educacionais, utilizando tecnologias digitais e outras ferramentas para criar ambientes de aprendizagem ricos e significativos.

Por fim, é importante ressaltar que o Construcionismo não se limita à construção de objetos físicos. A construção de conhecimento também pode ocorrer por meio da criação de projetos digitais, da resolução de problemas complexos e da exploração de ambientes virtuais. O ponto central do Construcionismo é que os alunos estejam ativamente envolvidos em sua própria aprendizagem, construindo e reconstruindo seu conhecimento de forma significativa e pessoalmente relevante.

Considerações finais

Seymour Papert elaborou o Construcionismo sob a ótica visionária do uso de computadores como ferramentas facilitadoras da aprendizagem nos primórdios da computação. A inefetividade da educação tradicional mostrou a Papert que era necessária uma mudança brusca no ensino, com ênfase na aprendizagem e não no instrucionismo. Ele via nos computadores uma ferramenta de empoderamento para crianças explorarem sua criatividade e construir seu conhecimento.

O Construcionismo proposto por Papert defende que o aprendizado é mais efetivo quando os alunos estão ativamente envolvidos na construção de algo tangível e pessoalmente relevante. A ideia central é que, ao construir algo, os alunos não apenas aprendem sobre o objeto em si, mas também desenvolvem habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e criatividade.

O trabalho de Papert influenciou diversas nações a discutirem políticas educacionais que abrangessem o uso dos computadores na educação. No entanto, para que os equipamentos fossem como ferramentas de

aprendizagem, foi necessário um longo período de amadurecimento da educação. Além disso, questões técnicas e financeiras foram e ainda são barreiras limitadoras do uso de tecnologia em sala de aula. É importante ressaltar que, no princípio, as políticas educacionais tinham como objetivo utilizar os computadores como apoio à educação, limitando-os à área administrativa.

Atualmente, é possível observar o legado do movimento construcionista na educação, evidenciado pelas transformações ocorridas dentro das salas de aula, como o uso da tecnologia para aprimorar o ensino e a aprendizagem. Parte desse avanço, contudo, também se deve à revolução tecnológica vivenciada mundialmente nas últimas décadas, acelerada pela pandemia de Covid-19, em um contexto em que a computação tornou-se intrínseca à vida cotidiana.

No contexto brasileiro, o legado do Construcionismo contribuiu para o ensino de computação na educação básica. A BNCC e a PNED foram apresentadas como marcos importantes na regulamentação e na inclusão do ensino de computação no currículo escolar. O Pensamento Computacional, um conceito fundamental no Construcionismo, foi definido e discutido em relação à sua importância no desenvolvimento de habilidades analíticas e de resolução de problemas.

Os trabalhos analisados mostram a versatilidade do Construcionismo, que pode ser aplicado em diferentes contextos educacionais, como a Biologia, Física, Matemática e Química, utilizando tecnologias digitais e outras ferramentas para criar ambientes de aprendizagem ricos e significativos. Destaca-se, nesse sentido, a robótica educacional como aplicação de micro-mundo com ilimitadas vertentes que podem ser exploradas pelo aprendiz.

Em conclusão, o Construcionismo, com sua ênfase na aprendizagem ativa e na construção do conhecimento, oferece uma base sólida para o desenvolvimento do ensino de computação. Ao permitir que os alunos sejam exploradores e solucionadores de problemas, o movimento construcionista promove o desenvolvimento de habilidades essenciais para o século XXI, preparando os jovens para um mundo cada vez mais tecnológico e conec-

tado. A implementação do ensino de computação tem o potencial de transformar a educação, capacitando os alunos a se tornarem protagonistas de sua própria aprendizagem e a construir um futuro inovador e criativo.

Referências

BARBOSA, L. N. *Ensino lúdico da citologia para o ensino fundamental anos finais com o suporte da computação desplugada*. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023.

BOITO, P. *Minecraft: um aliado no processo de ensino e aprendizagem da Geometria Espacial*. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2018. Disponível em: http://docs.upf.br/download/ppgecm/Paula_Boito_Dissertacao.pdf. Acesso em: 22 jun. 2024.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 7 set. 2023.

BRASIL. *Lei nº 14.533, de 11 de janeiro 2023*. Institui a Política Nacional de Educação Digital e altera as Leis nºs 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), 9.448, de 14 de março de 1997, 10.260, de 12 de julho de 2001, e 10.753, de 30 de outubro de 2003. Brasília, DF, 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Lei/L14533.htm#promulgacao. Acesso em: 12 ago. 2024.

BRASIL. *Parecer do Conselho Nacional de Educação (CNE)/Câmara de Educação Básica (CEB) nº 2/2022*. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2022.

CARDOSO, C. C. *Robótica educacional e pensamento computacional como uma metodologia para o ensino de algoritmos e programação*. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023. Disponível em: https://www.upf.br/_uploads/Conteudo/ppgecm/2023/Carlos%20Costa%20Cardoso%20Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 22 jun. 2024.

DEWEY, J. *Experiência e educação*. 3. ed. São Paulo: Cia. Ed. Nacional, 1979.

FLÔRES, J. C. M. *Potencializando o ensino de Geometria com o uso do Origami modular e o Software Poly Pro na construção dos sólidos de Platão*. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023.

HOLBERT, N.; BERLAND, M.; KAFI, Y. B. Introduction: fifty years of Constructionism. In: HOLBERT, N.; BERLAND, M.; KAFI, Y. B. (org.). *Designing Constructionist Futures*. [S. l.]: The MIT Press, 2020. p. 1-16. Disponível em: <https://direct.mit.edu/books/book/4969/chapter/1916859/Introduction-Fifty-Years-of-Constructionism>. Acesso em: 28 maio 2024.

KAFI, Y. B.; RESNICK, M. (org.). *Constructionism in practice: designing, thinking, and learning in a digital world*. New York London: Routledge, Taylor & Francis Group, 2011.

LENK, H. A. *Uso de simuladores virtuais para uma aprendizagem significativa dos níveis tróficos no ensino fundamental*. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023.

LIEBMANN, S. P. *O ensino de DNA por meio de uma UEPS mediada por tecnologias digitais e contextualizadas com a Biologia Forense*. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023.

MIT MEDIA LAB. *Professor Emeritus Seymour Papert, pioneer of constructionist learning, dies at 88* | MIT News | Massachusetts Institute of Technology. 2016. Disponível em: <https://news.mit.edu/2016/seymour-papert-pioneer-of-constructionist-learning-dies-0801>. Acesso em: 8 jun. 2024.

MORAES, M. C. Informática educativa no Brasil: uma história vivida, algumas lições aprendidas. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 19-44, 1997.

NATALICCHIO, R. A. Z. *Como o uso das TIC e da tecnologia 3D (maquete), podem contribuir no processo interdisciplinar do aprendizado, no ensino fundamental, levando-se em conta a BNCC?* 2019. 122 f. Tese (Mestrado em Educação) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/42002>. Acesso em: 10 jun. 2024.

NETA, F. das C. P. N. *Pensamento computacional no ensino fundamental: uma abordagem com heredogramas*. 2024. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2024.

NETO, A. F. *A robótica educativa como recurso construcionista para o ensino de Termologia*. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2020. Disponível em: https://www.upf.br/_uploads/Conteudo/ppgecm/2021/Armando%20Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 22 jun. 2024.

PAPERT, S. *A maior vantagem competitiva é a habilidade de aprender*. Entrevistador: Ana de Fátima Sousa. São Paulo: Abril, 28 fev. 2001. Disponível em: <https://super.abril.com.br/tecnologia/a-maior-vantagem-competitiva-e-a-habilidade-de-aprender>. Acesso em: 5 jun. 2024.

PAPERT, S. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. [S. l.]: Artes Médicas, 1994.

PAPERT, S. *LOGO: computadores e educação*. São Paulo: Editora Brasiliense, 1985.

PAPERT, S. *Mindstorms: children, computers and powerful ideas*. New York: Basic Books, 1980.

PAPERT, S. *The children's machine: rethinking school in the age of the computer*. New York: Basic Books, 1993.

PAPERT, S. *The connected family: bridging the digital generation gap*. Atlanta: Longstreet Press, 1996.

PAPERT, S.; HAREL, I. Situating Constructionism. In: CONSTRUCTIONIST learning. Cambridge, MA: Idit Harel, 1990. Disponível em: <http://www.papert.org/articles/SituatingConstructionism.html>. Acesso em: 22 jun. 2024.

PAPERT, S.; SOLOMON, C. *Twenty things to do with a computer*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 1971.

PEREIRA, O. A. *Uso de programação com o Scratch para a busca de evidências de aprendizagem significativa no ensino de juros simples para o 9º ano*. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023.

PROVIN, S. *Interfaces da robótica educativa na ensinagem de alguns elementos de geometria plana no Ensino Fundamental*. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2020. Disponível em: http://upf.br/_uploads/Conteudo/ppgecm/2020/Sara%20Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 22 jun. 2024.

RAABE, A.; BRACKMANN, C.; CAMPOS, F. *Currículo de referência em tecnologia e computação: da educação infantil ao ensino fundamental*. São Paulo: CIEB, 2018.

REAL, A. F. V. *Estudo das 3 Leis de Isaac Newton: uma sequência de ensino investigativa usando a robótica educacional*. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023.

RESNICK, M. *Jardim de infância para a vida toda: por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos*. Porto Alegre, RS: Penso, 2021.

SBC. *Diretrizes para ensino de Computação na Educação Básica*. 2019. Disponível em: <https://books-sol.sbc.org.br/index.php/sbc/catalog/book/60>. Acesso em: 22 jun. 2024.

SENA, N. R. *Atividades experimentais construtivistas no ensino de Biologia*. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023.

SKINNER, B. F. *Tecnologia do ensino*. [S. l.]: Epu, 2001.

TRAVESANI, C. *Construção de jogos virtuais por alunos: projetos de aprendizagem e tecnologias digitais no ensino da reciclagem*. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023.

VALENTE, J. A.; DE ALMEIDA, F. J. *Visão analítica da informática na educação no Brasil*. [S. l.: s. n.], 1997.

VANZ, L. *A utilização de webquest para o ensino de radioatividade*. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017. Disponível em: http://docs.upf.br/download/ppgecm/Lucas_Dissertacao.pdf. Acesso em: 22 jun. 2024.

VEIGA, J. R. da. *Resolução de problemas matemáticos modelados com funções quadráticas utilizando os pilares do pensamento computacional no ensino médio*. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023. Disponível em: https://www.upf.br/_uploads/Conteudo/ppgecm/2023/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Juliana.pdf. Acesso em: 22 jun. 2024.

WING, J. M. Computational thinking. *Communications of the ACM*, [s. l.], v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.



Sobre os autores

Adriana Bragagnolo – Doutora em Educação pela Universidade de Passo Fundo (UPF), com estágio sanduíche na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Docente do curso de Pedagogia da UPF, vinculada ao Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade (IHCEC) e ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM). E-mail: abragagnolo@upf.br

Adriano Canabarro Teixeira – Doutor em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Docente dos Programas de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) e em Educação (PPGEdu) da Universidade de Passo Fundo (UPF). E-mail: teixeira@upf.br

Adriano Pasqualotti – Doutor em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Pós-doutor em Sociedade, Comunicação e Cultura pela Universidade de Lisboa, Portugal. Docente dos Programas de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) e em Envelhecimento Humano (PPGEH) da Universidade de Passo Fundo (UPF). E-mail: pasqualotti@upf.br

Aline Locatelli – Doutora em Química pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF). E-mail: alinelocatelli@upf.br

Angelita Schmitt – Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF). Mestre em Modelagem Matemática pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ). Professora da rede estadual de ensino de Santa Catarina (SC). E-mail: 199487@upf.br

Carlos Costa Cardoso – Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF). Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela UPF. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), *campus* Açailândia. E-mail: carlos.costa@ifma.edu.br

Cleci Teresinha Werner da Rosa – Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com pós-doutorado pela Universidade de Burgos, Espanha. Professora da área de Física e docente dos Programas de Pós-Graduação em Educação (PPGEdu) e em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF). E-mail: cwerner@upf.br

Cristiano Roberto Buzatto (Organizador) – Doutor em Botânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor da área de Botânica e docente dos Programas de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCiAmb) e em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF). E-mail: cristiano@upf.br

Eduarda Cericato Ferrareze – Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF). Professora da rede privada no município de Passo Fundo/RS. E-mail: eduardacferrareze@gmail.com

Fabiane Carla Camargo Tonial – Mestre em Ensino de Ciências e Matemática do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

(PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF). Professora da rede estadual dos municípios de Estação/RS e Ipiranga do Sul/RS. E-mail: fabianecarlacamargo@gmail.com

Hewerton Enes de Oliveira – Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF). Mestre e bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Professor de Informática no Instituto Federal Catarinense, *campus* Blumenau. E-mail: hewerton.oliveira@ifc.edu.br

Izaías Loureiro Tavares – Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM). Mestre em Educação pela Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Professor de Tecnologias Educacionais e Educação a Distância da Universidade do Estado do Amapá (UEAP). E-mail: izaías.tavares@ueap.edu.br

José Carlos Amorim – Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade de Passo Fundo (UPF). Professor de Matemática do estado de Rondônia (RO). E-mail: joseburitisro@gmail.com

José dos Santos Ferreira – Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM). Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologias pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), *campus* Mossoró. Professor e gestor da rede municipal de educação de Fortaleza/CE. E-mail: 190739@upf.br

Juliano Tonezer da Silva – Doutor em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor da área de Informática e docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) na Universidade de Passo Fundo (UPF). E-mail: tonezer@upf.br

Luana Carla Zanelato do Amaral – Doutora em Educação pela Universidade de Passo Fundo (UPF). Diretora da Escola Estadual de Ensino Médio Antonino Xavier e Oliveira, no município de Passo Fundo/RS. E-mail: luanazamaral@gmail.com

Luciane Daroit – Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF). Mestre em Ensino de Ciências Exatas pela Universidade do Vale do Taquari (Univates). Docente da área de Estatística na UPF. Professora da rede estadual de ensino do estado do Rio Grande do Sul (RS). E-mail: ludaroit@upf.br

Luciane Spanhol Bordignon – Doutora em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Docente colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF). Docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação (PGEDU) da UPF. E-mail: lucianebordignon@upf.br

Luis Duarte Vieira – Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade de Passo Fundo (UPF). Professor de Matemática na Universidade Estadual de Goiás (UEG). E-mail: duarteluis05@gmail.com

Luiz Henrique Ferraz Pereira – Doutor em Educação pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Professor da área de Matemática e docente do Programa de Pós-Graduação em Educação de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF). E-mail: lhpf@upf.br

Luiz Marcelo Darroz – Doutor em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor da área de Física e docente dos Programas de Pós-Graduação em Educação (PPGEdu) e em

Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF). E-mail: ldarroz@upf.br

Marco Antônio Sandini Trentin (Organizador) – Doutor em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor da área de Informática e docente dos Programas de Pós-Graduação em Computação Aplicada (PPGCA) e em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF). E-mail: trentin@upf.br

Nelson Luiz Reyes Marques – Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Franciscana (UFN). Professor titular no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense (IFSul), *campus* Pelotas - Visconde da Graça. Professor colaborador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF). E-mail: nlrmarques@gmail.com

Paola do Prado – Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF). Professora da rede estadual e particular do município de Marau/RS. E-mail: paoladoprado16@gmail.com

Rafael Cardim Pazim – Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade de Passo Fundo (UPF). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense (IFC), *campus* Concórdia. E-mail: rafael.pazim@ifc.edu.br

Salette Konzen – Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF). Professora da rede estadual do município de Mondaí/SC. E-mail: saletekonzen73@gmail.com

Thalita Arthur – Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF). Mestre em Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Docente do Instituto Federal de São Paulo (IFSP). E-mail: thalitaarthur@ifsp.edu.br

Vanussa Gislaïne Dobler de Souza – Mestre em Matemática Pura e Aplicada pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Professora da área de Matemática no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), *campus* Ibirubá. E-mail: vanussa.souza@ibiruba.ifrs.edu.br

Viviane de Moraes Ferreira – Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF). Professora da rede estadual do município de Paraúna/GO. E-mail: vivianemferreira76@gmail.com

