

DE
CT **Debates**
em Educação Científica e Tecnológica

Revista científica da área de Educação/Ensino
ISSN 2236-2150 (Eletrônica)
ISSN 2179-6955 (Impresso)
Volume 16, número 1, 2026
<https://revistas.ifes.edu.br>



EDITORIAL

EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA ENTRE MEDIAÇÕES, INVESTIGAÇÃO E COMPROMISSO FORMATIVO

Em um contexto marcado pela expansão das tecnologias digitais, pelos desafios da formação docente e pela crescente necessidade de promover a alfabetização científica em diferentes níveis de ensino, a educação científica e tecnológica reafirma sua relevância como campo de investigação, formação e intervenção social. Mais do que transmitir conhecimentos, educar em ciências e tecnologia implica favorecer a compreensão crítica da realidade, a participação social e a construção de respostas para problemas contemporâneos.

É nesse horizonte que se insere a presente edição da *Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica*, reunindo estudos que contemplam diferentes níveis e modalidades de ensino, abordagens metodológicas e perspectivas teóricas. Os trabalhos publicados abordam temas relacionados à formação docente, ao ensino de Ciências, Biologia, Química e Matemática, à Educação Profissional e Tecnológica, ao uso de tecnologias digitais, aos espaços não formais de educação e às práticas investigativas, evidenciando a diversidade e a vitalidade do campo.

A edição se inicia com uma reflexão sobre a ação docente a partir do constructo Estado de Agência, fundamentado na Teoria da Ação Mediada. Ao compreender a docência como prática situada e mediada por ferramentas culturais, linguagens e contextos institucionais, o estudo amplia as possibilidades de análise do trabalho do professor e de suas condições concretas de atuação.

No campo do ensino de Matemática, é apresentada uma proposta didático-conceitual para o estudo dos conjuntos numéricos baseada na metáfora de reservatórios infinitos. Ao privilegiar representações dinâmicas, o trabalho oferece alternativas para a compreensão de conceitos frequentemente considerados abstratos pelos estudantes.

As práticas epistêmicas e a modelagem científica constituem tema central em estudo voltado ao ensino de Biologia, que analisa produções acadêmicas da área e evidencia a necessidade de aprofundamento teórico e pedagógico na utilização de modelos como instrumentos de investigação, explicação e construção do conhecimento científico.

A formação de professores também é abordada a partir da relação entre patrimônio científico

musealizado e identidade docente. Os resultados destacam o potencial formativo dos museus de ciência e de outros espaços educativos na articulação entre conhecimentos científicos, históricos, culturais e pedagógicos.

A Educação Profissional e Tecnológica está representada por uma discussão sobre a pesquisa como princípio pedagógico no Ensino Médio Integrado. O trabalho reafirma a investigação como elemento estruturante da formação integral, ao promover a articulação entre trabalho, ciência, cultura e tecnologia e favorecer o desenvolvimento da autonomia intelectual dos estudantes.

As contribuições relacionadas às tecnologias digitais evidenciam o potencial de recursos educacionais inovadores quando articulados a objetivos pedagógicos consistentes. Nesse sentido, destaca-se a validação de um aplicativo móvel voltado ao ensino de Paleontologia, cuja utilização demonstrou resultados promissores para a aprendizagem e o engajamento discente.

A alfabetização científica das crianças é discutida por meio da análise de atividades experimentais desenvolvidas nos anos iniciais do Ensino Fundamental. O estudo evidencia como experiências investigativas podem estimular a observação, a formulação de explicações, a criatividade e o protagonismo dos estudantes desde os primeiros anos de escolarização.

Por sua vez, a articulação entre educação ambiental e alfabetização científica é explorada em proposta didática voltada ao estudo dos microplásticos em ambientes costeiros. Ao integrar atividades teóricas, experimentais e de campo, o trabalho oferece subsídios para o tratamento contextualizado de questões socioambientais contemporâneas no ensino de Ciências.

Considerados em conjunto, os textos desta edição evidenciam três movimentos que atravessam a educação científica e tecnológica contemporânea. O primeiro é o reconhecimento da mediação como dimensão constitutiva dos processos de ensino e aprendizagem, seja por meio de ferramentas culturais, recursos digitais, modelos, materiais didáticos ou espaços educativos. O segundo é a valorização da investigação como princípio epistemológico e pedagógico, presente tanto na produção do conhecimento científico quanto nas práticas formativas. O terceiro é o compromisso com uma formação integral e crítica, capaz de articular conhecimentos científicos, tecnológicos, culturais, ambientais e sociais.

Ao reunir pesquisas empíricas, ensaios teóricos e propostas didático-pedagógicas, esta edição

reafirma o papel da *Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica* como espaço de circulação e diálogo entre diferentes perspectivas da educação científica e tecnológica. Os trabalhos publicados além de apresentarem resultados de pesquisa, convidam pesquisadores, professores e formadores a refletirem sobre os desafios e as possibilidades da prática educativa em contextos contemporâneos.

Desejamos que esta edição inspire novas leituras, investigações e experiências pedagógicas, fortalecendo o diálogo entre universidade, escola, Educação Profissional e Tecnológica, espaços educativos e sociedade. Que os debates aqui apresentados contribuam para a construção de uma educação científica e tecnológica comprometida com o rigor acadêmico, a formação humana e a transformação social.

Ma. Hermelinda Peixoto Pereira Martins

*Bibliotecária do Ifes Campus Vila Velha, Mestra em Educação, Profissional e Tecnológica.
Doutoranda Profissional em Educação em Ciências e Matemática do Ifes.*

Ma. Camila Rodrigues Quaresma Martins

*Bibliotecária do Ifes Campus Vila Velha, Mestra em Educação e Tecnologia.
Doutoranda Profissional em Educação em Ciências e Matemática do Ifes.*

SUMÁRIO

ARTIGOS ORIGINAIS

CARACTERIZAÇÃO DE MICROPLÁSTICO EM PRAIAS ARENOSAS: BASES PARA ELABORAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA 8

Karoline Campi, Lavinia Teodoro dos Reis, Nayra Bento Côgo, Phillipe Mota Machado

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA PARA CRIANÇAS: BRINCANDO E APRENDENDO CIÊNCIAS 29

Júlia Braga Lube, Bruna Rodrigues Félix Duarte, Medlyn Matos Ambrosio, Roberta Chechetto Salles, Tatyana Rodrigues Barcelos

VALIDAÇÃO DE UM APLICATIVO EDUCACIONAL COMO RECURSO PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE PALEONTOLOGIA NO ENSINO MÉDIO 52

Welesson Portela de Aguiar, Diva Maria Borges-Nojosa

RESERVATÓRIOS NUMÉRICOS INFINITOS: UMA NOVA FORMA PARA APRESENTAÇÃO DOS CONJUNTOS NUMÉRICOS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM 77

Adriano Posse Senhorelo

ESTADO DE AGÊNCIA: UMA ABORDAGEM PARA ANÁLISE DA AÇÃO DOCENTE BASEADA NA TEORIA DA AÇÃO MEDIADA 95

Fernando Accorsi, Marinez Meneghello Passos, Sergio de Mello Arruda

A CONSTRUÇÃO DA IDENTIDADE DO PROFESSOR DE QUÍMICA A PARTIR DO PATRIMÔNIO CIENTÍFICO MUSEALIZADO 110

Laura Darif Turra, Luciane Jatobá Palmieri, Camila Silveira da Silva, Marcelo Valério

A PESQUISA COMO PRINCÍPIO PEDAGÓGICO NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA: UM ELEMENTO DE EMANCIPAÇÃO PARA O ENSINO MÉDIO INTEGRADO 136

Hermelinda Peixoto Pereira Martins, Edson Maciel Peixoto

ARTIGOS DE REVISÃO DE LITERATURA

MODELAGEM NO ENSINO DE BIOLOGIA: O QUE REVELAM OS ANAIS DO ENEBIO? 153

Jéssica Guerreiro Valuthky, João Amadeus Pereira Alves, Adriano Lopes Romero

CARACTERIZAÇÃO DE MICROPLÁSTICO EM PRAIAS ARENOSAS: BASES PARA ELABORAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA

Karoline Campi¹

Lavinia Teodoro dos Reis²

Nayra Bento Côgo³

Phillipe Mota Machado⁴

RESUMO

As praias sofrem com o descarte inadequado de resíduos plásticos, que se fragmentam em microplástico e acabam entrando na cadeia alimentar, alcançando inclusive os seres humanos. A educação ambiental, aliada à alfabetização científica, é fundamental para sensibilizar sobre esses impactos. Este trabalho propõe uma Sequência Didática Investigativa (SDI) para trabalhar o tema no 7º ano do ensino fundamental, alinhada ao currículo do Espírito Santo e à Base Nacional Comum Curricular e discute a educação ambiental a partir da alfabetização científica na educação básica. O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa de natureza descritiva. Os procedimentos metodológicos envolveram a análise de currículos e diretrizes educacionais, bem como a seleção de metodologias investigativas e indicadores da alfabetização científica. A SDI foi estruturada nas etapas de introdução, investigação, análise dos resultados, conclusões e proposição de ações, correspondentes às fases de um trabalho científico. Ao todo, onze planos de aula foram desenvolvidos, cada um contemplando duas aulas de 50 minutos. Com recursos didáticos específicos, foram elaboradas três apresentações de slides para aulas teóricas, três roteiros para atividades experimentais em laboratório, um roteiro para aula de campo, um modelo de planilha eletrônica e um modelo de resumo científico. A SDI apresenta um conjunto articulado de atividades teóricas e práticas que incentivam o protagonismo do estudante, pensamento crítico e a compreensão dos impactos ambientais oriundos da poluição por microplástico. O material didático desenvolvido pode ser um recurso formativo aos professores que desejam incorporar a educação ambiental e a alfabetização científica em suas práticas pedagógicas, portanto, sua divulgação e disponibilização é fundamental.

PALAVRAS-CHAVE: Ciências. Educação ambiental. Material didático.

¹ Universidade Federal do Espírito Santo. E-mail: karolinecampi@gmail.com.  <https://orcid.org/0009-0008-6282-4677>

² Universidade Federal do Espírito Santo. E-mail: lavinia.tdreis@gmail.com.  <https://orcid.org/0009-0009-6095-4758>

³ Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. E-mail: nayracogo@gmail.com.  <https://orcid.org/0009-0005-2180-2218>

⁴ Universidade Federal do Espírito Santo. E-mail: phillipe.machado@ufes.br.  <https://orcid.org/0000-0002-5500-5867>

CHARACTERIZATION OF MICROPLASTICS ON SANDY BEACHES: FOUNDATIONS FOR THE DEVELOPMENT OF AN INVESTIGATIVE TEACHING SEQUENCE

ABSTRACT

Beaches are affected by the improper disposal of plastic waste, which fragments into microplastics and eventually enters the food chain, reaching human beings as well. Environmental education, combined with scientific literacy, is essential to raise awareness of these impacts. This study proposes an investigative didactic sequence (IDS) to address this topic in the 7th grade of lower secondary education, aligned with the Espírito Santo state curriculum and the National Common Curricular Base, and discusses environmental education from the perspective of scientific literacy in basic education. The IDS was structured into the following stages: introduction, investigation, analysis of results, conclusions, and action planning, corresponding to the phases of scientific investigation. Scientific literacy indicators were considered in its development. In total, eleven lesson plans were designed, each comprising two 50-minute classes. Specific teaching resources were produced, including three slide presentations for theoretical lessons, three laboratory guides for experimental activities, one field class guide, a spreadsheet template, and a scientific abstract template. The IDS presents an integrated set of theoretical and practical activities that foster student protagonism, critical thinking, and an understanding of the environmental impacts resulting from microplastic pollution. The developed teaching material may serve as a valuable resource for teachers who wish to incorporate environmental education and scientific literacy into their pedagogical practices; therefore, its dissemination and availability are essential.

KEYWORDS: Sciences. Environmental education. Teaching materials.

1. INTRODUÇÃO

As praias arenosas são ecossistemas que enfrentam diversos impactos provenientes de atividades humanas, sendo um deles o descarte inadequado do lixo gerado pela má gestão de resíduos sólidos, facilmente observados por quem frequenta o ambiente (Caminada, 2021; De Araújo *et al.*, 2006). O plástico se destaca como um dos principais componentes, gerando desafios ambientais e socioeconômicos significativos (Silva; Capanema, 2019). Um aspecto específico dessa problemática refere-se ao microplástico (MP), definido pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) como partícula de polímero orgânico sintético com dimensão inferior a cinco mm (Arthur; Baker; Bamford, 2009).

Impactos negativos gerados pela ingestão de MP sobre a sobrevivência, o crescimento (Ziajahromi *et al.*, 2018) e a reprodução (Lei *et al.*, 2018) de invertebrados já foram relatados. Em experimentos com mexilhões e caranguejos, foi possível observar a transferência de MP entre diferentes níveis tróficos à medida que predadores consomem presas contaminadas (Farrell; Nelson,

2013). A partir dessa transferência trófica, o MP pode chegar à dieta humana através de diversas fontes, incluindo o consumo de alimentos contaminados pelo ambiente, ou por suas embalagens plásticas (Kedzierski *et al.*, 2020; Liu *et al.*, 2022; Ponce *et al.*, 2023), podendo bioacumular nos tecidos corporais ao longo do tempo e desencadear efeitos prejudiciais à saúde humana (Galloway, 2015).

Na busca da sensibilização da população sobre a gravidade desse problema, a educação ambiental (EA) se apresenta como ferramenta essencial. A Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), define a EA como um processo de construção de valores sociais, conhecimentos, habilidades e competências para a conservação do meio ambiente (Brasil, 1999), possibilitando o desenvolvimento de uma compreensão crítica das interações ecológicas, sociais e econômicas. Ademais, os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1997) ressaltam a importância da interdisciplinaridade para temas transversais como o Meio Ambiente, visando capacitar o estudante a se perceber como parte integrante e agente transformador do ambiente.

Apesar da relevância da educação ambiental nos documentos educacionais brasileiros, o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) de 2022 demonstrou que o desempenho médio brasileiro em Ciências está abaixo da média internacional (Brasil, 2023b). Apenas 45% dos estudantes brasileiros alcançaram o Nível 2 ou superior, indicando dificuldades em reconhecer explicações científicas básicas ou validar conclusões a partir de dados. Adicionalmente, somente 1% atingiu os níveis mais avançados (5 ou 6) (Brasil, 2023a). Esses resultados evidenciam uma preocupante lacuna na formação científica dos estudantes, fundamental para o desenvolvimento do pensamento crítico e para a preparação frente aos desafios contemporâneos. Sendo assim, a presença de MP no ambiente configura-se como uma temática transversal de diversas áreas do conhecimento. Consequentemente, pode servir como importante questão norteadora para a EA, promovendo o desenvolvimento da alfabetização científica (AC) no ensino básico.

Além disso, destaca-se a necessidade de uma formação docente capaz de preparar professores para trabalhar essas temáticas ambientais emergentes. Como defendem Pimenta (1997), Nóvoa (2009) e Tardif (2014), a profissionalidade docente se constrói na articulação entre teoria e prática, exigindo que o professor mobilize saberes científicos, pedagógicos e experienciais para abordar problemas contemporâneos de forma crítica. Assim, a escolha de temas como a

problematização do MP não é apenas relevante para os estudantes, mas também funciona como oportunidade formativa para os docentes.

A elaboração de uma Sequência Didática Investigativa (SDI) é uma estratégia eficaz para estruturar aulas que promovam a alfabetização científica. Araújo (2013) define sequência didática como instrumentos que organizam o planejamento pedagógico, articulando temas e procedimentos didáticos para garantir uma construção lógica e progressiva do conhecimento. Sequências bem estruturadas também atuam como instrumentos de apoio ao planejamento docente. Libâneo (1994, p. 221) destaca que “o planejamento é um meio para programar as ações docentes, mas também um momento de pesquisa e reflexão [...]”, e a disponibilização de materiais organizados, com objetivos claros e metodologias investigativas, pode contribuir para que os professores integrem temas ambientais contemporâneos em suas aulas com maior segurança e fundamentação.

Nesse contexto, a criação de uma SDI sobre a análise de MP para o ensino fundamental é primordial, não apenas para aprimorar o processo de ensino-aprendizagem de conceitos científicos, mas também para abordar o impacto crescente da má gestão desses resíduos. Adicionalmente, a extração de questões norteadoras do processo de ensino-aprendizagem a partir da realidade do estudante, conforme Vygotsky (1991), pode criar condições favoráveis para a construção do conhecimento científico, tornando o processo mais significativo ao dialogar com os valores do aluno. Este estudo desenvolveu uma sequência didática investigativa focada na problemática do microplástico, e discute a educação ambiental por meio da alfabetização científica na educação básica para promover a sensibilização sobre os impactos antrópicos no ambiente praial.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Sasseron e Carvalho (2008), ao analisarem a literatura estrangeira, identificaram variações na tradução do termo Letramento Científico, original em inglês “*Scientific Literacy*”, destacando que alguns autores optam pela tradução “Alfabetização Científica”. Neste trabalho, será adotado este termo, alinhando-se à perspectiva de Sasseron e Carvalho (2008), que destacam sua ampla aplicabilidade, em diálogo com a concepção de alfabetização de Paulo Freire (2011), que a define como um processo que transcende o mero domínio das técnicas de leitura e escrita, promovendo uma autoformação que capacita o indivíduo a adotar uma postura ativa e transformadora em relação ao seu contexto.

Ainda sobre a concepção da AC proposta por Sasseron e Carvalho (2008), o desenvolvimento dessa alfabetização pode ser identificado por meio de indicadores observáveis nas interações em sala de aula. Tais indicadores correspondem a habilidades associadas ao fazer científico e funcionam como possíveis evidências do engajamento dos estudantes em práticas científicas. Assim, ao utilizar esses indicadores como categorias analíticas para acompanhamento do processo de ensino-aprendizagem, busca-se compreender como os estudantes reagem e atuam diante de problemas discutidos coletivamente. Desse modo, os indicadores não apenas orientam a observação e a análise das aulas, mas também fundamentam a interpretação de que o processo de AC está, de fato, sendo mobilizado e desenvolvido no contexto investigado.

Adicionalmente, a obtenção de questões norteadoras do processo de ensino-aprendizagem a partir da realidade do estudante pode criar condições favoráveis para a construção do conhecimento científico, uma vez que seu cotidiano constitui fonte de temas e problemáticas que dialogam com seus valores (Vygotsky, 1991), tornando o processo mais significativo. Nessa perspectiva, Bachelard (2008) propõe uma reflexão sobre o fazer científico ao enfatizar a consciência do erro como elemento positivo e necessário à construção do conhecimento, e não como algo negativo. Assim, ao alinhar-se no entendimento de que o conhecimento se constrói como resposta a uma dúvida prévia, promover uma visão crítica e holística do ambiente possibilita o diálogo entre diferentes opiniões e visões, criando espaços seguros para o erro, a reflexão e a aprendizagem.

Para Chassot (2018), a realização de tais ações é facilitada quando o cidadão possui um conjunto de conhecimentos que possibilitam uma leitura do mundo onde vivem, sendo o desenvolvimento desses conhecimentos o papel central da AC. Segundo Krasilchik (2019), os níveis da AC são classificados em quatro estágios distintos: (1) nominal, onde o estudante reconhece os termos científicos, mas não compreende seu significado; (2) funcional, onde é capaz de definir os termos corretamente, porém sem aprofundamento; (3) estrutural, no qual o estudante explica conceitos com base em suas experiências; e (4) multidimensional, quando o conhecimento é aplicado para resolver problemas reais.

Visando promover o desenvolvimento contínuo da EA e da AC, sequências didáticas podem contribuir com o desenvolvimento das habilidades dos estudantes. Araújo (2013) define a sequência didática como um instrumento que permite ao professor organizar a sequência de suas aulas, considerando tanto os temas abordados quanto os procedimentos didáticos aplicados. Dessa forma,

ela possibilita um planejamento pedagógico mais intencional e articulado, garantindo que os conteúdos sejam trabalhados de forma lógica e progressiva, favorecendo a construção do conhecimento pelos estudantes. A aplicação de uma sequência didática pode contribuir para o desenvolvimento da AC, uma vez que utiliza abordagens contextualizadas e interdisciplinares que favorecem o desenvolvimento da argumentação científica, possibilitando aos estudantes ampliar suas habilidades argumentativas e assumir uma participação mais ativa no processo de aprendizagem (Foletto; Barcellos; Côgo, 2022).

A AC, ao estimular a formulação de perguntas, objetivos, hipóteses e explicações, em uma proposta didática investigativa, promove a construção do conhecimento de forma crítica e aproxima os estudantes dos conceitos científicos e dos processos envolvidos na produção da Ciência (Santana; Mota, 2022). Segundo Piaget (2011), por volta dos 12 anos, média de idade dos estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental, o ser humano entra no seu último estágio do desenvolvimento infantil, denominado de operatório formal, fase em que o indivíduo começa a realizar raciocínios hipotético-dedutivos. Sendo assim, a elaboração da SDI sobre a análise de MPs para o ensino fundamental à luz da AC e da EA se faz possível e necessária, especialmente diante da necessidade de inserir no processo de ensino-aprendizagem conceitos científicos relacionados ao crescente impacto do uso desses materiais e a posterior poluição causada pela má gestão dos resíduos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa e de natureza descritiva (Gil, 2021; Merriam; Tisdell, 2026). Os procedimentos metodológicos envolveram a análise de currículos e diretrizes educacionais brasileiras (Brasil, 2018; Espírito Santo, 2020a), bem como a seleção de metodologias investigativas (Cotta, 2023) e indicadores da AC (Sasseron; Carvalho, 2008).

A metodologia para coleta de dados de determinação de microplásticos nas aulas práticas foi fundamentada em procedimentos previamente estabelecidos na literatura (Bessa *et al.*, 2019; Noonan *et al.*, 2023; OSPAR, 2024), e adaptada para a linguagem da educação básica. Além disso, os protocolos utilizados já haviam sido previamente testados pelos autores durante o desenvolvimento de uma pesquisa voltada à investigação de MP em ambientes praias, o que contribuiu para a adequação e viabilidade das atividades práticas elaboradas.

3.1 PÚBLICO-ALVO

A SDI, uma ferramenta pensada para uso pelos professores, é destinada para aplicação a estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental. Conforme o currículo do Espírito Santo de Ciências da Natureza e Matemática (2020), espera-se que nesta etapa, os estudantes identifiquem materiais sintéticos, compreendam seus impactos, realizem práticas laboratoriais simples e discutam resultados (Espírito Santo, 2020a). O estudo do MP no ambiente praial aborda as transformações tecnológicas, econômicas e ambientais relacionadas à produção e descarte inadequado desses materiais, além dos impactos à saúde e ao meio ambiente. Assim, a sequência visa contribuir para o desenvolvimento das competências previstas no currículo, estimulando reflexões críticas e responsáveis sobre sustentabilidade e preservação ambiental (Espírito Santo, 2020a).

3.2 SELEÇÃO DOS CONTEÚDOS

A seleção de conteúdos, unidades temáticas, habilidades e competências relacionadas ao MP e as praias arenosas na educação básica (Tabela 1) foi realizada visando perpassar pelos objetos de conhecimento propostos pelo currículo do Espírito Santo para os anos finais do Ensino Fundamental, nas áreas de Ciências da Natureza e Matemática (Espírito Santo, 2020a) e pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), na área de Ciências, dos anos finais do Ensino Fundamental (Brasil, 2018). Também foi incluída a etapa que envolve a escrita científica, abrangendo o currículo da Área de Linguagens de Língua Portuguesa (Espírito Santo, 2020b).

Tabela 1 – Conteúdos de sequência didática investigativa sobre microplástico e seus respectivos objetos de conhecimento, unidade temática e competências em relação ao currículo do estado do Espírito Santo para os anos finais da Educação Básica, na área de Ciências Naturais e Matemática

Conteúdo	Objeto de Conhecimento	Unidade Temática	Habilidades	Competências
Ecosistemas costeiros	Ecosistemas brasileiros	Vida e evolução	EF07CI07, EF07CI08, EF15AR05-01/ES	CG01, CG09, CE01, CE03, CE08
Microplástico	Materiais sintéticos	Matéria e Energia	EF06CI04/ES	CG01, CG09, CE01, CE02, CE08
Resíduos sólidos	Reciclagem	Matéria e Energia	EF03CI09/ES, EF06CI04/ES, EF06MA33/ES, EF07CI07	CG01, CE01, CE02, CE03, CE08

Separação de misturas heterogêneas	Separação de materiais	Matéria e Energia	EF05CI01/ES, EF06CI03/ES	CG01, CG09, CE01, CE03, CE08
Instrumentos ópticos	Instrumentos óticos	Terra e universo	EF02CI02/ES, EF05CI01/ES, EF06MA33/ES	CG01, CG09, CE01, CE03, CE08
Montagem de planilha eletrônica com dados	Coleta de dados, organização e registro	Probabilidade e estatística	EF02CI02/ES, EF05CI01/ES, EF06MA33/ES,	CG01, CE01, CE02, CE06 CE08
Média aritmética	Estatística: média e amplitude de um conjunto de dados	Probabilidade e estatística	EF07MA35	CG01, CE01, CE02, CE06 CE08
Escrita e apresentação de informações científicas	Consideração das condições de produção de textos de divulgação científica	Produção de textos	EF07CI08 EF69LP35	CG01, CE01, CE02, CE06, CE08, LPEF03, LPEF06

Fonte: Elaboração própria (2025).

3.3 ELABORAÇÃO DAS ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA

A sequência didática foi estruturada em cinco etapas: (1) “Introdução aos Microplásticos nas Praias”, (2) “Investigação na prática”, (3) “O que os resultados nos revelam”, (4) “O que podemos concluir?” e (5) “E agora, o que podemos fazer?”. Essa estrutura foi elaborada para contemplar as cinco fases essenciais para a execução de um trabalho científico: Introdução, Metodologia, Resultados, Discussão e Conclusão (Baptista; Campos, 2017).

A SDI também foi orientada pelos dez indicadores de alfabetização científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008), visando o desenvolvimento das competências dos estudantes. Além disso, foram propostos códigos (Tabela 2) para facilitar a identificação desses indicadores ao longo da leitura deste trabalho.

Tabela 2 – Códigos propostos para os indicadores da alfabetização científica (AC) e suas respectivas competências, baseado em Sasseron e Carvalho (2008)

Código	Indicador da AC	Competências a serem desenvolvidas
ISI	Seriação de informações	Estabelecer um conjunto de informações base para realização de uma ação
IOI	Organização de Informações	Organizar informações novas ou já estabelecidas anteriormente

ICI	Classificação de Informações	Ordenar de forma a estabelecer relações entre um conjunto de informações
IRL	Raciocínio Lógico	Estruturar e apresentar informações
IRP	Raciocínio Proporcional	Compreender e apresentar a interdependência de variáveis
ILH	Levantamento de Hipótese	Questionar quais seriam os resultados acerca de um experimento
ITH	Teste de Hipótese	Realizar ações para verificar se a hipótese formulada está correta
IJT	Justificativa	Apresentar fatos que sustentam a veracidade de afirmação
IPV	Previsão	Afirmar um fenômeno que sucede associado a uma ação
IEP	Explicação	Relacionar informações com uma hipótese já levantada

Fonte: Elaboração própria (2025).

A sequência foi desenvolvida para facilitar sua compreensão e aplicação por parte dos professores, para que possam desenvolver práticas investigativas alinhadas às orientações curriculares e à AC. Para tal, foram elaborados planos de aula, *slides* para aulas teóricas e roteiros para atividades práticas, visando fornecer recursos didáticos adequados. Os *slides* foram criados utilizando o Canva®, um *software* de design gráfico *online*, enquanto os planos de aula e roteiros de atividades práticas foram desenvolvidos no *Google Docs*, e as planilhas *online* no *Google Sheets*.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo, foram desenvolvidas 11 aulas (Tabela 3) com seus respectivos planos, cada um contemplando duas aulas de 50 minutos, totalizando 1100 minutos de aulas e atividades propostas. Para a aplicação das dinâmicas, também foram elaboradas três apresentações de *slides* para aulas teóricas, três roteiros para aulas experimentais em laboratório, um roteiro para aula de campo, um modelo de planilha eletrônica e um modelo de resumo científico.

Tabela 3 – Estrutura das etapas e aulas da sequência didática investigativa “Caracterização de Microplástico em Praias Arenosas” e os indicadores da alfabetização científica a serem trabalhados (ISI = Seriação de Informações, IOI = Organização de Informações, ICI = Classificação de Informações, IRL = Raciocínio Lógico, IRP = Raciocínio Proporcional, ILH = Levantamento de Hipótese, ITH = Teste de Hipótese, IJT = Justificativa, IPV = Previsão, IEP = Explicação).

Aula	Conteúdo	Objetivo	Recurso Didático	Avaliação	Habilidade e Competência	Indicador da AC
Etapla 1 - Introdução aos Microplásticos nas Praias						
I	Ecosistemas costeiros e impactos antrópicos	Compreender os ecossistemas costeiros, suas características e impactos antrópicos	Projetor, computador, slides	Produção artística individual Cooperação e participação na aula	EF07CI07, EF07CI08, EF15AR05-01/ES, CG01, CG09, CE01, CE03, CE08	ISI
II	Origem e tipos de MP e seus impactos ambientais	Compreender qual é a origem, entender as fontes e identificar os principais tipos de MP	Quadro, pincel, projetor, computador, slides, papel, lápis, borracha	Mapa conceitual Cooperação e participação na aula	EF06CI04/ES, CG01, CG09, CE01, CE02, CE08	ISI IOI ICI
III	Composição do MP e seus usos	Identificar as principais composições, onde são usados e compreender os impactos socioambientais do MP	Projetor, papel, lápis, borracha, computador e slides, livro didático, internet	Sala de aula invertida Cooperação e participação na aula	EF06CI04/ES, CG01, CG09, CE01, CE02, CE08	ISI IRL
IV	Boas Práticas em Laboratório (BPL) Vidrarias e equipamentos do Laboratório de Ciências Formas de coleta de dados em praias arenosas	Definir o que são as BPL, recordar as principais vidrarias e equipamentos do laboratório de Ciências, compreender como será a aula de campo	Roteiro da aula no laboratório, laboratório de Ciências, roteiro da aula de campo	Cooperação e participação na aula	EF02CI03/ES, EF05CI01/ES, CG01, CE01, CE02, CE04, CE08	ISI

Etapa 2 - Investigação na Prática

V	Ecossistemas costeiros, reciclagem, formas de coletar sedimentos em praias arenosas	Compreender como são feitas as coletas de sedimento em praias arenosas, entender quais são as principais características de uma praia que precisam ser observadas para descrever as condições de um campo de coleta	Roteiro de aula de campo, prancheta, lápis, borracha, recipiente de vidro com tampa, ambiente da praia	Entrega dos dados escritos e das amostras coletadas	EF03CI09/ES,	IRP
					EF06CI04/ES, EF06MA33/ES, EF07CI07, CG01, CE01, CE02, CE03, CE08	ILH
VI	Separação de misturas heterogêneas por decantação, propriedades físicas dos materiais, divisão matemática	Realizar experimento de separação de misturas heterogêneas por decantação, e entender a conta de divisão para cálculo de densidade	Roteiro de aula prática de laboratório, sedimento arenoso, NaCl, H ₂ O, bastão de vidro, espátula de metal, proveta, béquer, balança, Erlenmeyer, pinça de metal, placa de petri, papel filtro, funil, laboratório de Ciências	Cooperação na execução do experimento	EF05CI01/ES,	IRP
					EF06CI03/ES, CG01, CG09, CE01, CE03, CE08	ITH
VII	MP, poluição por MP em praias arenosas e instrumentos ópticos	Realizar a triagem de MP, buscando entender por meio de visualização prática como essas partículas são em questão de formas e cores, compreender para que serve uma lupa e como manusear corretamente	Roteiro da aula, placas de petri com os filtros das amostras, lupa, caderno de anotações, lápis, borracha, laboratório de Ciências	Cooperação na execução do experimento	EF02CI02/ES,	IRP
					EF05CI01/ES, EF06MA33/ES	ITH
					CG01, CG09, CE01, CE03, CE08.	IPV

Etapa 3 - Resultados e o que nos revelam

VIII	Organização de dados em planilha eletrônica, impactos socioambientais	Compreender como ocorre a organização de dados em planilhas eletrônicas e, a partir deles, gerar gráficos de colunas para representar os resultados obtidos da caracterização dos MP	Tabela de anotações, computador, modelo de planilha <i>online</i> , laboratório de Informática	Cooperação na execução da análise dos dados	EF02CI02/ES, EF05CI01/ES, EF06MA33/ES, EF07MA35, CE01, CE02, CE06, CE08	IRP IJT
IX	Escrita científica, impactos socioambientais, ecossistemas costeiros, materiais sintéticos	Compreender como se dá a construção de um texto científico	Computador, laboratório de informática	Cooperação na escrita do Resumo da Turma	EF07CI08, EF69LP35, CG01, CE01, CE02, CE06, CE08, LPEF03, LPEF06	IRP IEP

Etapa 4 - O que podemos concluir?

X	Escrita científica, impactos socioambientais, ecossistemas costeiros, materiais sintéticos	Relembrar como se dá a construção de um texto científico; produzir um material para ser compartilhado com a escola sobre os dados obtidos pela turma, e compreender a importância da divulgação científica para a sensibilização da comunidade quanto aos problemas ambientais locais	Computador, projetor, cartolina, lápis, borracha, canetas coloridas	Cooperação na escrita do Artigo da Turma	EF07CI08, EF06MA33/ES, EF15LP05, CG01, CE01, CE02, CE06, CE08, LPEF03, LPEF06	IRP IEP
---	--	---	---	--	---	------------

Etapa 5 - E agora, o que podemos fazer?

XI	Ecossistemas costeiros, fenômenos naturais e impactos socioambientais	Entender a importância de preservar o meio ambiente e que os humanos fazem parte dele, e refletir sobre quais mudanças de hábitos podem ser feitas para minimizar os impactos ambientais	Computador, projetor, papel, pincel, quadro	Cooperação e participação na aula	EF07CI08, CG01, CE01, CE02, CE06, CE08, LPEF03	IRP IEP
----	---	--	---	-----------------------------------	--	------------

Fonte: Campi (2025).

Todos os materiais didáticos elaborados neste trabalho estão disponíveis em uma pasta digital de acesso aberto pelo *QR Code* (Figura 1).

Figura 1 – QR code de acesso à pasta do *Google Drive* contendo os materiais didáticos referente a Sequência Didática Investigativa: Caracterização de Microplástico em Praias Arenosas.



Fonte: Elaboração própria (2025). Disponível em:
https://drive.google.com/drive/u/3/folders/1dVRXWm8M16UDr654IEnCcOIEHjO_DRgy

Algumas medidas já estão sendo tomadas visando a reduzir o consumo de determinados tipos de plásticos, como os descartáveis, que já representam mais de 25% das embalagens coletadas por serviços de limpeza (ABREMA, 2023). Tais ações se dão por parte dos órgãos governamentais, como a Lei nº 10.942, de 04 de dezembro de 2018, que proíbe os estabelecimentos comerciais, no âmbito do estado do Espírito Santo, de comercializar e de fornecer aos seus clientes canudos descartáveis de material plástico e/ou similares (Espírito Santo, 2018).

Outra forma de abordagem para minimizar esse problema é a sensibilização das novas gerações, que irão indicar ao mercado e a indústria suas demandas de consumo. Logo, se faz necessário que desde criança, as pessoas tenham contato com uma EA que as levem a refletir sobre suas ações como sociedade. Parafraseando Lima (1999) “Não entendemos a educação como uma panaceia capaz de solucionar todos os problemas sociais, mas também consideramos não ser possível pensar e exercitar a mudança social sem integrar a dimensão educacional”.

Nesse sentido, a promoção de uma EA, no contexto da educação básica depende, em certa medida, da atuação docente. Como afirmam Pimenta (1997) e Tardif (2014), os saberes docentes são construídos na relação entre experiência, conhecimento específico e saberes pedagógicos, sendo necessário que o professor compreenda o ensino como prática social, investigativa e reflexiva. A utilização de SDI no ensino de Ciências e Biologia tem se mostrado uma estratégia pedagógica eficaz em diversos contextos educacionais, pois possibilita a organização progressiva dos conteúdos, a articulação entre teoria e prática e o uso de metodologias ativas de aprendizagem. Trabalhos que

utilizaram esta abordagem apontam que ela contribui para a participação dos estudantes, a construção do pensamento crítico e do conhecimento científico de forma contextualizada, sendo aplicada de forma eficaz em diferentes temáticas e níveis de ensino (Alves *et al.*, 2024; Ferreira; Schumann; Docile, 2024; Linhares; Apolinário; Nóbrega, 2024; Epaminondas; Smania-Marques; Silva, 2025).

Considerando a relevância da EA na sensibilização sobre a poluição por MP, a sequência didática foi elaborada buscando integrar conceitos teóricos e atividades práticas, proporcionando aos estudantes uma compreensão sobre o tema e incentivando a adoção de atitudes sustentáveis. A primeira etapa da sequência fez alusão ao início da pesquisa científica, quando se levanta uma questão sobre algo que será compreendido posteriormente por meio de investigação. Dessa forma, esta etapa consiste em quatro aulas destinadas à apresentação de uma série de informações que favorecem o surgimento de um tema gerador: microplástico em praias arenosas. Considerando o contexto das comunidades litorâneas, a questão norteadora - “Tem microplástico na praia da minha cidade?” - é extraída a partir da realidade local, estabelecendo, assim, uma conexão direta com o ambiente dos estudantes. Nesse sentido, conforme Freire (2019), esse momento dialoga com a vivência do indivíduo, uma vez que a ação educativa deve considerar a percepção de mundo dos estudantes; sendo a primeira atividade prevista no Plano de Aula 1, uma atividade de produção artística individual, onde a interdisciplinaridade pode permitir que ocorra um diálogo entre as áreas de artes e ciências, e que seu caráter lúdico torne o ensino mais prazeroso.

Nessa etapa, para trabalhar os três primeiros indicadores da AC, estabelecer um conjunto de informações, sua organização e ordenação (Sasseron e Carvalho, 2008), foi sugerido nos planos de aula atividades como mapa conceitual e sala de aula invertida. O primeiro sendo um método ativo com ênfase na dimensão cognitiva do processo de ensino-aprendizagem, que visa a organização e conexão dos conteúdos (Novak; Cañas, 2010; Cotta; Ferreira, 2019). Já a sala de aula invertida leva o estudante a exercer um papel ativo na busca, organização e apresentação do saber, com a intenção de gerar uma aprendizagem significativa, que, posteriormente, será aplicada de forma concreta (Cotta, 2023). Esta etapa possibilita o progresso dos dois primeiros níveis da AC: nominal e funcional (Krasilchik, 2019).

Considerando que os indicadores da AC não são sequenciais, mas sim um desdobramento uns dos outros (Sasseron; Carvalho, 2008), a etapa 2 trabalhou a estruturação de informações e suas

interconexões com possíveis variáveis. Com base na metodologia utilizada para a análise de MP na primeira parte deste trabalho, foram elaboradas aulas práticas adaptadas para o 7º ano do Ensino Fundamental. A realização de aulas práticas em laboratório, campo e informática enriquece a AC ao conectar teoria e prática, permitindo que os estudantes compreendam tanto os conceitos quanto os processos envolvidos na construção do conhecimento. Ao explorar o ambiente ao seu redor, os estudantes são incentivados a questionar e a relacionar o aprendizado com seus valores e experiências, o que favorece a assimilação do conhecimento científico (Vygotsky, 1991). Além disso, a mediação do professor em espaços não formais amplia a visão crítica e sistêmica dos estudantes sobre o ambiente, transformando erros e questionamentos em etapas fundamentais da aprendizagem (Bachelard, 2008). Nesse contexto, o ensino de Ciências progride para além da simples transmissão de conteúdos, incorporando a investigação científica e sua relação com a sociedade (Hodson, 2014; Scarpa; Campos, 2018).

No entanto, Hodson (2014) alerta para a concepção equivocada de que o ensino por investigação deve replicar exatamente o trabalho dos cientistas, quando, na verdade, essa abordagem envolve estratégias didáticas diversas que tornam a construção do conhecimento mais acessível e contextualizada. Assim, a inclusão de práticas experimentais no ensino não apenas dinamiza o aprendizado, mas também possibilita o desenvolvimento do pensamento crítico, da AC e de habilidades essenciais para a inovação e a resolução de problemas.

A terceira etapa da SDI trata do momento mais abstrato, podendo ser denominada de fase operatório formal (Piaget, 2011), onde o estudante irá retirar dos dados obtidos uma compreensão das condições do ambiente praial em relação a presença de MP, assim como ocorre em uma pesquisa científica. Com isso, as competências da AC que promovem explicações e justificativas para fenômenos (Sasseron e Carvalho, 2008) podem ser estimuladas durante as aulas, contribuindo para o terceiro nível da AC de Krasilchik (2019), o estrutural, em que o estudante explica conceitos com base em suas experiências.

As últimas duas etapas, “Etapa 4 - O que podemos concluir?” e “Etapa 5 - E agora, o que podemos fazer?”, possuem um teor mais reflexivo, buscando conectar todas as etapas que serão realizadas para a produção de um material informativo, com intuito de promover divulgação científica e proporcionar esse espaço para abstração e expressão dos pensamentos acerca do tema. Dessa forma, trabalha-se o último nível da AC de Krasilchik (2019), o multidimensional, juntamente

com as competências da AC de Sasseron e Carvalho (2008), o raciocínio e a explicação de fenômenos a partir de variáveis observadas.

Entende-se que percorrer esses níveis da AC ocorre de forma contínua, e é fundamental para que o cidadão possa participar de forma ativa na formulação de políticas públicas relacionadas às mudanças socioambientais (Krasilchik, 2019). Portanto, a SDI elaborada perpassa pelos dez indicadores da AC de Sasseron e Carvalho (2008) promovendo a EA pela problematização e investigação do tema, buscando, ao final, a sensibilização das novas gerações de cidadãos sobre os impactos de MP nas praias arenosas e suas implicações com a conservação ambiental e saúde.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sequência didática foi desenvolvida e integrou conceitos teóricos e atividades práticas sobre a contaminação por MP em praias. Essa SDI, que incluiu atividades em laboratório, campo e informática, pode promover a educação e a alfabetização ambiental, estimulando o pensamento crítico dos estudantes e incentivando a adoção de atitudes sustentáveis, capacitando-os a atuar como agentes de mudança em suas comunidades.

Considera-se que a SDI constitui um material formativo eficaz para professores que desejam incorporar a educação ambiental e a alfabetização científica em suas práticas. Portanto, a sua divulgação é imprescindível e contribuirá efetivamente para a ampliação de estratégias didáticas diversificadas no ensino de Ciências. Ao acessar o material, o docente possui autonomia para adaptá-lo às suas necessidades e ao seu contexto de atuação. Nesse sentido, a leitura crítica desse recurso torna-se fundamental, pois favorece uma prática docente mais crítica, reflexiva e contextualizada, tanto no uso da SDI quanto na abordagem das questões ambientais relacionadas.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes) – Termo de Outorga: 942/2023 - Processo: 2023-1445H.

REFERÊNCIAS

ABREMA. Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, 2023**, São Paulo: ABREMA, 2023.

ALVES, Augusto Silva; NETO, Petronílio de Araújo; NASCIMENTO, Ivaneide de Oliveira; PORTO, Niara Moura; RIBEIRO, Zeneide da Conceição; NUNES, Sheila Elke Araújo; FERNANDES, Elizabeth Nunes;

LIMA, Jeovânia Oliveira. Biologia marinha em sala de aula: articulando metodologias ativas em sequências didáticas no ensino fundamental através do PIBID. **Caderno Pedagógico**, [S. l.], v. 21, n. 8, p. e6528, 2024. DOI: 10.54033/cadpedv21n8-079.

ARAÚJO, Denise Lino de. O que é (e como faz) sequência didática? **.Entrepalavras**, Fortaleza, CE, v. 3, n. 1, 2013. DOI: 10.22168/2237-6321.3.3.1.322-334.

ARTHUR, Courtney; BAKER, Joel E.; BAMFORD, Holly A (Org.). **Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects, and Fate of Microplastic Marine Debris**, Tacoma, WA – University of Washington Tacoma, Silver Spring: NOAA, 2009. (NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-30).

BACHELARD, Gaston. **Formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução: Esteia dos Santos Abreu. Rio de Janeiro, RJ: Contraponto, 2008. 314 p.

BAPTISTA, Makilim Nunes; CAMPOS, Dinael Corrêa de (org.). **Metodologias de pesquisa em ciências**: análise quantitativa e qualitativa. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017. 396 p.

BESSA, Felipa; FRIAS, João; KÖGEL, Tanja; LUSHER, Amy. Harmonized protocol for monitoring microplastics in biota. **JPI-Oceans BASEMAN project**, [S. l.], 2019. DOI: 10.25607/OBP-821.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Notas sobre o Brasil no Pisa 2022**. Brasília, DF: Inep, 2023a.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Divulgados os resultados do Pisa 2022**. Brasília, DF: Inep, 2023b.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018. 600 p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais**: introdução aos parâmetros curriculares nacionais. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, DF: MEC/SEF, 1997. 126 p.

CAMPI, Karoline. **Caracterização de Microplásticos em Praias Arenosas**: planos de aula e materiais didáticos. 2025. Disponível em:
https://drive.google.com/drive/u/3/folders/1dVRXWm8M16UDr654lEnCcOLEHjO_DRgy.

CAMINADA, Luiza Barbosa. **Variabilidade espaço-temporal de lixo marinho em praias do Espírito Santo**. 2021. 83 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2021.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização Científica**: questões e desafios para educação. 8. ed. Ijuí: Unijuí,

2018. 360 p.

COTTA, Rosângela Minardi Mitre (org.). **Métodos ativos de ensino, aprendizagem e avaliação**: da teoria à prática. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2023. 480 p.

COTTA, Rosângela Minardi Mitre; FERREIRA, Emily Souza. Mapas conceituais e aula invertida: benefícios para o processo de ensino e aprendizagem sobre políticas de saúde. **Revista de Investigación Educativa Universitária**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 22–32, 2019.

DE ARAÚJO, Maria Christina B.; COSTA, Mônica F. Municipal services on tourist beaches: costs and benefits of solid waste collection. **Journal of Coastal Research**, West Palm Beach (Florida), v. 22, n. 5, p. 1070–1075, 2006. DOI: 10.2112/03-0069.1

EPAMINONDAS, Yuri Gabriel Paulo; SMANIA-MARQUES, Roberta; SILVA, Michelle Garcia da. Modelo de reconstrução Educacional e o desenvolvimento de sequências didáticas: relatos de um professor de Biologia em formação inicial. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 41–63, 2025. DOI: 10.46667/renbio.v18i1.1717.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Secretaria da Educação. **Currículo ES 2020**: Ensino Fundamental - Anos Finais, Área de Ciências da Natureza e Área de Matemática. Vitória, ES: SEDU, 2020a.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Secretaria da Educação. **Currículo ES 2020**: Ensino Fundamental - Anos Finais, Área de Linguagens: Língua Portuguesa. Vitória, ES: SEDU, 2020b.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Assembleia Legislativa. **Lei nº 10.942, de 04 de dezembro de 2018**. Proíbe os estabelecimentos comerciais, no âmbito do Estado, de comercializar e de fornecer aos seus clientes canudos descartáveis de material plástico e/ou similares. Diário Oficial do Estado do Espírito Santo, Vitória, ES, 2018.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Secretaria de Estado do Turismo. **O Espírito Santo é a nossa praia**: roteiro de praias do Espírito Santo. Vitória, ES: SETUR, 2016.

FARRELL, Paul; NELSON, Kathryn. Trophic level transfer of microplastic: *Mytilus edulis* (L.) to *Carcinus maenas* (L.). **Environmental Pollution**, Reino Unido, v. 177, p. 1–3, 2013. DOI: 10.1016/j.envpol.2013.01.046.

FERREIRA, Natalícia de Oliveira; SCHUMANN, Carolina; DOCILE, Tatiana. Uma sequência didática como ferramenta para o ensino investigativo sobre fungos no ensino de biologia: um relato de experiência. **Revista Práxis**, [S. l.], v. 16, n. 30, 2024. DOI: 10.47385/praxis.v16.n30.5014.

FOLETTTO, Rosieli Geraldina Merotto; BARCELLOS, Bárbara Fabris; CÔGO, Sanny Maria Britto. Sequência didática aplicada no ensino de Ciências na perspectiva da alfabetização científica com foco CTS/CTSA. **Revista Prática Docente**, v. 7, n. 3, e22063, p. 1-19, 2022. DOI: 10.23926/RPD.2022.v7.n3.22063.id1540.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. 14. ed. Rio de Janeiro, RJ: Paz e Terra, 2011. 189 p.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 67. ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2019. 253 p.

GIL, Antonio Carlos. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 1. ed. Barueri, SP: Atlas, 2021.

GALLOWAY, Tamara Susan. Micro- and nano-plastics and human health. *In*: BERGMANN, Melanie; GUTOW, Lars; KLAGES, Michael (Eds.). **Marine anthropogenic litter**. Springer, 2015. DOI: 10.1007/978-3-319-16510-3_13.

HODSON, Derek. Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods. **International Journal of Science Education**, [S. l.], v. 36, n. 15, p. 2534–2553, 2014. DOI: 10.1080/09500693.2014.899722.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo, SP: Edusp, 2019. 200 p.

KEDZIERSKI, Mikaël; LECHAT, Benjamin; SIRE, Olivier; LE MAGUER, Gwénaél; LE TILLY, Véronique; BRUZAUD, Stéphane. Microplastic contamination of packaged meat: Occurrence and associated risks. **Food Packaging and Shelf Life**, [S. l.], v. 24, 2020. DOI: 10.1016/j.fpsl.2020.100489.

LEI, Lili; WU, Siyu; LU, Shibo; LIU, Mengting; SONG, Yang; FU, Zhenhuan; SHI, Huahong; RALEY-SUSMAN, Kathleen M.; HE, Defu. Microplastic particles cause intestinal damage and other adverse effects in zebrafish *Danio rerio* and nematode *Caenorhabditis elegans*. **Science of The Total Environment**, [S. l.], v. 619–620, 2018. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.11.103.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. 31. ed. São Paulo, SP: Cortez, 1994. 263 p.

LIMA, Gustavo da Costa. Questão ambiental e educação: contribuições para o debate. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, SP, n. 5, p. 135–153, 1999. DOI: 10.1590/S1414-753X1999000200010.

LINHARES, Luciana Fernandes.; APOLINÁRIO, Marisa de Oliveira.; NÓBREGA, Kayo César Araújo da. Metodologias ativas no ensino de Biologia: O impacto da sequência didática investigativa no ensino sobre serpentes. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 13, n. 12, p. e51131247575, 2024. DOI: 10.33448/rsd-v13i12.47575.

LIU, Qingrun; CHEN, Zhe; CHEN, Yulun; YANG, Fangwei; YAO, Weirong; XIE, Yunfei. Microplastics contamination in eggs: Detection, occurrence and status. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 397, 2022. DOI: 10.1016/j.foodchem.2022.133771.

MERRIAM, Sharan B.; TISDELL, Elizabeth J. **Qualitative research: a guide to design and implementation**. 4. ed. Hoboken, NJ: Jossey-Bass, 2015.

NOONAN, Michael J.; GRECHI, Nicole; MILLS, Lauren C.; FERRAZ, Marcia DE A. M. M.. Microplastics Analytics: Why We Should Not Underestimate the Importance of Blank Controls. **Microplastics and**

Nanoplastics, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 17, 2023. DOI: 10.1186/s43591-023-00065-3.

NOVAK, Joseph D.; CAÑAS, Alberto J. The theory underlying concept maps and how to construct and use them. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, PR, v. 5, n. 1, p. 9–21, 2010.

NÓVOA, António. Para una formación de profesores construida dentro de la profesión. **Revista de Educación**, Lisboa, n. 350, p. 203–218, 2009. DOI: 10.4438/1988-592X-0034-8082-RE.

OSPAR, MICROPLASTIC EXPERT GROUP. **CEMP guidelines for the monitoring of microlitter (including microplastics) in seafloor sediments for the OSPAR maritime area**. OSPAR, 2024.

PIAGET, Jean. **Seis estudos de psicologia**. 25. ed. Rio de Janeiro: Editora Forense Universitária, 2011. 136 p.

PIMENTA, Selma Garrido. Formação de Professores - Saberes da Docência e Identidade do Professor. **Nuances: Estudos sobre Educação**, Presidente Prudente, SP, v. 3, n. 3, p. 72–89, 1997. DOI: 10.1590/S0102-25551996000200004.

PONCE, Danahi G.; VELAZCO, Karina P.; VARGAS, Nyx A.; GABRIEL, Beatriz; GALINDO, Gerardo. Presencia de microplásticos en pescados aptos para consumo humano, agua y playas de la bahía de Santa Lucia, Acapulco, México. **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 239–250, 2023. DOI: 10.56712/latam.v4i1.241.

SANTANA, Ana Júlia Soares; MOTA, Maria Danielle Araújo. Natureza da Biologia, ensino por investigação e alfabetização científica: uma revisão sistemática. **Revista Educar Mais**, v. 6, p. 450-466, 2022. DOI: 0.15536/reducarmais.6.2022.2735.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 13, n. 3, p. 333–352, 2008.

SCARPA, Daniela Lopes; CAMPOS, Natália Ferreira. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, São Paulo, SP, v. 32, n. 94, p. 25–41, 2018. DOI: 10.1590/s0103-40142018.3294.0003.

SILVA, Vanessa Pinto Machado; CAPANEMA, Luciana Xavier de Lemos. Políticas públicas na gestão de resíduos sólidos: experiências comparadas e desafios para o Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, RJ, v. 25, n. 50, 2019.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. 17. ed. Petrópolis: Vozes, 2014. 325 p.

VYGOTSKY, Lev Semionovitch. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991. 168 p.

ZIAJAHROMI, Shima; KUMAR, Anupama; NEALE, Peta A.; LEUSCH, Frederic D. L. Environmentally

relevant concentrations of polyethylene microplastics negatively impact the survival, growth and emergence of sediment-dwelling invertebrates. **Environmental Pollution**, [S. l.], v. 236, p. 425–431, 2018. DOI: 10.1016/j.envpol.2018.01.094.

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA PARA CRIANÇAS: BRINCANDO E APRENDENDO CIÊNCIAS

Júlia Braga Lube¹

Bruna Rodrigues Félix Duarte²

Medlyn Matos Ambrosio³

Roberta Chechetto Salles⁴

Tatyana Rodrigues Barcelos⁵

RESUMO

O processo de alfabetização é fundamental para o desenvolvimento das crianças. Muito se discute sobre a sua importância atrelada ao ensino de ciências, uma vez que a partir do desenvolvimento do pensamento científico durante a infância, a criança pode começar a analisar situações, assuntos, contextos e tomar decisões de acordo com as áreas de conhecimento da ciência, como a Química por exemplo. Diante disso, ancorando-se nas teorias de Jean Piaget e outros autores, a participação ativa das crianças em aulas experimentais é uma maneira interessante de abordar os conceitos propostos de maneira lúdica, estimulando a autonomia, a criticidade, a observação, a criatividade e o protagonismo, além de agregar para o seu processo alfabetização científica e formação intelectual. Neste trabalho, buscou-se selecionar e analisar atividades experimentais voltadas para o ensino de Ciências, mais especificamente do ramo da Química, direcionadas para alunos do ensino fundamental I do município de Cariacica. O instrumento utilizado na coleta de dados foi o diário de bordo produzido pelas crianças. A partir da observação das práticas e da análise detalhada desses materiais, foi possível identificar como as crianças participantes compreenderam os conceitos abordados e como a aplicação desses experimentos contribuíram para a sua formação.

PALAVRAS-CHAVE: Alfabetização Científica. Química. Ensino. Ciências. Experimentos.

¹ Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Cariacica. E-mail: jbragalube@yahoo.com.  <https://orcid.org/0009-0005-3821-747X>.

² Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Cariacica. E-mail: brunarodriguesduarte1509@gmail.com.  <https://orcid.org/0009-0001-7071-1591>.

³ Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Cariacica. E-mail: matosambrosiomedlyn@gmail.com.  <https://orcid.org/0009-0007-8496-370X>.

⁴ Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Cariacica. E-mail: robertacs@ifes.edu.br.  <https://orcid.org/0000-0001-8231-4748>.

⁵ Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Cariacica. E-mail: tatyanaabarclos@gmail.com.  <https://orcid.org/0000-0003-2421-2334>.

SCIENTIFIC LITERACY IN EARLY CHILDHOOD: LEARNING SCIENCE THROUGH PLAYFUL ENGAGEMENT

ABSTRACT

The literacy process is fundamental to the development of children. There is extensive discussion regarding its importance when intertwined with science education, given that the development of scientific thinking during childhood enables children to analyze situations, subjects, and contexts, and to make decisions grounded in scientific fields of knowledge, such as Chemistry. In this context, based on the theories of Jean Piaget and other authors, children's active participation in experimental classes is an effective way to approach proposed concepts through play, stimulating autonomy, criticality, observation, creativity, and agency, while also contributing to their scientific literacy process and intellectual development. This study aimed to select and analyze experimental activities for Science education, specifically within the field of Chemistry, targeted at elementary school students in the municipality of Cariacica. The data collection instrument used was the logbook produced by the children. From the observation of practices and a detailed analysis of these materials, it was possible to identify how the participating children understood the concepts addressed and how the application of these experiments contributed significantly to their development.

KEYWORDS: Scientific Literacy. Chemistry. Teaching. Science. Experiments.

1. INTRODUÇÃO

As discussões que envolvem a noção de Alfabetização Científica vêm se tornando o foco de diversos autores ao longo do tempo, sendo considerada, na contemporaneidade, como um dos requisitos para o ensino de ciências (Lorenzetti; Delizoicov, 2001; Sasseron; Carvalho, 2008; Carvalho *et al.*, 2013). O termo “Alfabetização Científica” foi originado da expressão inglesa “Scientific Literacy”, que significa, de acordo com o Dicionário Cambridge, a capacidade de ler e escrever cientificamente. Há controvérsias sobre a tradução dessa expressão, já que existem autores que fazem uso de “Letramento Científico”, e há outros que utilizam “Alfabetização Científica”.

Tal alfabetização exerce protagonismo em muitos trabalhos de pesquisa na área de Educação em Ciências, vinculada a objetivos formativos, concebidos para as ações educacionais em que se pretende obter a formação dos estudantes voltada para a compreensão de elementos da atividade científica e seu uso para análise de situações e tomada de decisões. A Educação não se trata apenas de um fator de construção de oportunidades, mas, sobretudo, a alavanca para tornar cada pessoa sua própria oportunidade. Por isso, não basta apenas alfabetizar e disciplinar a população, é

necessário educá-la cientificamente (Chassot, 2016).

De acordo com Chassot (2002), a Alfabetização Científica pode ser considerada como uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida. Além disso, o autor enfatiza que a prática da Alfabetização Científica no ensino fundamental deve-se tornar uma preocupação significativa, uma vez que a criança está começando a ter maior contato com o ensino de ciências durante essa etapa. Kramer (2003) defende que o processo de alfabetização científica deve ser iniciado desde a entrada da criança no espaço escolar. Pode-se afirmar que a Alfabetização Científica deve ser utilizada desde o início da fase escolar, a fim de auxiliar, além da formação do pensamento crítico, a compreensão das crianças acerca das concepções científicas abordadas em classe e no ensinamento da escrita e da leitura.

Nessa perspectiva, Auler (2007) indica que a educação em ciências deve contemplar, como ponto de partida para o processo de ensino e aprendizagem, a realidade social dos alunos, com o intuito de se efetivar como formação capaz de fornecer conhecimentos para um pensar e agir com autonomia e responsabilidade no espaço-tempo presente. De acordo com Fourez (2003), ao analisar o processo de Alfabetização Científica, entende-se que o sujeito não está isolado e, dessa maneira, deve-se levar em consideração que este faz parte de um todo, de um grupo. Logo, compreende-se que todo esse processo possui caráter coletivo, além do individual. Por isso, é necessário que a criança possa participar de projetos para além da sala de aula, com o intuito de desenvolver cidadãos críticos e conscientes de forma efetiva.

A relevância deste trabalho reside na necessidade de contribuir para a integração da ciência e da Química no cotidiano das crianças. A partir do momento em que as crianças têm contato com a Alfabetização Científica, esta torna-se parte integrante e insubstituível para a formação e o desenvolvimento de indivíduos críticos, que se entendem como parte da ciência e que tomam posse do conhecimento, desenvolvendo a capacidade de compreender os conceitos ensinados, a fim de reconhecer a ciência em sua vida e tomar decisões no seu cotidiano, como por exemplo, reconhecer e entender que alguns produtos de limpeza não podem se misturar ou até mesmo saber identificar o porquê da água não se misturar com o óleo no momento de cozinhar.

A partir desse contexto, este artigo tem por objetivo analisar as contribuições de atividades

experimentais previamente selecionadas, na área de Química, com crianças do ensino fundamental I da rede de ensino da prefeitura municipal de Cariacica - ES. Por intermédio de práticas didáticas e interdisciplinares, buscou-se construir com as crianças a importância da cultura científica de maneira lúdica, fundamentando-se nas teorias de Jean Piaget e outros autores.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As bases teóricas que sustentam este trabalho são diversas, porém todas conversam entre si. No presente artigo, serão abordadas concepções de alfabetização, letramento e autonomia, atividade lúdica, o compromisso social da alfabetização científica e a sua importância no desenvolvimento do pensamento crítico e no ensino de ciências.

Sasseron e Carvalho (2011) empregam o termo “Alfabetização Científica” para definir um processo que vai além do ato de ler e escrever, ele está relacionado com a organização dos pensamentos racionais e auxilia a formação do pensamento crítico na visualização dos fatos que acontecem ao redor do indivíduo. Nesse sentido, pode-se entender a Alfabetização Científica como o processo de formação do sujeito para compreensão dos assuntos, práticas e valores de uma área de conhecimento, para que ele possa analisar situações e tomar decisões.

Jean Piaget (1999) propõe que o desenvolvimento humano passa por um processo contínuo entre as ações do sujeito sob o meio ambiente, que é dividido em etapas e faixas etárias. Estas foram classificadas pelo autor como: sensória motora, que tem início com o nascimento e vai até aproximadamente os 2 anos; pré-operatória, dos dois anos aos sete anos; operatório concreto, dos sete aos doze anos e operatório formal, que se inicia a partir dos doze anos (Naponucena; Silva, 2023; Schirmann *et al.*, 2019).

Tendo essa teoria como fundamento, é interessante levar em consideração que as crianças participantes do projeto se encontram no ensino fundamental I, portanto, apresentam faixa etária de sete a dez anos. Dessa maneira, de acordo com Papalia (2006):

Aproximadamente aos 7 anos, segundo Piaget, as crianças entram no estágio de operações concretas, quando podem utilizar operações mentais para resolver problemas concretos (reais). As crianças são então capazes de pensar com lógica porque podem levar múltiplos aspectos de uma situação em consideração (Papalia, 2006, p. 365).

Sendo assim, durante essa fase, a criança desenvolve a habilidade de aplicar o pensamento

aos problemas concretos. O intelecto da criança irá operar de forma evolutiva, de maneira a instigar o raciocínio efetivo com a realidade, com mais agilidade, maior capacidade e estabilidade na organização e coordenação das estruturas de pensamento e, para isso, não somente a maturação contribui, mas também os estímulos que recebeu (Schirmann; Miranda; Gomes; Zarth, 2019).

Segundo Jean Piaget (1978) a atividade lúdica é o berço obrigatório das atividades intelectuais da criança, sendo assim, indispensável à prática educativa. Dessa forma, o ato lúdico pode representar o primeiro estágio da construção do conhecimento (Kishimoto, 2017). Nessa perspectiva, o brincar constitui-se como uma condição fundamental para o desenvolvimento da criança, pois é a partir dele que se torna possível aprender brincando. Inserir o lúdico no ensino, mais especificamente, no ensino de ciências a crianças é uma abordagem interessante, pois conforme Brasil, München e Schwanke (2018):

A ludicidade configura-se em uma ótima possibilidade de contribuição na trajetória escolar dos alunos, pois é um grande facilitador de aprendizagem, permitindo a criação de espaços e momentos onde os alunos sintam-se motivados, possibilitando o estabelecimento de relações do conteúdo abordado com o seu dia a dia, de forma prazerosa e participativa (Brasil; München; Schwanke, 2018, p. 4).

Diante disso, compreende-se o uso do lúdico como uma ferramenta que visa potencializar o processo de ensino e aprendizagem e que pode contribuir para a formação de laços entre os alunos e o ensino de ciências (Lima; Cunha; Dinardi, 2023). Por conseguinte, pode-se afirmar que a Alfabetização Científica fundamentada numa proposta lúdica possibilita ao aluno entender o mundo por meio das definições científicas.

A proposta da Alfabetização Científica é uma avaliação crítica acerca dos conteúdos ensinados pelas disciplinas de ciências na escola (Chassot, 2016). Nota-se que o ensino de ciências é limitado, majoritariamente, ao processo de memorização de vocábulo e de fórmulas, de maneira que os estudantes, apesar de aprenderem os termos científicos, não se tornam capazes de aprender o seu significado. Essa visão corrobora com Rosa, Lorenzetti e Lambach (2019), os quais afirmam que o sujeito é alfabetizado cientificamente quando sua formação perpassa o domínio escolar, aproximando-o da sua condição de sujeito social, já que o objetivo é fazer do ensino de ciências uma linguagem que facilite aos alunos, o entendimento do mundo (Chassot, 2016).

De acordo com Battirola e Silva (2018), há muitos discentes que saem do ensino fundamental

com uma defasagem muito grande, tanto da escrita quanto do entendimento dos conceitos abordados em sala de aula, uma vez que ao se discutir sobre o ensino de Ciências, percebe-se que a maioria das metodologias utilizadas nas escolas se limitam a métodos de memorização de fórmulas e termos científicos. Nesse cenário, a Alfabetização Científica busca superar o ensino centrado na memorização, construindo estratégias que possibilitem aos estudantes, autonomia e protagonismo no processo educativo (Lima; Cunha; Dinardi, 2023).

Todavia, nesse contexto existe um duplo desafio a ser enfrentado: o de fazer educação e o de fazer ciência. Faz-se necessário a união dos termos, a proposta de “educar pela ciência”. Segundo Lipman (2008), “o objetivo do processo educativo é o de ajudar-nos a formar melhores julgamentos, a fim de que possamos modificar nossas vidas de maneira mais criteriosa” (Lipman, 2008, p. 34). Nesse sentido, os educadores precisam ter uma preocupação crucial no viés do incentivo ao refinamento das ideias dos discentes, para que esses estudantes possam aprimorar suas capacidades de argumentação.

A Alfabetização Científica só será efetiva quando for ministrada, independentemente do nível, visando à contribuição da compreensão de conhecimentos, procedimentos e valores, de forma a permitir aos estudantes tomadas responsáveis de decisões, com o intuito de melhora na qualidade de vida, pois conforme Souza, Cavalcante e Del Pino (2021):

Se vislumbrarmos um ensino que proponha uma prática emancipatória desse ser, precisaremos conjecturar ações que promovam sua participação efetiva na sociedade, em que possa resolver problemas do cotidiano e interagir com seus pares de forma crítica e reflexiva, a partir de capacidades e competências adquiridas durante o processo educativo” (Souza; Cavalcante; Del Pino, 2021, p. 1300).

Logo, é notável que “temos de formar cidadãos que não só saibam ler melhor o mundo onde estão inseridos, como também, e principalmente, sejam capazes de transformar este mundo para melhor” (Chassot, 2016, p. 109).

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

O presente trabalho possui natureza empírica experimental qualitativa, uma vez que a abordagem qualitativa permite explorar “as características dos indivíduos e cenários que não podem ser descritos numericamente” (Moreira; Caleffe, 2008, p. 73), proporcionando, assim, a compreensão das dimensões subjetivas envolvidas nas escritas, desenhos, falas e na participação

dos indivíduos no projeto como um todo.

A área de estudo deste trabalho dedica-se à educação em Ciências, com foco específico em Química. Volta-se para analisar como a seleção, a aplicação de experimentos e a participação ativa das crianças nas aulas práticas podem contribuir para que elas compreendam os conceitos propostos a partir de uma abordagem lúdica, pois de acordo com Chassot (2002) considerar a ciência como uma linguagem que facilita a leitura do mundo e entendê-la como descrição do mundo, ajuda o indivíduo a entender a si mesmo e o ambiente no seu entorno.

O projeto, intitulado como Alfabetização Científica, foi aplicado para crianças do ensino fundamental I, da escola EMEF Manoel Mello Sobrinho, dentro das dependências do Laboratório de Química do Ifes – campus Cariacica. Desde o início do projeto, trabalhou-se o protagonismo das crianças, uma vez que o protagonismo infantil atua a favor de uma lógica que tem como propósito a formação de sujeitos infantis que sejam proativos, inovadores, inventivos, flexíveis, com senso de oportunidade e notável capacidade de promover mudanças (Gadelha, 2013).

O projeto foi desenvolvido ao longo de quatro encontros, com a realização de seis experimentos no total. Ao longo do projeto, quatro conceitos foram selecionados para serem trabalhados, sendo eles: “Definição de Química”, “Tensão Superficial”, “Fluido Não-Newtoniano” e “Densidade”. Baseando-se nos conceitos, foram escolhidos seis experimentos que poderiam facilmente ser relacionados ao entorno dos alunos, visando à utilização de uma abordagem lúdica. Para trabalhar com a definição de Química, foi selecionado o experimento “Chuva Colorida”. Ao se falar de tensão superficial, foram escolhidos os experimentos “Gotas unidas”, “O orégano caminhante” e o “Leite maluco coloridíssimo”. Com a intenção de explicar os fluidos não newtonianos, optou-se pelo experimento “Areia Movediça”. Já para abordar o conceito de densidade, foi escolhido o experimento “Arco-íris de Açúcar”.

É importante ressaltar que, durante as aulas do Projeto dentro do laboratório, os estudantes foram acompanhados pelos seus professores e supervisionados pela professora responsável por ministrar as práticas. Além disso, a professora seguiu um planejamento para cada aula, que se baseava na recepção e na acolhida das crianças, divisão das turmas – separadas em dois grupos com 13 alunos cada –, vestimenta dos jalecos, apresentação do laboratório e

desenvolvimento das discussões sobre os conceitos apresentados, por meio do uso de vídeos, imagens, rodas de conversa, desenhos, correlações com o dia a dia dos alunos e momentos de descontração para uma abordagem mais lúdica.

Salienta-se que, ao término dos experimentos, foram realizadas explicações sobre cada conceito abordado e em seguida, cada criança recebia seu diário de bordo para o registro das observações. Neles, algumas questões relativas à prática eram abordadas. Com isso, os alunos respondiam sobre os experimentos realizados de acordo com as suas impressões e considerações, gerando, assim, materiais repletos de escritas e desenhos.

4. METODOLOGIA PEDAGÓGICA

Antes do início das práticas, com o objetivo de auxiliar na construção do protagonismo de cada criança, sempre que elas chegavam ao laboratório de química para as aulas, vestiam jalecos para que se tornassem devidamente “pequenos cientistas”. Em seguida, a aula era iniciada a partir de um bate-papo, para que as crianças tivessem a oportunidade de apresentar seus conhecimentos prévios por meio de um momento descontraído. Para isso, eram realizadas perguntas sobre o dia a dia dos alunos, a fim de motivá-los a participarem ativamente e nortear a aula para a temática que seria trabalhada, como por exemplo: “Por que o mosquito é capaz de pousar na superfície da água sem afundar?”, “Por que é possível perceber gotículas de água nas folhas de uma planta?”. Esses questionamentos tratam de situações vivenciadas pelas crianças que, na grande maioria das vezes, não sabem explicar cientificamente porque isso ocorre. Após essa troca de ideias entre a professora que ministrou a aula de laboratório e os alunos, vídeos explicativos e lúdicos eram exibidos, para que as crianças pudessem entender, de uma maneira diferente, o conceito que seria abordado no experimento. Além disso, as crianças manusearam todos os materiais e tinham total liberdade para tirarem suas dúvidas e acrescentarem informações nos momentos das rodas de conversa. Com essa dinâmica, foi possível trabalhar a confiança, o senso de pertencimento à ciência, a liberdade de se expressar e a autonomia.

4.1. EXPERIMENTO 1. DEFINIÇÃO DE QUÍMICA

Visando à introdução do conceito de química, escolheu-se o experimento “Chuva Colorida” como a prática inicial do Projeto, para que as crianças pudessem entender o conceito e identificar aspectos químicos no seu cotidiano. Inicialmente, o conceito de química foi trabalhado de forma que as crianças percebessem como a química faz parte da nossa vida e está presente em todas as coisas,

como por exemplo no momento de cozinhar, de utilizar produtos de limpeza etc. Para construir esse conceito com as crianças a roda de conversa inicial teve como tema a formação da chuva, o ciclo da água e a importância dessa molécula para todos, com o objetivo de conectar o conceito de Química com o título da prática em questão.

Nesse experimento foram utilizadas corantes, água, metade de uma pastilha de comprimido efervescente, óleo, proveta e béqueres de plástico. Em uma proveta de 100 mL, foram transferidos 25 mL de água, e adicionadas duas gotas de corante. Depois, 75 mL de óleo foram incluídos à mistura. Feito isso, cada aluno recebeu metade de uma pastilha de comprimido efervescente e, ao mesmo tempo, eles colocaram a pastilha na proveta. Por fim, foram realizadas as observações do experimento.

4.2. EXPERIMENTO 2. TENSÃO SUPERFICIAL

Com o intuito de abordar o conceito de tensão superficial, três experimentos foram realizados: “Gotas unidas”, “Leite maluco coloridíssimo” e “O orégano caminhante”. No experimento “Gotas unidas”, foram utilizadas moedas de tamanhos diversos, água, detergente e pipeta de Pasteur. Primeiramente, cada criança escolheu sua moeda. Depois, com o auxílio da pipeta de Pasteur, foram transferidas gotas de água para a superfície da moeda, fazendo com que elas se unissem e formassem, no fim, uma só gota de água. Em seguida, foi adicionada apenas uma gota de detergente. Ao final, observações foram realizadas sobre o experimento.

No experimento “Leite maluco coloridíssimo”, foram utilizados corantes, um prato de plástico, leite e detergente. Inicialmente, o volume de 50 mL de leite foi medido com o auxílio de uma proveta e, em seguida, transferido para o prato de plástico. Ao leite, foram adicionadas gotas de corante próximas à extremidade do prato. Logo após, foram adicionadas gotas de detergente em cima das áreas com corante. Por fim, foram realizadas observações sobre o experimento.

Já no experimento “O orégano caminhante”, foram utilizados um prato de plástico, detergente, água e orégano. No prato de plástico, 50 mL de água foram transferidas com o auxílio de uma proveta e depois colocou-se o orégano na superfície da água. Feito isso, uma gota de detergente foi adicionada no centro do prato. Ao final, observações foram realizadas sobre o experimento.

4.3. EXPERIMENTO 3. AREIA MOVEDIÇA

Antes de dar início ao experimento, a roda de conversa com as crianças teve como foco levantar alguns aspectos acerca do conceito que seria abordado. Por isso, alguns exemplos de alimentos considerados como fluidos não-newtonianos e que poderiam ser encontrados no entorno dos alunos foram apresentados durante as discussões, como iogurtes, ketchup, purês, massas de bolo e pudins.

Para a realização do experimento, foram necessários água, corante, amido de milho e um prato de plástico. No recipiente, foram adicionados 30 mL de água e logo depois, três gotas do corante escolhido foram. A partir disso, a água foi adicionada ao amido aos poucos, até que a mistura se tornasse homogênea. Ao final, foram realizadas observações sobre o experimento.

4.4. EXPERIMENTO 4. ARCO ÍRIS DE AÇÚCAR

O experimento “Arco Íris de Açúcar” proporcionou aos alunos o contato com o conceito de densidade. Nesse experimento, foram utilizados quatro béqueres, água, corante (diferentes cores), açúcar, pipeta de Pauster, colher e proveta de plástico.

Inicialmente, os quatro béqueres foram enumerados e preenchidos com 50 mL de água. Em seguida, foram adicionadas três gotas do corante vermelho no béquer 1, três gotas do laranja no béquer 2, três gotas do amarelo no béquer 3 e três gotas do corante azul no béquer 4. Depois disso, no primeiro béquer com a cor vermelha, correspondente à base do arco íris, foram adicionadas três colheres de açúcar. No segundo béquer, duas colheres de açúcar. No terceiro, apenas uma colher de açúcar e no quarto béquer, não foi adicionado açúcar. Ressalta-se que os corantes foram previamente selecionados para que, no decorrer da prática, as cores pudessem se destacar conforme a formação do arco íris. Na proveta de 100 mL, foi transferida, com o auxílio da pipeta de Pauster, 25 mL da solução de cor vermelha, em seguida mais 25 mL da solução de cor laranja e assim sucessivamente, até chegar na solução de cor azul.

Durante esse momento, foi possível trabalhar a paciência e a coordenação motora das crianças, já que cada etapa demandava calma para que as cores do arco íris de açúcar não se misturassem entre uma camada e outra. Por fim, as observações sobre o experimento foram feitas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os experimentos abordados foram previamente selecionados baseando-se na ideia de como as crianças poderiam compreender os conceitos propostos a partir de práticas lúdicas, fundamentando-se no conceito de atividade lúdica de Piaget (1978), citado anteriormente. Ao longo do projeto, observou-se o empenho, a participação ativa e as muitas associações que as crianças fizeram entre os experimentos e o seu entorno.

5.1 EXPERIMENTO 1. DEFINIÇÃO DE QUÍMICA

O experimento “Chuva Colorida” gerou contribuições significativas para que as crianças entendessem sobre o que é Química, como ela faz parte do nosso cotidiano e está presente em todos os aspectos da nossa vida, desde a preparação de um bolo até o processo de formação da chuva. Além disso, no experimento foi possível abordar sobre a importância da molécula da água e, ao final, sobre transformações químicas. A partir da roda de conversa inicial com questionamentos sobre a água e de como a chuva era formada, algumas crianças responderam que a água vinha da torneira e da caixa d'água de suas casas, outras falaram que a água vinha dos rios e mares. Sobre a chuva, algumas disseram que ela surgia das nuvens cinzas no céu. Depois dessa conversa, elas assistiram um vídeo sobre o ciclo da água e começaram a analisar a chuva de uma maneira diferente. A proposta de realizar uma “chuva colorida” no laboratório gerou curiosidade e, ao final do experimento, quando as crianças adicionaram o comprimido efervescente à proveta com água e óleo, surgiram várias bolhas que subiam e desciam, produzindo um efeito que lembrava uma chuva — neste caso, uma “chuva colorida” —, o que gerou grande entusiasmo nos grupos.

A partir dessa aula prática, as crianças observaram que a Química está presente para além do laboratório, ela está em todas as coisas, na água, na formação da chuva, nos rios, nas nuvens, nos processos reacionais e na natureza como um todo e por conta desse experimento foi possível entender o que é Química e onde ela está presente. Assim, além de estimular discussões relevantes sobre o conceito, a prática conseguiu despertar nas crianças o senso de observação de forma divertida, como pode-se analisar a seguir, na fotografia 1.

Fotografia 1 – Experimento “Chuva Colorida”



Fonte: Próprio autor (2023).

5.2 EXPERIMENTO 2. TENSÃO SUPERFICIAL

No que diz respeito à tensão superficial, os experimentos “Gotas unidas”, “Leite maluco coloridíssimo” e “O orégano caminhante” promoveram debates e observações interessantes, permitindo que as crianças reconhecessem semelhanças entre suas experiências cotidianas - na utilização de materiais que podem ser encontrados frequentemente dentro de casa - com o que foi estudado. Na atividade experimental “Gotas unidas”, pode-se entender que as moléculas de água permanecem unidas devido à atração natural, pois quando colocadas lado a lado, tendem a se juntar, permitindo a união de diversas gotas na superfície da moeda, formando, visualmente, o mesmo efeito que pode ser observado nas folhas de uma planta. Todavia, quando as crianças adicionaram a gota de detergente nesta película, a tensão superficial da água foi quebrada, uma vez que o detergente, por se tratar de um agente tensoativo, é capaz de romper as moléculas de atração da água, fazendo assim, o líquido transbordar da superfície da moeda. O experimento causou grande surpresa nas crianças, que analisaram cuidadosamente a prática sendo realizada, como pode-se observar na fotografia 2.

Fotografia 2 – Experimento “Gotas unidas”.



Fonte: Próprio autor (2023).

Voltando-se para o experimento “Leite maluco coloridíssimo” pode-se analisar que no momento em as crianças acrescentaram as gotas de detergente no corante que foi adicionado ao leite, tornou-se possível observar uma verdadeira dança das cores. O contato do detergente com o leite gera um efeito visual muito bonito e chamativo devido ao uso do corante, já que resulta em um movimento que parece justamente uma dança das cores, observada pelos alunos entusiasmados com o resultado da prática. Esse efeito ocorre porque o detergente emulsifica (dissolve) a mistura de leite e corante. O leite trata-se de uma mistura de diversas substâncias, principalmente água e gordura e, por isso, ao adicionar o corante não ocorre a mistura entre eles. Porém, como detergente é um agente tensoativo, ele é capaz de quebrar a tensão superficial do leite que antes impedia a mistura. Assim, quando o detergente entra em contato com o leite, cria-se esse fenômeno super colorido e dançante, como pode-se observar abaixo, na fotografia 3.

Fotografia 3 – Experimento “Leite maluco coloridíssimo”.



Fonte: Próprio autor (2023).

Por fim, quando as crianças adicionaram uma só gota de detergente no centro do prato que estava com água e orégano, no experimento “O orégano caminhante”, todo o orégano se direcionou para as bordas do recipiente, causando um efeito visual surpreendente, dando a entender que o orégano estava caminhando rapidamente para as bordas do prato de plástico. Esse resultado é causado porque o detergente, como já citado, é um agente tensoativo que ao ser adicionado à água torna-se capaz de romper a força que mantém as moléculas de água unidas, diminuindo a tensão superficial do líquido. Por conta disso, o orégano é afastado para as extremidades da superfície, local em que a tensão da água é maior. Quando observaram o experimento, os sorrisos e risadas das crianças foram perceptíveis e audíveis, justamente pela surpresa de que um simples tempero poderia ser tão “rápido”, como é possível analisar na fotografia 4 abaixo.

Fotografia 4 – Experimento “O orégano caminhante”.



Fonte: Próprio autor (2023).

Sendo assim, pode-se analisar que os experimentos referentes ao conceito de tensão superficial contribuíram significativamente para o estreitamento dos laços de afinidade entre os alunos e a disciplina de Química.

5.3 EXPERIMENTO 3. AREIA MOVEDIÇA

“Areia Movediça” foi o nome dado ao experimento, pois é um fenômeno natural que se comporta como um fluido não newtoniano, justamente devido à sua viscosidade que não é constante, pois ela varia conforme a temperatura ou a pressão exercida no fluido (Gomes, 2012; Menegasso; Souza; Vasques, 2016; Silva; Silva Junior; Pinto Junior, 2019). No experimento, quando as crianças exerciam uma forte pressão sobre a superfície da mistura de amido de milho com água e corante, ela (a mistura) se comportava como um sólido. No entanto, quando a pressão exercida era pequena ou quase nula, a substância se comportava como um líquido. O comportamento dessa mistura se deve ao conceito dos fluidos não newtonianos, isto é, fluidos que possuem viscosidade – conceituada como uma medida de resistência interna de uma substância quando submetida a uma tensão – constante e que não sofra deformação ao ser aplicada uma força sobre eles. O experimento teve um impacto notável, sendo um dos que mais cativou os alunos, inclusive com a participação dos professores que acompanhavam os alunos, nos momentos interativos, já que a observação e o contato direto com o fluido não newtoniano obtido foi empolgante e divertido por não possuir um estado físico definido, como pode-se observar na fotografia 5 a seguir.

Fotografia 5 – Experimento “Areia Movediça”.



Fonte: Próprio autor (2023).

5.4 EXPERIMENTO 4. ARCO ÍRIS DE AÇÚCAR

Por último, o experimento “Arco Íris de Açúcar” foi voltado para a explicação do conceito de densidade, que de acordo com Martin e Borges (2020), é a relação entre a massa e o volume de uma substância. Dessa maneira, quanto mais açúcar as crianças misturassem a água, mais densa se tornaria a mistura. Por isso, uma quantidade de açúcar e uma ordem de cores para cada béquer foram determinadas. Logo, no béquer 1, que continha a mistura de água e três colheres de açúcar, ficou no fundo da proveta correspondendo a mistura de maior densidade, pois apresentava uma maior concentração de açúcar. Só foi possível criar uma camada entre a mistura do béquer 1 e do béquer 2, porque a mistura do béquer 2 continha apenas duas colheres de açúcar, isto é, essa mistura possuía uma densidade menor, devido a uma baixa concentração de açúcar, se comparada a do béquer 1. Essa lógica se repete com as misturas presentes nos béqueres 3 e 4. A diminuição gradativa da densidade das misturas, devido às diferentes concentrações de açúcar, faz com que camadas do líquido sejam criadas dentro da proveta sem que elas se misturem, causando um efeito visual interessante, como pode-se analisar na fotografia 6 a seguir.

Fotografia 6 — Crianças fazendo o experimento “Arco Íris de Açúcar”.



Fonte: Próprio autor (2023).

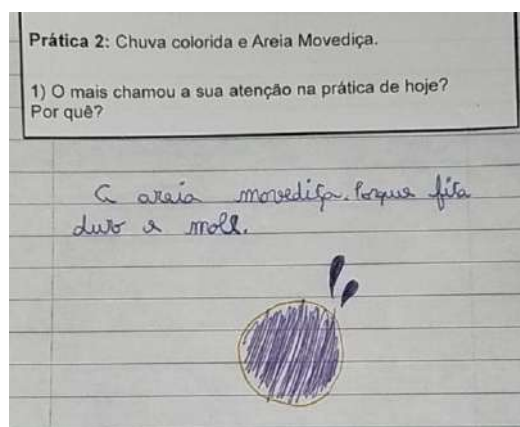
Ao longo da prática, observou-se que as crianças tiveram que exercitar a paciência, pois o experimento demandava muita calma para que houvesse êxito, mas no final elas ficaram eufóricas com o resultado obtido e puderam compreender, durante a explicação da professora que ministrou

a aula de laboratório, que as cores não se misturavam devido à diferença de densidade gerada pela concentração de açúcar. Vale citar que o experimento “Arco-íris de Açúcar” foi considerado pelas crianças como uma das práticas mais bonitas do projeto e por meio disso, além estudar o conceito de densidade, perceberam que a Química pode ser encantadora.

5.5 OS DIÁRIOS DE BORDO

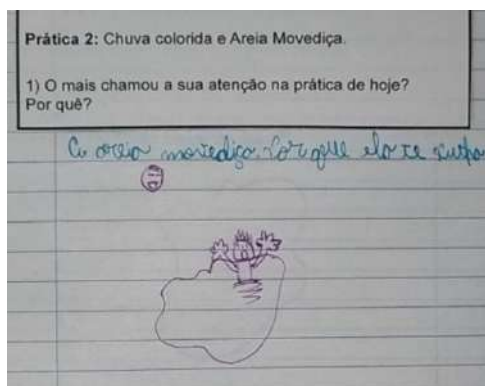
Ao final das experiências, as crianças recebiam diários de bordo individuais e tinham a oportunidade de responderem a algumas questões sobre as práticas com desenhos e/ou escrita. Após uma análise detalhada do material produzido pelas crianças, foi possível observar respostas escritas como “Eu gostei de tudo” e “Eu gostei porque foi muito legal e bonito”. Por outro lado, algumas explicitaram o tanto que gostaram do espaço do laboratório e dos materiais que puderam ser utilizados e observados. Outras crianças responderam que a textura de alguns experimentos era super legal e que com certeza, fariam em casa com a família. Isso pode ser analisado a seguir, nas fotografias 7 e 8.

Fotografia 7 — Resposta no diário de bordo sobre os experimentos “Chuva colorida” e “Areia Movediça”



Fonte: Próprio autor (2023).

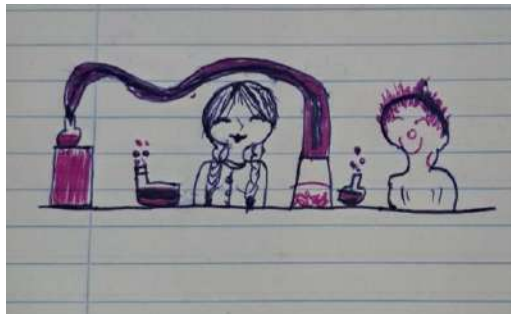
Fotografia 8 — Resposta no diário de bordo sobre os experimentos “Chuva colorida” e “Areia Movediça”.



Fonte: Próprio autor (2023).

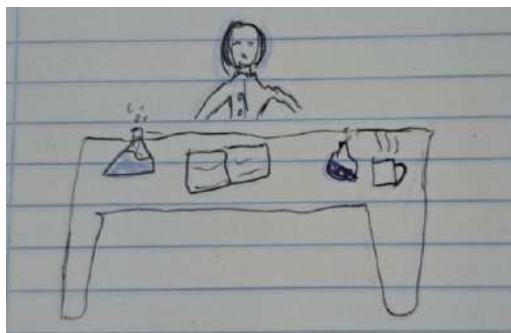
Algumas respostas recorreram para o lado mais fantasioso, representando as cenas vistas pelos alunos nos desenhos animados. Além disso, notou-se que a produção dos desenhos facilitou para que as crianças expressassem a essência dos experimentos e das explicações, como pode-se observar nas fotografias 9 e 10.

Fotografia 9 — Resposta referente à pergunta “O que é Química?”.



Fonte: Próprio autor (2023).

Fotografia 10 — Resposta referente à pergunta “O que é Química?”.



Fonte: Próprio autor (2023).

A partir disso, pode-se compreender a importância do brincar vinculado ao processo de ensino aprendizagem das crianças, uma vez que “[...] brincar funciona como um cenário no qual as crianças tornam-se capazes não só de imitar a vida como também de transformá-la” (Jordão; Martini; Salomão, 2015). Dessa maneira, todo o planejamento e construção das aulas até o resultado dos experimentos, partindo de uma abordagem dinâmica e lúdica, fez com que muitas crianças saíssem do laboratório com um olhar diferente sobre a sua vida cotidiana, compreendendo que a ciência está presente em cada momento e detalhe da vida, assim como Chassot (2002) propõe ser importante desenvolver no processo de Alfabetização Científica.

Torna-se imprescindível relatar que os alunos foram orientados ao longo de toda a prática pela professora que ministrou a aula de laboratório e pelas monitoras. Eles fizeram questionamentos baseados em observações, mostrando interesse pelos momentos propostos e principalmente direcionaram toda a essência das aulas para as folhas dos diários de bordo. Posto isto, ressalta-se que o apoio da professora que ministrou a aula de laboratório, assim como os professores que acompanharam seus alunos, foi primordial para que estes fossem incentivados a serem protagonistas de suas trajetórias durante o desenrolar do projeto.

Villar (2020) entende o protagonismo infantil como o elemento que constitui o enriquecimento da participação dos alunos, ou seja, aquele que contribui significativamente para que as ações, as expressões, o pensamento e a voz das crianças sejam considerados como fatores importantes no processo de compreensão e conhecimento do mundo. Logo, quando a criança passa a entender que os experimentos podem acontecer além das dependências do laboratório de Química e que ela pode ser a protagonista desse momento, os laços de afinidade com a disciplina de ciências passam a se estreitar. Isso faz com que a ideia da ciência como sendo algo distante passe a ser entendida como intrinsecamente ligada às experiências cotidianas dos alunos, tornando-se indispensável para o aprendizado e o desenvolvimento da criança.

A partir dos diários de bordo, identificou-se diversos aspectos interessantes acerca dos experimentos, das percepções particulares das crianças em compreender os assuntos tratados, uma vez que elas deixaram seus elogios sobre as práticas e até mesmo sugestões de outros experimentos. Dessa maneira, acredita-se que as crianças participantes do Projeto de Alfabetização Científica

atingiram com êxito tudo aquilo que havia sido planejado previamente e que, acima de tudo, com todas essas experiências, considera-se que foi plantada na vida de cada criança, a sementinha da observação, do pensamento crítico e do senso de pertencimento à ciência. No entanto, é imprescindível afirmar ser necessário permanecer cultivando esses aspectos, para que elas continuem criando e estreitando seus laços com a disciplina de Ciências, em especial com a Química, visto que manusear os materiais, trabalhar com as substâncias, ampliar a criatividade, aprender a observar, permite um processo de ensino-aprendizagem mais contextualizado e eficaz (Queiroz; Almeida, 2004).

Nessa perspectiva, levando em conta as práticas citadas, é necessário reconhecer, de maneira particular, que cada experimento trouxe grandes contribuições e avanços para o desenvolvimento e para o processo de aprendizagem das crianças participantes do Projeto de Alfabetização Científica, citadas durante o presente artigo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os resultados obtidos nesse projeto com os alunos do Ensino Fundamental I, considera-se que a Alfabetização Científica no ambiente escolar é um fator de grande importância para o desenvolvimento dos alunos, uma vez que ela colabora para o processo de formação de cada criança, contribuindo significativamente para que ela passe a compreender os experimentos, conceitos e valores abordados nas aulas práticas.

Deve-se frisar que o espaço escolar embora não seja o único espaço de construção de conhecimento, trata-se de um espaço privilegiado para que isso aconteça, constituindo-se, dessa forma, como um lugar essencial para a construção do saber científico e da cidadania das crianças. Sendo assim, as aulas práticas ao permitir que os alunos tivessem contato com os fenômenos abordados no ensino de Ciências de forma direta e autônoma, propiciou aos discentes a construção de um conhecimento que extravasa os muros escolares. Além disso, o incentivo à criatividade, ao pensamento e à escrita, durante a infância no ambiente escolar, pode vir a contribuir significativamente para suas tomadas de decisões e formação futura. Logo, o projeto promoveu o conhecimento do universo científico, potencializando a observação e as percepções de cada criança sobre os assuntos, além de ensinar que a Química pode ser divertida e que é parte integrante de seu entorno.

AGRADECIMENTOS

À escola, que apoiou a realização do projeto e trouxe seus queridos alunos para aprenderem mais sobre Ciências brincando. Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (Ifes) - campus Cariacica, por apoiar e ceder o espaço do laboratório de Química para o projeto Alfabetização Científica. À professora responsável por ministrar as aulas de laboratório, que cativou as crianças participantes e contribuiu para o seu processo de alfabetização. Às monitoras, pelo significativo trabalho e pesquisas excelentes.

REFERÊNCIAS

AULER, Décio. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência & Ensino*, Campinas, v. 1, n. esp., 2007.

BATTIROLA, Adriele Aparecida Araújo.; SILVA, Regina Aparecida da. Alfabetização e letramento nas séries iniciais. *ISCI - Revista Científica*, n. 01, 2018.

BRASIL, Gabriela Dipicoli.; MÜNCHEN, Silvia Vieira.; SCHWANKE, Cibele. Utilizando a ludicidade no ensino de ciências em uma escola pública de Porto Alegre: o fazer docente contextualizado e integrado além da sala de aula. Tear: *Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*, Canoas, v. 7, n. 2, p. 1-14, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/3208>>. Acesso em: 26 set. 2024.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. *Ensino de Ciências por investigação*: condições para implementação em sala de aula. Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. *et al. Investigar e Aprender Ciências*. Editora Sarandi, 2011.

CHASSOT, Attico. *Alfabetização científica*: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, n. 21, p. 157-158, 2002.

CHASSOT, Attico. *Alfabetização científica*: questões e desafios para a educação. 7. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2016.

FOUREZ, Gérard. Crise no ensino de ciências? *Investigações Em Ensino De Ciências*, v. 8, n. 2, 2003. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/542>>. Acesso em: 26 set. 2024.

GADELHA, Sylvio. *Biopolítica, governamentalidade e educação*: introduções e conexões a partir de Michel Foucault. Autêntica Editora, 2013.

GOMES, Maria Helena Rodrigues. *Apostila de Mecânica dos fluidos*. Universidade Federal de Juiz de

Fora, 2012.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. São Paulo: Cortez editora, 2017.

KRAMER, Sonia. Direitos da criança e projeto político pedagógico de educação infantil. In: BAZÍLIO, L.; KRAMER, S. **Infância, educação e direitos humanos**. São Paulo: Cortez, 2003.

LIMA, Tatieli Trindade.; CUNHA, Fernando Icaro Jorge.; DINARDI, Ailton Jesus. Letramento Científico e a Ludicidade: percepções de um grupo de professoras de Ciências da Natureza. **Revista Pedagógica**, Chapecó, v. 25, p. 1-28, 2023. Disponível em: <<https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/pedagogica/article/view/7488/3939>>. Acesso em: 26 set. 2024.

LIPMAN, Matthew. **O pensar na educação**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

LORENZETTI, Leonir.; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização Científica no contexto das séries iniciais. **Revista Ensaio – Pesquisa em Educação e Ciências**, v. 3, n. 1, p. 45-61, 2001.

MARTIN, Maria da Graça Moraes Braga.; BORGES, Assis Vieira. Desenvolvimento do conceito de densidade no ensino fundamental/*development of the concept of density in elementary education*. **Revista Dynamis**, v. 26, n. 1, p. 102-115, 2020.

MOREIRA, Herivelto. CALEFFE, Luiz Gonzaga. **Metodologia de pesquisa para o professor pesquisador**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

NAPONUCENA, Eugênia Pereira.; SILVA, Marcus Vinicius. A importância do lúdico na educação física para o desenvolvimento motor e cognitivo da criança na educação infantil. **Renef**, v. 14, n. 21, p. 110-132, 2023. Disponível em: <<https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/renef/article/view/8780/8514>>. Acesso em: 26 set. 2024.

PAPALIA, Diane E.; OLDS, Sally Wendkos.; FELDMAN, Ruth Duskin. **Desenvolvimento Humano**. 8ª ed. Porto Alegre: ARTMED, 2006.

PIAGET, Jean. **A formação do símbolo na criança**. 3. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

PIAGET, Jean. **A psicologia da criança**. Bertrand Brasil, 1998.

PIAGET, Jean. **Seis estudos de psicologia**. Tradução: Maria Alice Magalhães D' Amorim e Paulo Sergio Lima Silva - 24ª Ed. Rio de Janeiro: FORENSE UNIVERSITARIA, 1999.

QUEIROZ, Salete Linhares.; ALMEIDA, Maria José de. Do fazer ao compreender ciências: reflexões sobre o aprendizado de alunos de iniciação científica em química. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 1,

p. 41-53, 2004.

ROSA, Tiago Franceschini da.; LORENZETTI, Leonir.; LAMBACH, Marcelo. Níveis de Alfabetização Científica e Tecnológica na avaliação de Química do Exame Nacional do Ensino Médio. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 3, n. 1, 2019.

SALOMÃO, Hérica Aparecida Souza.; MARTINI, Marilaine.; JORDÃO, Ana Paula Martinez. **A importância do lúdico na educação infantil**: Enfocando a brincadeira e as situações de ensino não direcionado. 2015.

SASSERON, Lúcia Helena.; CARVALHO, Anna Maria Passos de. Alfabetização Científica: uma Revisão Bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, 2011.

SCHIRMANN, Jeisy Keli.; MIRANDA, Neiva Guimarães.; GOMES, Valdilea Fabricio.; ZARTH, Evani Luiza Fiori. Fases de desenvolvimento humano segundo Jean Piaget. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 6., 2019, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: Editora Realize, 2019. Disponível em:
<https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD1_SA9_ID4743_27092019225225.pdf>. Acesso em: 26 set. 2024.

SILVA, Celiane Mendes da.; SILVA JUNIOR, Talvanes Lins e.; PINTO JUNIOR, Ismar Macário Pinto Junior. Caracterização reológica de fluidos não newtonianos e sua aplicabilidade na indústria. **Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas** - UNIT, v. 5, n. 2, 2019.

SOUZA, Jucivania Felix de.; CAVALCANTE, Lígia Vieira da Silva.; DEL PINO, José Claudio. Alfabetização científica e/ou Letramento científico: reflexões sobre o Ensino de Ciências. **Revista Educar Mais**, v. 5, n. 5, p. 1299–1312, 2021. Disponível em:
<<https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/educarmais/article/view/2528>>. Acesso em: 26 set. 2024.

VASQUES, Edson José.; MENEGASSO, Paulo.; SOUZA, Mariano de. Explorando a conexão entre a mecânica dos fluidos e a teoria cinética. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 1, p. 1307, 2016.

VILLAR, Miriam Nogueira Duque. **“Hoje meu coração bateu na porta da minha casa”**: o protagonismo das crianças nas rodas de conversa na creche. 2020.

VIZZOTTO, Patrick Alves.; PINO, José Cláudio Del. O uso do teste de alfabetização científica básica no Brasil: Uma revisão da literatura. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 22, p. e15846, 2020.

VALIDAÇÃO DE UM APLICATIVO MÓVEL COMO RECURSO DIDÁTICO DIGITAL PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE PALEONTOLOGIA NO ENSINO MÉDIO

Welesson Portela de Aguiar¹

Diva Maria Borges-Nojosa²

RESUMO

Aplicativos educacionais têm se mostrado ferramentas eficazes no ensino de Biologia, podendo também viabilizar o estudo dos fósseis. Este artigo tem como objetivo investigar a eficácia do uso do aplicativo “PaleonApp” frente ao ensino tradicional, considerando sua aplicação de forma independente e integrada a essa abordagem, na promoção da aprendizagem significativa em Paleontologia. O *software* “PaleonApp” foi desenvolvido por meio da plataforma *MIT App Inventor* e integrado a uma sequência didática baseada na proposta da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, de Moreira (2011), sendo aplicado a dois conjuntos de estudantes do ensino médio, denominados grupo ET (n = 73) e grupo TE (n = 69). A pesquisa apresenta uma abordagem qualiquantitativa, na qual os participantes responderam a três questionários semiestruturados (Q1, Q2 e Q3), aplicados em diferentes momentos ao longo da sequência didática. A análise dos resultados, que incluiu respostas a questões de múltipla escolha e a avaliação de mapas conceituais, indicou que o uso do “PaleonApp” em sala de aula, bem como a ordem de sua utilização, potencializou a aprendizagem em relação à exposição tradicional do conteúdo. Observou-se que a ferramenta proporcionou aos alunos uma compreensão mais sólida sobre a paleofauna do noroeste cearense e noções básicas acerca dos fósseis. Conclui-se que o uso pedagógico de tecnologias digitais como ferramentas educacionais favorece o processo educativo, aprimorando o ensino e a aprendizagem, além de despertar a curiosidade e estimular a participação ativa dos estudantes.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino. Teoria da Aprendizagem Significativa. Fósseis. Tecnologia Digital.

¹ Universidade Federal do Ceará. E-mail: welessonportela@gmail.com.  <https://orcid.org/0000-0002-7595-2810>.

² Universidade Federal do Ceará. E-mail: dmbnojosa@gmail.com.  <https://orcid.org/0000-0002-8696-0170>.

VALIDATION OF A MOBILE APPLICATION AS A DIGITAL EDUCATIONAL RESOURCE FOR THE TEACHING AND LEARNING OF PALEONTOLOGY IN HIGH SCHOOL

ABSTRACT

Educational applications have proven to be effective tools in teaching Biology, and can also facilitate the study of fossils. This article aims to investigate the effectiveness of using the "PaleonApp" application compared to traditional teaching, considering its application independently and integrated with this approach, in promoting meaningful learning in Paleontology. The PaleonApp software was developed using the MIT App Inventor platform and integrated into a teaching sequence based on the Potentially Meaningful Teaching Unit proposal by Moreira (2011), being applied to two groups of high school students, designated as group ET (n = 73) and group TE (n = 69). The research presents a qualitative-quantitative approach, in which participants answered three semi-structured questionnaires (Q1, Q2, and Q3), applied at different times throughout the teaching sequence. The analysis of the results, which included answers to multiple-choice questions and the evaluation of concept maps, indicated that the use of PaleonApp in the classroom, as well as the order of its use, enhanced learning compared to the traditional presentation of the content. It was observed that the tool provided students with a more solid understanding of the paleofauna of northwestern Ceará and basic notions about fossils. It is concluded that the pedagogical use of digital technologies as educational tools favors the educational process, improving teaching and learning, as well as arousing curiosity and stimulating the active participation of students.

KEYWORDS: Teaching. Theory of Meaningful Learning. Fossils. Digital Technology.

1. INTRODUÇÃO

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) impulsionam uma transformação constante no campo educacional, rompendo os muros da escola e alinhando a aprendizagem às tendências pedagógicas contemporâneas. Nesse contexto, a onipresença dos dispositivos móveis os torna ferramentas pedagógicas estratégicas. Prova disso são os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024), que apontam que 84,4% dos jovens brasileiros, a partir dos 10 anos, já possuem celular próprio.

O acesso a recursos didáticos nesses dispositivos ocorre, conforme Santos e Freitas (2016), por meio de aplicativos (*apps*): *softwares* desenvolvidos para funções específicas que auxiliam o usuário em diversos aspectos. Atualmente, a diversidade de aplicativos educacionais disponíveis permite que, se utilizados de maneira adequada, proporcionem conhecimentos em áreas complexas, como a Biologia. Sob essa ótica, a utilização de tais ferramentas pode colaborar para a construção de uma aprendizagem significativa.

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), proposta por David Ausubel, estabelece que a assimilação de novos conhecimentos ocorre quando uma nova informação se relaciona, de maneira não arbitrária e substantiva, a conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo, denominados *subsunçores* (Moreira, 2013; Ostermann; Cavalcanti, 2011). Pelizzari *et al.* (2002) reforçam que, para que esse processo ocorra, são necessárias duas condições: a disposição do aluno para aprender e o caráter potencialmente significativo do conteúdo. Nesse sentido, artefatos tecnológicos como *smartphones* e *tablets* podem favorecer ambas as condições, ao elevar a motivação e o engajamento discente (Elias; Motta; Kalinke, 2020).

Apesar da relevância da Biologia no despertar do interesse pelo mundo vivo (Krasilchik, 2004), o ensino da disciplina enfrenta obstáculos, como o excesso de termos abstratos e a carência de metodologias diversificadas (Fialho, 2013). A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) sugere o uso de tecnologias para aproximar os conteúdos da realidade do aluno, destacando a Paleontologia como tema central para a compreensão da evolução da vida (Brasil, 2017). Contudo, a divulgação científica nessa área ainda é incipiente na educação básica, limitando-se a abordagens superficiais em livros didáticos (Alves; Lippi, 2021). Essa carência de contextualização é crítica em regiões como o Noroeste do Ceará, que abriga um rico patrimônio fossilífero (Viana, 2018), mas que permanece subexplorado nos currículos por falta de materiais específicos.

Dentro desta perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo analisar a potencialidade do uso do aplicativo educacional “PaleonApp”, em comparação com a exposição tradicional de ensino ou em conjunto com esta, como ferramenta facilitadora da aprendizagem significativa em Paleontologia, com ênfase na divulgação do patrimônio fossilífero da região Noroeste do estado do Ceará.

2. APLICATIVOS NO ENSINO DE BIOLOGIA E AS UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS

A Biologia dedica-se ao estudo da vida em suas múltiplas dimensões (Sadava *et al.*, 2009), contudo, no contexto escolar brasileiro, as aulas frequentemente se apresentam de forma teórica, o que compromete o interesse e o engajamento dos estudantes. Nesse cenário, a tecnologia móvel, já integrada ao cotidiano dos jovens em diversas atividades sociais, constitui uma ferramenta promissora para dinamizar o processo de ensino-aprendizagem. Apesar de seu potencial, a

disponibilidade de *softwares* específicos voltados ao ensino de Ciências Biológicas ainda é limitada: conforme Oliveira (2018), os recursos existentes dividem-se majoritariamente entre jogos didáticos (53%) e *E-books* (47%).

No campo da Paleontologia, essa escassez é ainda mais evidente. Brasil, München e Schwanke (2020) identificaram apenas quatro aplicativos disponíveis para o sistema *Android*, geralmente de caráter predominantemente lúdico ou restritos à reprodução de conteúdos genéricos oriundos de plataformas como *Wikipédia* e *YouTube*. Nenhum desses recursos contempla o patrimônio fossilífero brasileiro ou aborda as particularidades do estado do Ceará, o que acentua uma lacuna que dificulta a contextualização do ensino e sua aproximação da realidade local.

Diante desse panorama, torna-se premente o desenvolvimento de novos recursos digitais que promovam uma aprendizagem mais significativa, sirvam de apoio ao trabalho docente e contribuam para a contextualização dos conteúdos. No entanto, o uso de aplicativos, por si só, não garante benefícios pedagógicos quando aplicado de forma desarticulada. É necessário que o professor conheça as limitações inerentes a esses recursos, tais como a necessidade de acesso à internet, o tamanho dos arquivos — que pode restringir o uso em dispositivos com menor capacidade de armazenamento — e a possibilidade de incompatibilidade com determinados sistemas operacionais.

Nesse cenário, emergem as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), propostas por Moreira (2011) como sequências didáticas voltadas à promoção de uma aprendizagem significativa e não mecânica. Embora a UEPS apresente uma natureza teórica plural, ao integrar conceitos de autores como Novak, Gowin, Vygotsky, Vergnaud e Johnson-Laird, sua fundamentação tem como marco teórico central a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, consolidada em 1963. Para esse autor, a aprendizagem ocorre quando novas informações se relacionam, de forma não arbitrária e substantiva, a conhecimentos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo (Ostermann; Cavalcanti, 2011). Tais conhecimentos prévios, denominados *subsunçores*, podem ser imagens, símbolos ou conceitos que já possuem significado para o aprendiz (Ausubel; Novak; Hanesian, 1983) e que, segundo Moreira (1999), atuam como "âncoras cognitivas". Assim, ao servirem de base para a integração de novos saberes construídos em diferentes contextos sociais e educativos, os *subsunçores* tornam-se o ponto

de partida essencial para a aplicação de qualquer UEPS (Elias; Motta; Kalinke, 2020).

As UEPS baseiam-se em princípios como valorização dos conhecimentos prévios, interação social, proposição de situações-problema e diferenciação progressiva. De acordo com Moreira (2011), Oliveira (2020) e Oliveira, Angelo e Barbosa (2021), a estrutura de uma UEPS organiza-se em oito etapas: (1) definição do tópico; (2) identificação dos conhecimentos prévios; (3) apresentação de situações-problema iniciais; (4) exposição do conteúdo do geral ao específico; (5) retomada em maior nível de complexidade; (6) aprofundamento por atividades colaborativas; (7) avaliação do processo; e (8) avaliação final da aprendizagem.

Para acompanhar o progresso dos alunos, as UEPS utilizam frequentemente os mapas conceituais. Essa técnica, criada por Joseph Novak na década de 1970 como aplicação prática da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (Cavellucci, 2009), consiste em diagramas que mostram como os conceitos se conectam de forma lógica. Por meio deles, o professor consegue perceber se o estudante realmente integrou os novos conteúdos ao que já sabia ou se está apenas repetindo informações decoradas. No presente estudo, a UEPS foi adotada como referencial metodológico, passando por adaptações pontuais para melhor atender aos objetivos específicos da investigação.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa tem natureza aplicada, com objetivo descritivo e, do ponto de vista dos procedimentos técnicos, apresenta elementos de um estudo de caso (Prodanov; Freitas, 2013; Gil, 2008). A escolha metodológica fundamenta-se na singularidade e na expressiva relevância científica do patrimônio paleontológico da Região Norte/Noroeste do Estado do Ceará, reconhecida por seu amplo potencial fossilífero. Conforme sistematiza Viana (2018), a área concentra registros que se estendem desde evidências de atividade microbiana atribuídas ao Eo-Cambriano, na Bacia Jaibaras, até depósitos paleozoicos associados à Bacia do Parnaíba. Nesse recorte regional, destaca-se o município de Pacujá, cuja importância paleontológica se evidencia pela ocorrência de moldes de anêmonas-do-mar e icnofósseis de invertebrados marinhos preservados em litologias silurianas da Formação Ipu, os quais constituem testemunhos relevantes da biota marinha primitiva (Figura 1). Ademais, outros municípios da região apresentam impressões de organismos conchíferos, estruturas de rastreamento em depósitos das formações Tianguá e Jaicós, bem como vestígios de

megafauna quaternária, ampliando o espectro temporal e paleoambiental do patrimônio fossilífero regional (Viana, 2018).

Figura 1 – Fósseis de Pacujá (CE): A – molde de Anêmona-do-mar; B – Icnofóssil de invertebrado marinho atribuído ao icnogênero *Planolites*



Fonte: A – autor; B – Viana (2018)

No que se refere aos mecanismos de coleta das informações, empregou-se o uso de três questionários semiestruturados - Q1, Q2 e Q3, com a finalidade de registrar os conhecimentos prévios sobre assuntos inerentes à paleontologia, perceber os saberes adquiridos após abordagens pedagógicas e registrar mapas conceituais elaborados pelos estudantes. Ambos os questionários continham 10 questões objetivas com alternativas predefinidas, acrescidos de uma questão subjetiva de resposta livre no Q2 e no Q3.

Quanto à forma de abordagem do problema, caracteriza-se como uma pesquisa mista. O tocante quantitativo desse trabalho está representado principalmente por meio das análises estatísticas das respostas objetivas, a fim de compreender possíveis aquisições de conhecimento. Complementando essa abordagem, a porção qualitativa se concentra na verificação de coerências nos mapas conceituais. A escolha pela abordagem mista segue Minayo, Deslandes e Gomes (2007), os quais entendem que dados qualiquantitativos se complementam, pois há interação entre a realidade por eles abrangida, reduzindo, dessa forma, qualquer dicotomia.

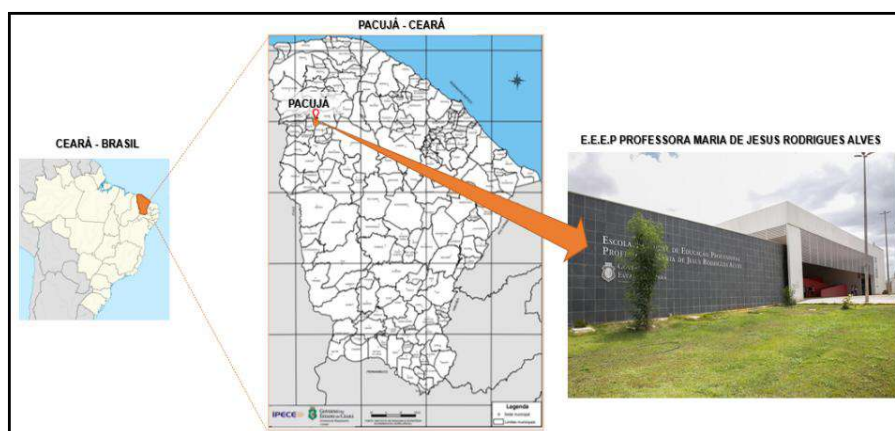
3.1 SUJEITOS E CAMPO DE PESQUISA

A pesquisa envolveu 142 estudantes da 1ª série do Ensino Médio, distribuídos em quatro turmas de uma Escola Estadual de Educação Profissional (E.E.E.P.), localizada no município de Pacujá, Ceará (Figura 2), pertencente à área de planejamento do Sertão de Sobral e situada a

aproximadamente 298 km da capital, Fortaleza (IPECE 2015). Os participantes estavam regularmente matriculados nos cursos técnicos de Administração (turma A), Contabilidade (turma B), Desenvolvimento de Sistemas (turma C) e Secretaria Escolar (turma D).

Para investigar o potencial da utilização do aplicativo educacional na aprendizagem sobre paleontologia, em comparação ou em conjunto com a aula expositiva teórica tradicional, foi necessário dividir as quatro turmas em dois grupos de pesquisa, de acordo com a ordem em que as abordagens foram realizadas (Tabela 1). Em atenção aos princípios éticos, a pesquisa foi submetida e autorizada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Ceará (UFC) (Processo nº 5.726.922).

Figura 2 – Localização da Escola Estadual de Ensino Profissionalizante localizada no município Pacujá – Ceará



Fonte: Adaptado de IPECE (2021) e TUBS (2024).

Tabela 1 – Divisão das turmas em grupos de pesquisa considerando a abordagem pedagógica realizada

Nome do grupo	Turmas de 1º série	Descrição da Abordagem Pedagógica	Resumo da abordagem
ET	Administração (A) e Desenvolvimento de Sistemas (C)	Nas primeiras aulas sobre o conteúdo, os participantes tiveram acesso e utilizaram o aplicativo “PaleonApp”; posteriormente, foram submetidos à aula expositiva teórica com auxílios de <i>slides</i> em projetor multimídia.	Experimental → Tradicional
TE	Contabilidade (B) e Secretaria Escolar (D)	Nas primeiras aulas sobre o conteúdo, os participantes foram submetidos a aulas expositivas teóricas com utilização de <i>slides</i> em projetor multimídia; posteriormente, tiveram acesso e utilizaram o aplicativo “PaleonApp”.	Tradicional → Experimental

Fonte: elaborada pelos autores.

3.2 A CONSTRUÇÃO DO APLICATIVO PALEONAPP

Foi desenvolvido, por meio da plataforma MIT App Inventor, o *software* educacional denominado “PaleonApp”. Esse aplicativo foi pensado para atender às necessidades de estudantes em âmbito regional, contribuindo para a compreensão de aspectos gerais da paleontologia e, em especial, da paleofauna da Mesorregião Noroeste do estado do Ceará. Após algumas correções, o aplicativo foi aprovado e disponibilizado gratuitamente na loja de aplicativos Google Play Store e no *link*: <https://abre.ai/paleonappufc>.

O “PaleonApp” (Figura 3) foi estruturado em quatro seções de interesse didático, projetadas para funcionar integralmente em modo *offline*, com exceção de uma única seção. A primeira, intitulada “Paleontologia – o que é?”, apresenta conteúdos textuais acompanhados de perguntas-desafio sobre conceitos e curiosidades da paleontologia geral. A segunda seção, “Fósseis da Região”, reúne imagens e descrições de registros fóssilíferos da região Noroeste/Norte do Ceará, organizadas em um menu de navegação intuitivo. A terceira, “PaleoQUIZ”, propõe um jogo de perguntas e respostas baseado nas informações abordadas nas duas primeiras seções, estimulando a fixação dos conteúdos. Por fim, a seção “Complementando os estudos” é a única que requer acesso à internet, pois oferece *links* para *sites*, *e-books* e canais do YouTube cuidadosamente selecionados, que disponibilizam informações atualizadas e alinhadas com o rigor científico.

Figura 3 – Aplicativo “PaleonApp”: A – Parte da tela inicial; B – Início da Seção “Paleontologia – o que é?”; C – Seção “Fósseis da Região”; D – Seção “PaleoQUIZ”; E – Seção “Complementando os estudos”



Fonte: elaborada pelos autores.

3.3 USO DO “PALEONAPP” VINCULADO À TAS EM UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Optou-se pelo uso da TAS para verificar vestígios da aprendizagem. Nesse âmbito, foram identificados como possíveis subsunçores sobre paleontologia: fósseis, tipos de rochas, diversidade de seres vivos e noções básicas de evolução. Para averiguar a contribuição do “PaleonApp” no entendimento de noções básicas da paleontologia, realizou-se uma sequência de encontros com os dois grupos predefinidos (ET e TE), seguindo Moreira (2011) para o desenvolvimento de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. Nesse contexto, montou-se uma Sequência Didática (SD), com seis encontros por grupo de estudantes, com duração individual de uma hora/aula – 50 minutos – (Tabela 2), que viabilizou o uso do aplicativo em sala de aula.

Tabela 2 – Cronograma resumido dos encontros realizados com os grupos ET e TE

Encontro	Data	Duração	Ações
Primeiro	21/11/2022	1 h/a	Convite para a participação da pesquisa e distribuição do TALE e TCLE
Segundo	22/11/2022	1 h/a	Recolhimento dos TALE e TCLE; <u>Aplicação de Q1</u>
Terceiro	22/11/2022	2 h/a	Grupo ET Intervenção experimental com utilização do <i>PaleonApp</i> , em especial os recursos Paleontologia – o que é?; Fósseis da Região e PaleoQUIZ! Grupo TE Intervenção tradicional com utilização de <i>slides</i> , projetor multimídia e exposição do conteúdo
Quarto	28/11/2022	1 h/a	<u>Aplicação de Q2</u>
Quinto	29/11/2022	1 h/a	Grupo ET Intervenção tradicional para revisão da temática – uso de <i>slides</i> , projetor multimídia e exposição do conteúdo Grupo TE Intervenção experimental para revisão da temática – utilização do “PaleonApp”
Sexto	30/11/2022	1 h/a	<u>Aplicação de Q3</u>

Fonte: elaborada pelos autores; Legenda: Q1 – Questionário 1; Q2 – Questionário 2; Q3 – Questionário 3; TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido; TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

3.4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS COLETADOS

As respostas para as dez perguntas objetivas relacionadas à paleontologia que se repetiam nos três questionários (Q1, Q2 e Q3), foram transferidas para planilhas eletrônicas do *software* Microsoft Office Excel (Professional Plus 2019). Partiu-se do pressuposto que a quantidade de acertos é diretamente proporcional ao grau de conhecimento do aluno sobre os assuntos abordados. As perguntas, identificadas com um código específico (Tabela 3), eram relacionadas a temáticas da

paleontologia e que foram abordadas durante as intervenções pedagógicas experimental e tradicional. Os resultados são apresentados na seguinte forma estatística padronizada: ($X \pm DP$), onde X representa a média e DP, o desvio padrão.

Para que a investigação sobre as evidências de aprendizagem ocorresse de maneira mais embasada, utilizaram-se os seguintes testes estatísticos: "Mann-Whitney" para amostras independentes (ao comparar as médias de acertos dos dois grupos de pesquisa); e o "teste de Wilcoxon" para as amostras pareadas (ao analisar as médias de acertos dos grupos em momentos diferentes). Para averiguar as diferenças significativas nas médias de acertos de cada grupo nos questionários 1 (Q1), 2 (Q2) e 3 (Q3), aplicou-se o teste não paramétrico de Friedman, para evidenciar se possíveis ganhos ou prejuízos de conhecimentos são expressivos ou não. Foi utilizado o *software* BioEstat, versão 5.3, para auxiliar na análise dos testes, e a justificativa das escolhas desses testes inferenciais pode ser corroborada por Zanetta (2023), considerando que tais instrumentos estatísticos permitem deduzir características da população analisada, tirar conclusões, descrevê-la e testar hipóteses.

Tabela 3 – Objetivos das perguntas relacionadas à Paleontologia aplicadas aos estudantes.

Código	Temática	Objetivo
P1	Conceito de Paleontologia	Verificar se o aluno compreende o conceito de Paleontologia por meio da dedução do trabalho do paleontólogo.
P2	Conceito de Fósseis	Perceber se o estudante tem noção do que representam os fósseis.
P3	Fósseis em Pacujá-CE	Constatar se o estudante tem conhecimento de que há registros fossilíferos no território pertencente ao município onde se localiza a sua escola.
P4	Paleofauna de Pacujá-CE	Confirmar se o aluno conhece quais são os registros fossilíferos mais ocorrentes no município de Pacujá-CE.
P5	Importância dos Museus	Verificar se o discente tem ciência da relevância dos museus na proteção dos registros fósseis.
P6	Tipos de fósseis e o processo de fossilização	Averiguar se o estudante consegue diferenciar os principais tipos de fósseis (restos/somatofósseis e vestígios), assim como apresenta noções básicas sobre o processo de fossilização.
P7	Paleofauna da Mesorregião Noroeste do Ceará	Aferir acerca de saberes da paleofauna presente na Mesorregião Noroeste cearense.
P8	Tipos de Fósseis	Verificar se o estudante é capaz de distinguir diferentes tipos de fósseis, em especial, no caso dessa pergunta, os somatofósseis.
P9	Idade de um registro biológico para ser considerado fóssil	Identificar se os alunos compreendem que, para alguns autores, um fóssil verdadeiro deve ter mais de 11 mil anos de idade.
P10	Paleofauna da Mesorregião Noroeste do Ceará	Aferir acerca de saberes da paleofauna registrada para a Mesorregião Noroeste cearense.

Fonte: elaborada pelos autores.

Além da investigação quantitativa, também foi realizada a interpretação qualitativa dos mapas conceituais, solicitados no final dos questionários 2 e 3. Considerando que os alunos tiveram pouco tempo para responder aos questionários (50 minutos), a avaliação dos mapas focou mais na relação lógica entre eles e preocupou-se menos com a quantidade de conceitos e termos de ligação. Moreira (2006) sugere que, para a análise do mapa, não se deve atribuir uma pontuação (escore), mas interpretá-lo de maneira que se possa perceber evidências de uma aprendizagem significativa.

Assim, com base em critérios adaptados de Ruiz-Moreno *et al.* (2007), foram considerados os seguintes aspectos: conceitos, inter-relações e estrutura lógica. A partir desses critérios, os mapas conceituais foram classificados como SATISFATÓRIOS, quando apresentavam oito ou mais conceitos claros e precisos, com poucos equívocos, relações majoritariamente corretas e boa organização estrutural, evidenciando aprendizagem significativa; PARCIALMENTE SATISFATÓRIOS, quando continham entre cinco e sete conceitos, relações predominantemente corretas e estrutura simplificada, indicando evidências limitadas de aprendizagem; e INSATISFATÓRIOS, quando apresentavam cinco ou menos conceitos, ausência de estruturação lógica, conexões equivocadas ou o espaço do mapa em branco, sugerindo baixa assimilação dos conteúdos estudados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CONHECIMENTOS PRÉVIOS: O QUE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO DE UMA ESCOLA PÚBLICA ESTADUAL JÁ SABEM SOBRE PALEONTOLOGIA?

No questionário Q1, com perguntas sobre Paleontologia, esperava-se que, se o estudante fosse capaz de interpretar e compreender os conceitos abordados nas perguntas, sua resposta seria correta, indicando que ele já possuía conhecimento prévio sobre o tema. Diante disso, foram atribuídas pontuações aos alunos dos dois grupos, de acordo com a quantidade de acertos.

Os resultados do grupo ET mostraram $5,55 \pm 1,54$ de respostas corretas, enquanto do grupo TE apresentaram $5,52 \pm 1,69$. Ao comparar esses acertos por meio do teste Mann-Whitney, com um nível de significância a 5% ($p = 0,05$), obteve-se um valor $p = 0,92$. Sendo o valor $p > 0,05$, a hipótese nula (H_0) é aceita, ou seja, não há diferença significativa entre os grupos de estudantes quanto aos conhecimentos prévios em Paleontologia.

Ao investigar o grupo ET (Tabela 4), verifica-se que as perguntas com maior frequência de acertos ($>50\%$), foram P1, P2, P5, P7 e P10, deduzindo-se que os estudantes desse grupo apresentam

uma boa compreensão sobre os conceitos de Paleontologia e fósseis, entendem a relevância dos museus e apresentam uma noção básica acerca da paleofauna da Mesorregião Noroeste cearense. A maioria, por exemplo, sabe que em Irauçuba-CE já foram encontrados fragmentos de preguiça-gigante e ainda identificou que nessa região, além de fósseis de mamíferos gigantes, médio e pequeno porte, também existem registros de répteis, anfíbios e invertebrados. Em contrapartida, pelo baixo desempenho em P3, P4, P6, P8 e P9, nota-se que a maioria dos estudantes do grupo ET não apresenta noções concretas sobre a paleofauna registrada no município de Pacujá-CE, onde se localiza a escola em que estudam, não conseguem diferenciar os tipos de fósseis e não compreendem que a idade determina a veracidade de um fóssil, conforme Branco (2014). Já no grupo TE, a maior frequência de acertos foi registrada em P1, P2, P3, P5 e P10, e os menores índices de acertos em P4, P6, P7, P8 e P9, mostrando que existe muitas similaridades entre os grupos. No entanto, vale ressaltar as diferenças que os grupos apresentam: a P3 foi acertada pela maioria dos integrantes de TE, ou seja, mais estudantes do grupo TE sabem que já foram encontrados fósseis em Pacujá-CE, bem como sabem até que tipos de registros fossilíferos foram encontrados nesse município, em comparação com o grupo ET; pelo percentual de estudantes que acertaram P7 e P10 em cada grupo, constata-se mais integrantes no grupo ET que conhecem aspectos da paleofauna da Mesorregião Noroeste cearense.

Tabela 4 – Resultados das respostas dos estudantes dos grupos ET e TE referentes ao Q1

Questão	Objetivo	Resultados (%)	
		Grupo ET	Grupo TE
P1	Compreender o conceito de Paleontologia	82,2	84,1
P2	Ter noção do que são fósseis	75,3	84,1
P3	Saber que existem registros fossilíferos no município da escola	49,3	59,4
P4	Saber quais são os registros fossilíferos mais ocorrentes no município da escola	28,8	46,4
P5	Ter ciência da relevância dos museus para preservar os fósseis	93,2	88,4
P6	Conseguir diferenciar os tipos de fósseis	47,9	49,3
P7	Conhecer a paleofauna presente na mesorregião da escola	56,2	46,4
P8	Conseguir distinguir os tipos de fósseis	34,2	26,1
P9	Saber que um fóssil verdadeiro deve ter mais de 11 mil anos	11,0	7,2
P10	Conhecer a paleofauna registrada para a mesorregião da escola	76,7	60,9

Fonte: elaborada pelos autores.

De acordo com os resultados obtidos, é possível detectar que a maioria dos estudantes dos dois grupos apresentam *subsunções* relacionados ao conceito de paleontologia e sabem o que os

fósseis representam. Além disso, verificam-se conhecimentos prévios relacionados à importância dos museus na preservação e divulgação dos restos ou vestígios de seres do passado, bem como uma percepção da paleofauna da Mesorregião Noroeste cearense. A hipótese que se esperava era que muitos alunos acreditassem que haveria registros de dinossauros para essa região, partindo do pressuposto de que a palavra "fósseis" normalmente tem um estereótipo ligado aos grandes répteis, mas não foi a resposta considerada pela maioria dos alunos.

Por outro lado, a maioria deles não conhece os tipos de registros paleofaunísticos encontrados no município de Pacujá-CE, onde a escola está localizada. Esse resultado é semelhante ao relatado por Heirich *et al.* (2015), que observaram, por um questionário prévio, que a maioria dos alunos do Ensino Fundamental e Médio do município de Tibagi-PR desconhece o patrimônio fóssilífero da própria localidade. Da mesma forma, Duarte *et al.* (2016) evidenciaram na rede estadual de ensino no Rio de Janeiro que 83,4% dos alunos sequer compreendem o conceito de Paleontologia.

Comparando os resultados aqui obtidos com a pesquisa de Duarte *et al.* (2016), constata-se que a maioria dos estudantes do Ceará apresentou uma compreensão mais adequada sobre os conceitos de Paleontologia e fósseis. Entretanto, sabe-se que a forma como os discentes foram questionados nas duas pesquisas, as diferenças de contexto social e cultural podem ter influenciado nesses contrastes. Outro ponto, é que a maioria dos alunos das duas pesquisas não apresentaram conhecimento suficiente para diferenciar os tipos de fósseis, nem o conhecimento da datação mínima exigida para definição do registro fóssilífero, denotando a necessidade de aprofundamento no conhecimento paleontológico. De acordo com Boss (2009), para que um conceito seja assimilado, é necessário que a estrutura cognitiva passe inicialmente por diferenciação progressiva, que se dá à medida que a assimilação sequencial de novos significados ocorre a partir de sucessivas exposições a novos materiais potencialmente significativos.

4.2 UTILIZAÇÃO DO “PALEONAPP” VERSUS ABORDAGEM TRADICIONAL DE ENSINO

Após a avaliação dos conhecimentos prévios dos alunos, foram realizadas intervenções pedagógicas distintas nos grupos ET e TE abordando temáticas da Paleontologia. O grupo ET utilizou o aplicativo “PaleonApp” como intervenção experimental, enquanto o grupo TE teve aulas

expositivas tradicionais com a utilização de *slides* sobre os mesmos temas estudados pelo grupo ET. Após essas intervenções, foi aplicado o questionário Q2 para cada grupo, contendo as mesmas perguntas específicas de Paleontologia do Q1, acrescido de uma questão que solicitava a elaboração de um mapa conceitual.

Os dados das respostas objetivas revelaram que a média de acertos do grupo ET, que usou o “PaleonApp”, foi $8,07 \pm 1,36$, sendo maior do que a média do grupo TE, que não utilizou, que foi $7,35 \pm 1,86$. O teste comparativo para amostras independentes de Mann-Whitney, que verifica se a diferença é estatisticamente significativa com $p = 0,05$, obteve $p = 0,0093$, e sendo $p < 0,05$, a hipótese nula (H_0) é rejeitada, indicando que as intervenções provocaram diferença significativa sobre o conhecimento em Paleontologia entre os dois grupos de estudantes.

Porém, confrontando estes dados com as médias obtidas antes das intervenções (experimental e tradicional) por meio de Q1, percebe-se um aumento de aprendizagem nos dois grupos. Reforçando esse indicativo, foi realizado o teste de Wilcoxon para $p = 0,05$ com os dois grupos, comparando as médias de acertos em Q1 e Q2. Em ambos, obteve-se $p < 0,0001$, que é muito baixo e comprova uma diferença bastante significativa e conseqüentemente um aumento na aprendizagem após as intervenções realizadas. Entretanto, o ganho de aprendizagem na diferença percentual da média de acertos em Q2, em relação a Q1, foi maior no grupo ET (45,4%) em comparação com o grupo TE (33,1%).

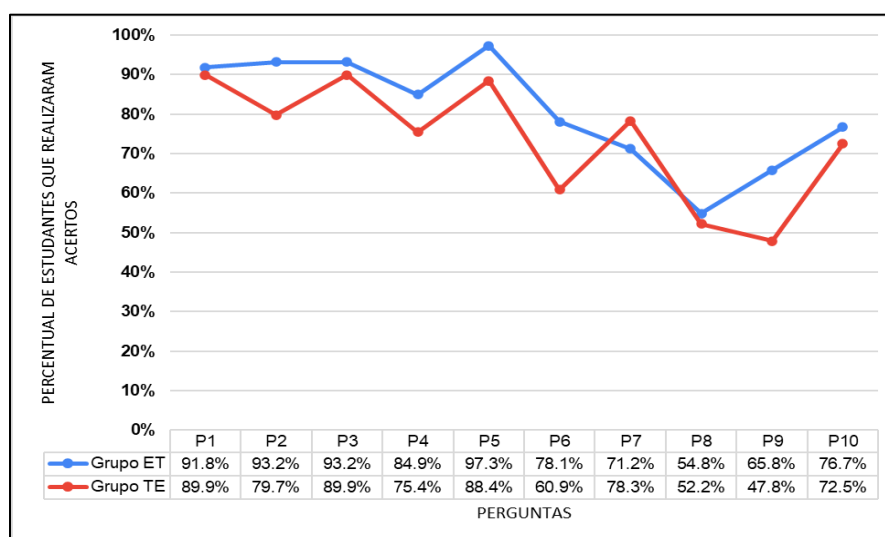
Em paralelo a esse contexto, ao examinar o desempenho dos dois grupos de pesquisa em relação às perguntas de Q2, observa-se que os estudantes que tiveram acesso à sequência de aulas com a utilização do aplicativo “PaleonApp” apresentaram melhor desempenho em 9 das 10 perguntas (Figura 4). Apenas na P7, o grupo TE (78,3%) apresentou uma porcentagem maior de acertos da pergunta em comparação ao grupo ET (71,2%).

É admissível supor que algumas informações prévias errôneas manifestadas pelos estudantes configuravam aquilo que Bachelard (1996) denomina de obstáculos epistemológicos, isto é, conhecimentos anteriores cristalizados que dificultam o avanço do pensamento científico. Nesse sentido, tais concepções foram progressivamente problematizadas e superadas ao longo das intervenções metodológicas, sendo substituídas por explicações cientificamente fundamentadas, com destaque para a abordagem mediada pelo “PaleonApp”. Isso pode ser interpretado como uma

construção de novos significados pelos estudantes, uma vez que o novo conhecimento interagiu com suas ideias prévias (*subsunções*), resultando em uma reorganização cognitiva e na construção de um novo entendimento da compreensão sobre o tema abordado. Em relação a isso, Moreira (2013, p. 6) ratifica com a seguinte afirmação:

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-litera e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (Moreira, 2013, p.6).

Figura 4 – Percentual de estudantes dos grupos ET e TE que responderam corretamente às perguntas do Q2, aplicado após a primeira intervenção pedagógica



Fonte: elaborada pelos autores.

À luz do pensamento de Rodrigues, Gonçalves e Coutinho (2020), o uso de *apps* no ambiente escolar implica refletir sobre uma gama de vantagens, além da possibilidade de apoiar novos métodos pedagógicos que traga contextualização à realidade estudantil. É possível assumir que o trabalho aqui desenvolvido veio para evidenciar e reforçar a relevância dos aplicativos educacionais como uma ferramenta inédita e relevante no processo de ensino e aprendizagem acerca de temáticas da Paleontologia.

Outros estudos anteriores, como o realizado por Freitas, Castro e Maia (2019), que utilizaram o aplicativo “Órgãos 3D” para o ensino de reprodução e anatomia humana com alunos do ensino médio em uma escola pública estadual de Fortaleza – CE, corroboram as informações e interpretações apresentadas nessa pesquisa. No estudo anterior, as autoras verificaram, comparando o pré e o pós teste, que o uso do aplicativo aumentou em 43% o rendimento dos alunos.

Entretanto, nesse estudo, diferentemente do método utilizado neste trabalho, não houve comparação com intervenção expositiva tradicional.

Marques (2019), que elaborou, e validou, um aplicativo de Realidade Aumentada (RA) sobre o tema “Biomass Brasileiros – RABIOMAS”, constatou que o grupo controle, submetido apenas a uma abordagem tradicional de ensino, apresentou um desempenho maior do que o grupo experimental, que fez uso da aplicação. Porém, não deixou de existir a efetiva contribuição do *app* RABIOMAS de forma significativa, motivo pelo qual a autora defende que o uso desse recurso tecnológico deve ser realizado de forma complementar ao estudo, e não como única forma metodológica. Esta questão motivou a inclusão do objetivo de elucidar a melhor viabilidade de utilização do “PaleonApp”, se como ferramenta única ou de apoio às aulas tradicionais, bem como encontrar o melhor momento de sua aplicação, se antes ou depois das aulas tradicionais.

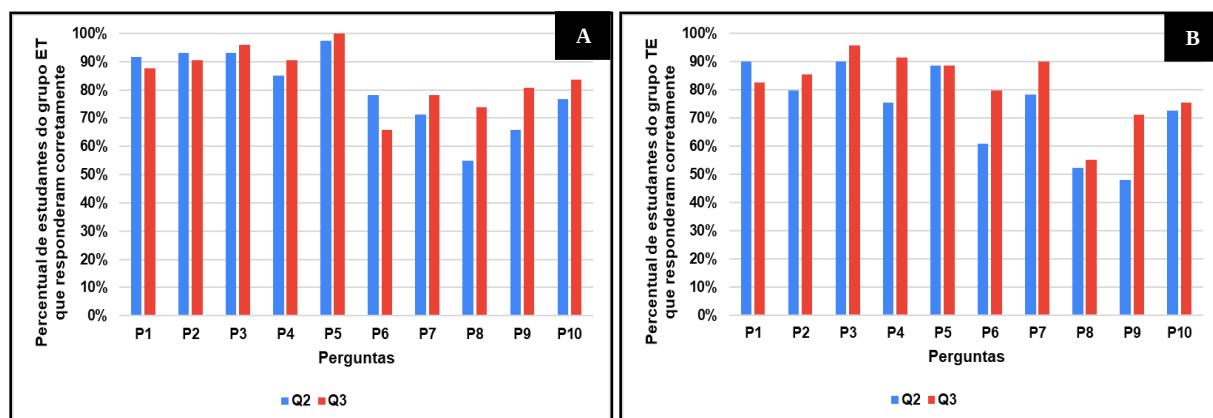
4.3 O APLICATIVO “PALEONAPP” ALIADO À ABORDAGEM TRADICIONAL DE ENSINO

Dando continuidade à SD proposta, foram realizadas novas intervenções, com o intuito de apenas revisar os assuntos, submetendo os grupos a abordagens diferentes em relação aos encontros iniciais. Realizou-se um encontro com o grupo ET para reaver as temáticas paleontológicas utilizando metodologia tradicional de ensino, através da exposição oral e apresentação de *slides*. Já no grupo TE, utilizou-se o “PaleonApp” de maneira guiada, recapitulando os conceitos estudados nas aulas expositivas tradicionais. Após essa segunda intervenção com os grupos, foi realizada a aplicação do terceiro questionário (Q3), contendo perguntas específicas de paleontologia idênticas às questões em Q2.

Com base na análise dos dados, observou-se que as médias de acertos dos dois grupos ficaram bastante próximas após a segunda intervenção pedagógica (Figura 5). As médias de acertos após a recapitulação variaram da seguinte forma: o grupo ET obteve $8,47 \pm 1,31$ após a aula tradicional, enquanto o grupo TE obteve $8,14 \pm 1,79$ após o uso do aplicativo. Para verificar se houve diferenças significativas, foi utilizado novamente o teste de Mann-Whitney, com nível de significância $p = 0,05$. O teste revelou $p = 0,2113$. Sendo $p > 0,05$, aceita-se (H_0), indicando que não houve diferença significativa entre as médias de acertos dos dois grupos, conforme previsto. Deduz-

se que a utilização do aplicativo “PaleonApp” é efetiva, tanto como material para introduzir os assuntos paleontológicos quanto para complementar aulas expositivas.

Figura 5 – Frequência de acertos em cada pergunta objetiva em Q2 e Q3: A – Para o grupo ET; B – Para o grupo TE



Fonte: elaborada pelos autores.

Quanto ao uso do “PaleonApp” como instrumento auxiliar de ensino no grupo TE, comparando as médias de acertos nos questionários Q2 e Q3, nota-se que em Q3 = $8,14 \pm 1,79$, o que significa cerca de 10,85% superior à média de acertos em Q2 = $7,35 \pm 1,86$. Foi realizado o teste de Wilcoxon, considerando nível de significância = 5%, e obteve-se $p = 0,0051$, sendo possível rejeitar (H_0) e indicar uma discrepância estatisticamente significativa entre as médias. Por outro lado, o grupo ET, que teve a aula de revisão pela metodologia tradicional, também apresentou um ganho de aprendizagem, equivalente a 4,92% (média de acertos em Q3 = $8,47 \pm 1,31$; em Q2 = $8,07 \pm 1,36$), mesmo após já ter tido contato prévio com o conteúdo por meio do “PaleonApp”. Apesar de ser pequena, o teste de Wilcoxon mostrou um $p = 0,0437$, indicando uma discrepância estatisticamente considerável entre as médias de notas obtidas antes e após a segunda intervenção.

Realizou-se, ainda, a análise da taxa de respostas corretas de cada pergunta do Q3 em comparação com Q2, para os dois grupos de pesquisa (Figura 5). Para o grupo ET, nota-se que houve aumentos percentuais nas perguntas P8 (+19,2%), P9 (+15,1%), P7 (+6,8%), P10 (+6,8%), P4 (+5,5%), P3 (+2,7%) e P5 (+2,7%), indicando que a maioria das temáticas tiveram um acréscimo positivo nos conhecimentos dos estudantes após a revisão com abordagem tradicional. Os maiores avanços (>10%) foram quanto aos tipos de fósseis, especificamente somatofósseis (P8), e a idade mínima para ser considerado fóssil (P9). Todavia, ocorreu um fenômeno intrigante de redução na taxa de

acertos em P1 (-4,1%), P2 (-2,7%) e P6 (-12,3%), que podem estar relacionados a possíveis dúvidas não esclarecidas. Em relação ao grupo TE, observa-se que os maiores avanços na aprendizagem (>10%) foram nas temáticas sobre a paleofauna do município de Pacujá-CE (P4), tipos de fósseis (diferença entre somatofósseis e vestígios) e processos de fossilização (P6), paleofauna da Mesorregião Noroeste cearense (P7) e idade mínima para ser considerado um fóssil (P9). Porém, novamente houve redução, em P1 (7,2%). É possível explicar a redução em P1, que ocorreu nos dois grupos, deduzindo-se que a atração dos estudantes por conhecerem os fósseis, principalmente após a liberação para utilizarem o aplicativo, foi bem superior ao interesse por conhecer os conceitos básicos da Paleontologia.

Em síntese, constatou-se que a sequência de aulas, ao mesclar a abordagem tradicional de ensino com a utilização do aplicativo educacional, seja como recurso complementar, seja como estratégia de introdução dos conteúdos, promoveu avanço na aprendizagem das temáticas paleontológicas propostas. Aplicando-se o teste de Friedman relacionando Q1, Q2 e Q3 para ambos os grupos de pesquisa, obteve-se $p < 0,0001$, indicando que há evidência estatística para rejeitar $H(0)$ de que não há diferença entre os momentos comparados. Nisso, o teste de Friedman corrobora que houve crescimento significativo da aprendizagem para os dois grupos ao longo dos três momentos avaliados: antes de qualquer intervenção (Q1), após a primeira intervenção (Q2) e depois da segunda intervenção (Q3) - Tabela 5. É notável que no grupo ET os valores de desvio padrão tenderam a diminuir ao longo da sequência de aulas (Q1= 1,54; Q2= 1,36; Q3= 1,31), indicando uma redução na variabilidade dos dados. Esse fato não é observado para o grupo TE (Q1= 1,69; Q2= 1,86; Q3= 1,79), mostrando mais dispersão em relação à média. Porém, em ambos os grupos existe crescimento da mediana, evidenciando que a distribuição dos dados, após cada momento, foi se concentrando em valores maiores. Além disso, comparando a média de acertos do questionário final de ET (Q3 = 8,47) com o questionário de conhecimentos prévios (Q1 = 5,55), verifica-se um aumento de 52,6% no nível de conhecimentos, enquanto para TE o aumento foi de 47,5% em saberes paleontológicos.

Ademais, embora o método tradicional de ensino proporcione conhecimentos, esses podem ser pouco assimilados, já que são apresentados de maneira que não conseguem despertar a curiosidade e o interesse dos alunos, resultando em um aprendizado mecânico. Por isso, é

importante complementar as sequências de aulas com metodologias que estimulem a participação ativa dos discentes na busca pelo saber. Nesse âmbito, os aplicativos educacionais, como “PaleonApp”, podem ser ferramentas poderosas quando utilizadas de maneira planejada. Inclusive, tais instrumentos podem colaborar para o despertar do estudante e sua disposição para aprender, que consiste em uma das condições necessárias para que as novas informações sejam conectadas às suas estruturas de conhecimento e adquiram significado a partir da relação com seu conhecimento prévio (Pelizzari *et al.*, 2002). Nesse sentido, é admissível afirmar que a combinação da exposição tradicional com o uso de aplicativos educacionais pode ser grande influenciador de uma aprendizagem mais efetiva.

Tabela 5 – Comparação de dados estatísticos (média, desvio padrão, mediana e valor *p* de Friedman) do grupo ET e TE, em relação a diferentes momentos interventivos

Intervenção	Grupo ET (n = 73)			Grupo TE (n = 69)		
	Acertos (X ± DP)	Mediana	<i>p</i> (Friedman)	Acertos (X ± DP)	Mediana	<i>p</i> (Friedman)
Nenhuma (Q1)	5,55 ± 1,52	6	-----	5,52 ± 1,68	5	-----
Utilização do aplicativo “PaleonApp” (Q2)	8,07 ± 1,48	8	<0,0001	7,35 ± 1,85	8	<0,0001
Revisão de conteúdo com abordagem tradicional (Q3)	8,47 ± 1,31	9	-----	8,14 ± 1,77	8	-----

Fonte: elaborada pelos autores; Legenda: n = número de indivíduos participantes; X = média; DP = Desvio padrão.

4.4 ANÁLISE QUALITATIVA DOS DADOS: O QUE REVELAM OS MAPAS CONCEITUAIS QUANTO À APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM PALEONTOLOGIA?

A análise dos Mapas Conceituais (MCs) construídos pelos estudantes dos grupos ET e TE foi realizada com a finalidade de constatar novas evidências da aprendizagem significativa. A construção dos MCs ocorreu ao final do Q2 (após a primeira intervenção) e ao final de Q3 (após a segunda intervenção), relacionados aos assuntos que foram vistos nas aulas. Assim, foi possível comparar a qualidade dos mapas conceituais gerados após as duas intervenções (Tabela 6).

Conforme esperado, e predefinidos por Tavares (2007) e Moreira (2006), os MCs “satisfatórios” (Figura 6-A) apresentaram conceitos organizados de forma clara e precisa, seguindo o princípio da diferenciação progressiva, que implicou uma organização hierárquica do conteúdo na

estrutura cognitiva. Por outro lado, os MCs "parcialmente satisfatórios" apresentaram uma estrutura simplificada, com poucos conceitos e proposições interligados, refletindo uma assimilação limitada das informações. Esses mapas, apesar de simplificados, demonstraram sinais de aprendizagem significativa, evidenciada por uma coerência na conexão dos conceitos. Já os MCs "insatisfatórios" apresentaram poucos conceitos conectados, de maneira superficial e equivocada, indicando uma ausência de aprendizagem significativa sobre os assuntos abordados.

Tabela 6 – Comparativo da qualidade dos mapas conceituais elaborados por estudantes dos grupos ET e TE após as duas intervenções pedagógicas

Intervenção	Qualidade dos Mapas					
	Satisfatório		Parcialmente satisfatório		Insatisfatório	
	ET	TE	ET	TE	ET	TE
1ª Intervenção						
ET = utilização do “PaleonApp” /						
TE = exposição oral tradicional	50,7%	27,5%	27,4%	49,3%	21,9%	23,2%
2ª Intervenção						
ET = revisão com exposição oral						
tradicional /						
TE = utilização do “PaleonApp”	67,1%	55,1%	26%	37,7%	6,9%	7,2%

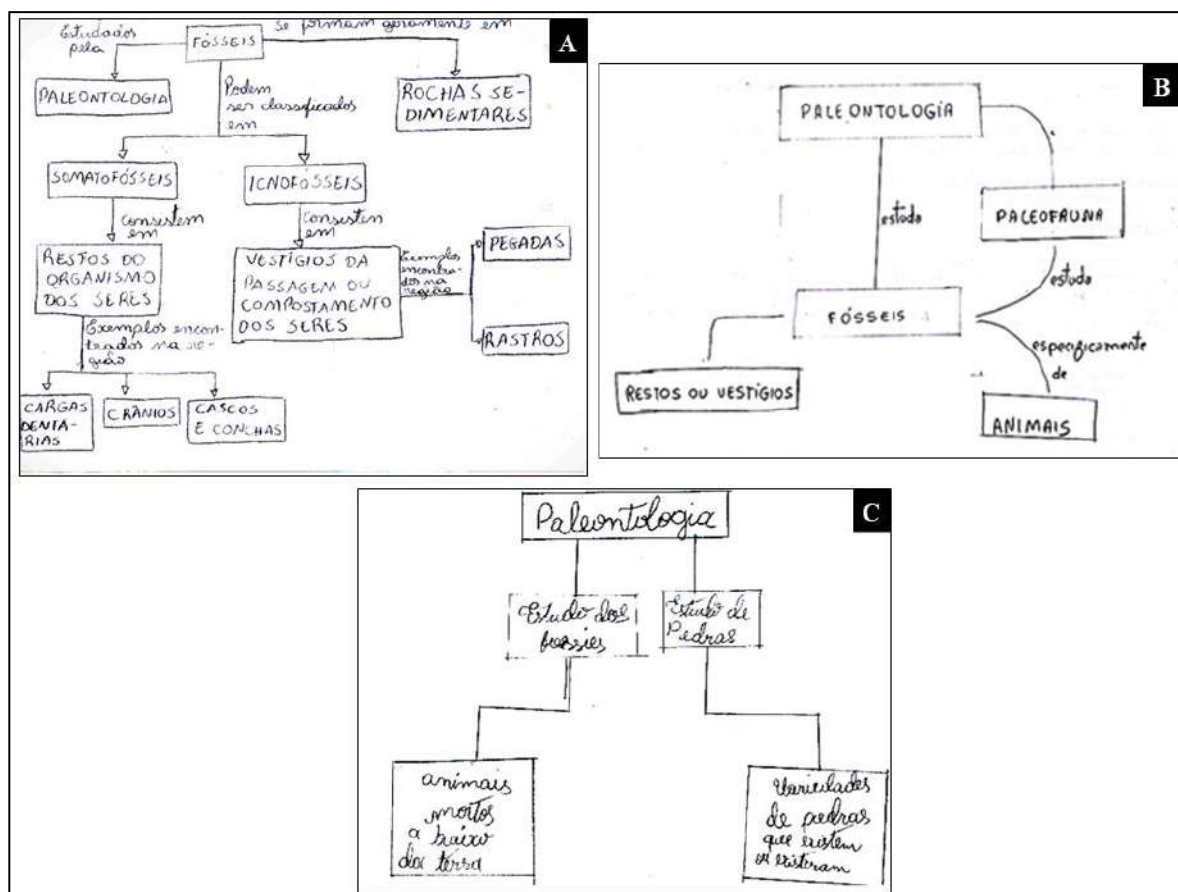
Fonte: elaborada pelos autores.

Essa fragilidade conceitual é comprovada, por exemplo, na conexão indevida entre os termos "estudo das pedras" e "Paleontologia" (Figura 6 – C). Ainda que a Paleontologia exija, em determinados momentos, conhecimentos de Petrologia — subárea da Geologia que estuda as rochas onde os fósseis podem se preservar, predominantemente em matrizes sedimentares de natureza clástica, química ou biogênica —, as rochas em si não constituem o seu objeto principal de estudo. Além disso, observa-se no mesmo exemplo que o aluno, apesar de relacionar corretamente o termo “estudo dos fósseis” à Paleontologia, associa-o erroneamente apenas a “animais mortos abaixo da terra”.

Porém, ao analisar a qualidade dos MCs de forma geral nos dois grupos, fica evidente uma evolução nas construções após a segunda intervenção pedagógica (Tabela 6). Isso indica quanto uma sequência de aulas, que combina diferentes metodologias, pode ser produtiva na promoção de uma aprendizagem sólida e significativa. É importante destacar que a abordagem inicial, utilizando o “PaleonApp”, seguida por uma revisão do conteúdo através da exposição tradicional, apresentou uma maior efetividade em comparação com a ordem inversa dessa sequência, visto que o grupo ET

teve maior porcentagem de MCs classificados como "satisfatórios" após a segunda intervenção pedagógica.

Figura 6 – Exemplos de mapas conceituais produzidos pelos estudantes classificados como A: “satisfatório”; B: “parcialmente satisfatório”; C: “insatisfatório”



Fonte: dados da pesquisa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos a partir desse estudo evidenciaram a contribuição positiva do aplicativo “PaleonApp” para a aprendizagem significativa dos alunos, uma vez que eles puderam estabelecer conexões entre os conhecimentos prévios e as informações apresentadas no *app*, ampliando sua compreensão sobre a paleofauna regional. Os dados qualitativos e quantitativos foram enfáticos em corroborar a vantagem da utilização pedagógica do *software* móvel em comparação ao enfoque do conteúdo através da metodologia tradicional expositiva, embora o uso estratégico da ferramenta digital (PaleonApp) aliado à esta metodologia em uma SD, tenha possibilitado um ganho ainda maior na aprendizagem dos aspectos paleontológicos.

Entretanto, destaca-se que a ordem de uso do aplicativo influenciou na aquisição de conhecimento nos dois grupos, sendo mais eficaz utilizá-lo no início da SD. Fica claro que o uso pedagógico desta tecnologia digital, como uma ferramenta de ensino, confirmou a hipótese de que ajudaria a avançar o processo educativo, visto que melhorou o ensino e a aprendizagem, despertou a curiosidade e a participação dos discentes. Ademais, em momento algum, o aplicativo mostrou-se como um fator que colaborasse negativamente, distraindo ou distanciando o aluno do objetivo da aula. Portanto, foi evidenciado que os aplicativos educacionais, quando utilizados adequadamente, podem promover uma aprendizagem mais significativa e envolvente.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E. F.; LIPPI, M. S. S. P. Análise do uso de elementos da paleontologia em livros didáticos de biologia no ensino médio. **Actio: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 1-24, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3895/actio.v6n2.14360>. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/14360>. Acesso em: 22 nov. 2025.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educativa**: un punto de vista cognoscitivo. México: Editorial Trillas, 1983.
- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução: Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. Disponível em: <https://astro.if.ufrgs.br/fis2008/Bachelard1996.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2026.
- BOSS, S. L. B. **Ensino de eletrostática**: a história da Ciência contribuindo para a aquisição de subunçores. 2009. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/90852>. Acesso em: 05 jul. 2025.
- BRANCO, P. M. **O que são e como se formam os fósseis?** 2014. Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/SGB-Divulga/CanalEscola/O-que-sao-e-como-se-formam-os-fosseis%3F-1048.html>. Acesso em: 14 abr. 2023.
- BRASIL. [Ministério da Educação]. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20dez_site.pdf. Acesso em: 12 mar. 2025.
- BRASIL, G. D.; MÜNCHEN, S. V.; SCHWANKE, C. Tecnologias digitais para o ensino de paleontologia: análise de dispositivos móveis. **EDUCA – Revista Multidisciplinar em Educação**, Porto Velho, v. 7, n. 17, p. 1561-1584, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26568/2359-2087.2020.4590>. Disponível em: <https://periodicos.unir.br/index.php/EDUCA/article/view/4590>. Acesso em: 18 jan. 2025.
- CAVELLUCI, L. C. B. **Mapas conceituais**: uma breve revisão. [S. l.: s. n.], 2009. Disponível em:

http://www.virtual.ufc.br/cursouca/modulo_4_projetos/conteudo/unidade_3/MEC_eixo3-texto-MapasConceituais-UmaBreveRevis_o.pdf. Acesso em: 02 ago. 2025.

DUARTE, S. G. *et al.* Paleontologia no ensino básico das escolas da rede estadual do Rio de Janeiro: uma avaliação crítica. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 124-132, 2016. DOI: 10.11137/2016_2_124_132. Disponível em:
<https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/view/7005>. Acesso em: 19 jan. 2026.

ELIAS, A. P. A. J.; MOTTA, M. S.; KALINKE, M. A. Possibilidades de promover a aprendizagem significativa por meio do uso de aplicativos educacionais móveis nas aulas de matemática. **Revasf**, Petrolina, v. 10, n. 22, p. 319-353, 2020. Disponível em:
<https://www.periodicos.univasf.edu.br/index.php/revasf/article/view/1214>. Acesso em: 13 dez. 2025.

FIALHO, W. C. As dificuldades de aprendizagem encontradas por alunos no ensino de biologia. **Praxia - Revista on-line de Educação Física da UEG**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 53-70, 2013. Disponível em:
<https://www.revista.ueg.br/index.php/praxia/article/view/943>. Acesso em: 07 out. 2025.

FREITAS, S. M. de; CASTRO, M. B.; MAIA, A. M. L. R. Utilização de aplicativos de dispositivos móveis na sala de aula para o ensino de Biologia. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU), 6., 2019, Fortaleza. **Anais [...]**. [S. l.]: Realize, 2019. p. 1–5.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Em 2023, 87,2% das pessoas com 10 anos ou mais utilizaram internet**. Agência de Notícias do IBGE, 2024. Disponível em:
<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/41026-em-2023-87-2-das-pessoas-com-10-anos-ou-mais-utilizaram-internet>. Acesso em: 29 ago. 2024.

HEIRICH, C. M. *et al.* O aprendizado da paleontologia no ensino básico da cidade de Tibagi – PR. In: ENCONTRO REGIONAL DE PALEONTOLOGIA DOS ESTADOS DO PARANÁ E SANTA CATARINA, 16., 2015. **Anais [...]**. [S. l.]: SBP, 2015. p. 1-5. Disponível em:
<http://www.fecilcam.br/paleoprsc/data/uploads/o-aprendizado-da-paleontologia-no-ensino-basico-da-cidade-de-tibagi-n-pr.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2024.

IPECE - INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Textos para discussão**: as regiões de planejamento do Estado do Ceará. Fortaleza: SEPLAG, 2015. Disponível em:
https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2014/02/TD_111.pdf. Acesso em: 03 out. 2024.

IPECE - INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Ceará em mapas**: caracterização territorial. Fortaleza: SEPLAG, 2021. Disponível em:
<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/11/156x.htm>. Acesso em: 21 jun. 2024.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2004.

MARQUES, R. A. D. F. R. **Rabiomas**: aplicativo androide destinado ao estudo dos biomas brasileiros. 2019. 85 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/53551>. Acesso em: 27 mar. 2024.

MINAYO, M. C. S.; DESLANDES, S. F.; GOMES, R. **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. 26. ed. Petrópolis: Vozes, 2007.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e diagramas em V**. Porto Alegre: UFRGS, 2006. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Livro_Mapas_conceituais_e_Diagramas_V_COMPLETO.pdf. Acesso em: 04 nov. 2025.

MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, 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: 19 abr. 2025.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas e unidades de ensino potencialmente significativas. *In*: ENCONTRO REGIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 1., 2013. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2013.

OLIVEIRA, J. P. **O ensino das Leis de Newton por meio da utilização de aplicativos educacionais móveis criados no App Inventor 2**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4976>. Acesso em: 05 mai. 2025.

OLIVEIRA, R. C. S. **Levantamento de aplicativos em tecnologia móvel no ensino de Ciências Biológicas**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/26182>. Acesso em: 14 dez. 2025.

OLIVEIRA, L. F.; ANGELO, E. A.; BARBOSA, D. S. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, com elementos lúdicos, como estratégia de ensino de Genética. **Revista Ciências & Ideias**, ISSN 2176-1477, p. 159–175, 2021.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. **Teorias de aprendizagem**. Porto Alegre: Evangraf/UFRGS, 2011.

PELIZZARI, A. *et al.* Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2025.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RODRIGUES, J. M.; GONÇALVES, F. T.; COUTINHO, C. Aplicativos educacionais como proposta para abordagem da temática ambiental. **REBECM**, Cascavel, v. 4, n. 2, p. 189-201, 2020. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/8ec1/7b925e012e314c25193919f6e8402960c69b.pdf>. Acesso em: 04 out. 2025.

RUIZ-MORENO, L. *et al.* Mapa conceitual: ensaiando critérios de análise. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 3, p. 453-463, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132007000300012>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/8vFd9y7SnKgNpJ4mMDkS3rg/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 jan. 2024.

SADAVA, D. *et al.* **Vida: a ciência da biologia**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SANTOS, F. M. V.; FREITAS, S. F. Avaliação da usabilidade de ícones de aplicativo de dispositivo móvel utilizado como apoio educacional para crianças na idade pré-escolar. **Ação Ergonômica**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 62-71, 2016. Disponível em: <https://revistaacaoergonomica.org/article/62798462a9539553802eb8a4>. Acesso em: 28 out. 2025.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 12, p. 72-85, 2007. Disponível em: <https://pepsic.bvsalud.org/pdf/cc/v12/v12a08.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2025.

TUBS. **Ceara in Brazil** [imagem SVG]. Wikimedia Commons. Data da imagem: 18 out. 2011. Licença Creative Commons Atribuição-Compartilhual 3.0 Não Adaptada (CC BY-SA 3.0). Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ceara_in_Brazil.svg?uselang=pt. Acesso em: 20 dez. 2023.

VIANA, M. S. S. Introdução e conceitos básicos. *In*: VIANA, M. S. S. (org.). **Atlas de Paleontologia: fósseis da região norte do Ceará**. Sobral: Edições UVA, 2018. p. 104.

ZANETTA, D. M. T. Conceitos básicos de inferência estatística. *In*: **Métodos estatísticos: coleta, tratamento e análise de dados; aplicação nas pesquisas de saúde pública, controle de doenças e epidemias**. São Paulo: E-Aulas da USP, 2023. p. 16-26. Disponível em: https://midia.atp.usp.br/plc/plc0503/impressos/plc0503_02.pdf. Acesso em: 12 nov. 2024.

RESERVATÓRIOS NUMÉRICOS INFINITOS: UMA NOVA FORMA PARA APRESENTAÇÃO DOS CONJUNTOS NUMÉRICOS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Adriano Posse Senhorelo¹

RESUMO

Grande parte do repertório acadêmico, disponível em referências teórico-críticas ou materiais didático-pedagógicos, apresenta os conjuntos numéricos de uma maneira que gera dúvidas e incoerências nas interpretações, principalmente com relação às questões de inclusão entre os conjuntos e a pertinência de algum número em um conjunto específico. Tal fato nos instiga à criação de alternativas que facilitem a visualização e interpretação das inter-relações entre os conjuntos e destes com os seus respectivos elementos. Assim, o presente ensaio tem o objetivo de propor modos mais fluidos de apresentar os conjuntos numéricos, como se fossem reservatórios de líquidos que escoam para formar outros reservatórios, sob a forma de reservatórios numéricos infinitos. A metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica com a abordagem qualitativa. Este ensaio demonstra que a metáfora dos reservatórios numéricos transcende a mera ilustração visual, configurando-se como um modelo didático eficaz para a compreensão das relações de pertinência e inclusão. Ao substituir a abstração estática por uma dinâmica de escoamento, a proposta não apenas mitiga ambiguidades conceituais entre docentes e discentes, mas também estabelece novas diretrizes para a elaboração de materiais didáticos, fomentando práticas pedagógicas que potencializam a apreensão dos conjuntos numéricos no cotidiano escolar.

PALAVRAS-CHAVE: Conjuntos. Números. Ensino. Aprendizagem e Reservatórios.

¹ Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Alegre. E-mail: apsenhorelo@ifes.edu.br  <https://orcid.org/0000-0002-8376-9477>

INFINITE NUMERICAL RESERVOIRS: AN INNOVATIVE APPROACH TO PRESENTING NUMERICAL SETS IN THE TEACHING-LEARNING PROCESS

ABSTRACT

A significant percentage of scholarly materials, including theoretical references and didactic resources, presents numerical sets in a way that creates doubts and inconsistencies in interpretations. This is particularly true regarding the inclusion of one set within another and the relevance of specific numbers to particular sets. This issue prompts us to develop alternative methods that facilitate the visualization and interpretation of the interrelationships between numerical sets and their respective elements. Therefore, this essay aims to propose more fluid ways of presenting numerical sets, likening them to reservoirs of liquids that flow to form other reservoirs, conceptualized as infinite numerical reservoirs. The methodological framework consisted of bibliographic research informed by a qualitative approach. This essay demonstrates that the numerical reservoir metaphor functions as an effective instructional model for understanding membership and inclusion. By replacing static abstraction with a dynamic flow-based framework, the proposal reduces conceptual ambiguities and informs the development of instructional materials and pedagogical practices that enhance students' understanding of numerical sets in classroom contexts.

KEYWORDS: Sets. Numbers. Teaching. Learning and Reservoirs.

1. INTRODUÇÃO

Como não pensei nisso antes? Essa pergunta retórica sempre é feita quando se obtêm algumas respostas relativamente simples para questões não resolvidas anteriormente. Tal como o teorema que leva o nome de Pitágoras, é uma equação muito simples de ser utilizada, mas somente depois que alguém a desenvolveu, a apresentou e a validou.

Dessa forma, este ensaio apresenta uma ideia simples para se representar os conjuntos numéricos e evitar interpretações confusas, as quais frequentemente ocorrem no processo de ensino-aprendizagem com a utilização das representações atuais. Diversos autores, como Balestri (2016), Bonjorn, Giovanni Júnior e Souza (2020), Dante (2013), Iezzi *et al.* (2016), Leonardo (2020), Paiva (2015) e Souza e Garcia (2016), apresentam os conjuntos numéricos na forma de diagrama de Venn-Euler. Contudo, esse tipo de representação compromete a interpretação, o aprendizado e o fazer pedagógico, na medida em que gera dúvidas em estudantes e docentes, que passam a ter dificuldade em diferenciar os conjuntos e seus elementos.

A fim de ilustrar tais ocorrências, indica-se um exemplo que aparece com frequência,

inclusive em alguns livros do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) (Brasil, 2021), a representação do conjunto dos números irracionais do lado externo do conjunto dos números racionais, o que provoca uma falsa impressão de inclusão. Outras interpretações discrepantes ocorrem frequentemente e serão apresentadas na próxima seção.

No contexto educacional de diversos países, a importância do estudo dos conjuntos numéricos é muito grande e pode ser facilmente comprovada em seus programas curriculares (Portugal, 2013; Schmidt *et al.*, 2008). No Brasil, sua relevância é reiterada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), que distribui esse conteúdo matemático ao longo de toda a escolarização básica. Entretanto, persistem relatos de professores/as e alunos/as quanto às dificuldades de compreensão, sobretudo a partir do conjunto dos números racionais, nos quais a maioria dos estudantes menciona uma falta de compreensão conceitual, devido às diferentes formas de representações utilizadas pelos métodos de ensino na contemporaneidade (Morais; Serrazina, 2018; Oliveira, 2016; Silveira; Souza; Powell, 2024).

No campo didático, considerando que a formação do professor de matemática precisa dialogar diretamente com a sua prática, é necessário que professores desenvolvam competências e reflitam sobre suas práticas de ensino, metodologias e escolha de materiais (Martins; Tinti, 2024). Um domínio teórico e didático consistente sobre os conjuntos numéricos é fundamental, principalmente quando se pretende apresentar o conteúdo de forma clara e que realmente facilite o ensino e favoreça a aprendizagem.

Diante desse cenário, marcado por dificuldades recorrentes de interpretação e por limitações nas formas tradicionais de representação, torna-se necessário revisitar como os conjuntos numéricos vêm sendo apresentados no ensino de matemática. Antes de propor alternativas, este ensaio dedica-se a examinar essas representações e a explicitar os pontos em que elas contribuem para leituras imprecisas ou fragmentadas, preparando o terreno para uma discussão mais adiante.

2. COMO OS CONJUNTOS NUMÉRICOS SÃO APRESENTADOS E AS PRINCIPAIS DIFICULDADES NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

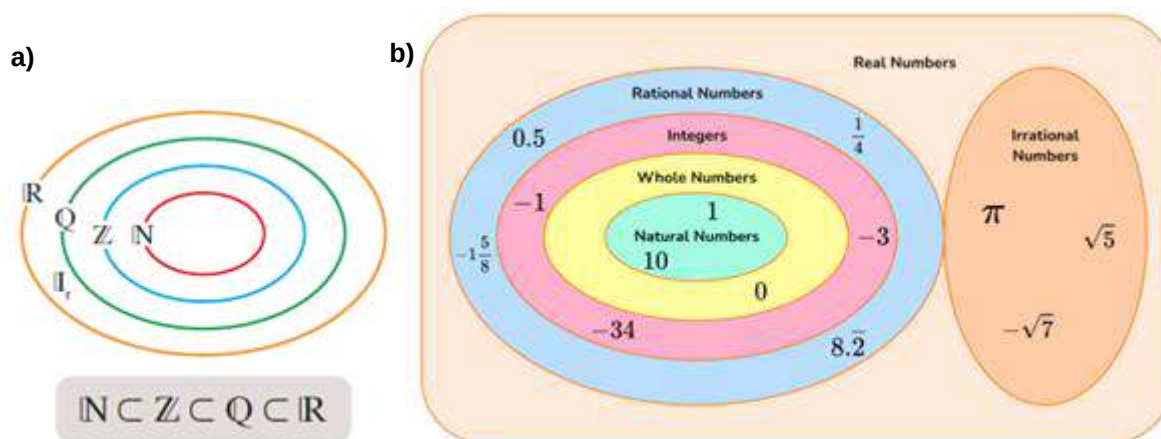
Uma das preocupações desta reflexão inicial é a maneira como os conjuntos numéricos são apresentados nos livros didáticos. Dessa forma, a metodologia adotada consistiu em uma pesquisa

bibliográfica de abordagem qualitativa. O estudo incluiu, prioritariamente, a análise de livros didáticos do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), com foco nas representações usuais sobre os conjuntos numéricos, além de dissertações e artigos científicos pertinentes.

Existem diversas representações dos conjuntos numéricos nos livros presentes no PNLD (Brasil, 2021), em sites da internet (Luiz, 2014; Toda Matéria, 2011; Third Space Learning, 2024) e na apresentação aos alunos na sala de aula. Porém, em todos os casos mencionados, existem incoerências que podem suscitar dúvidas e interpretações que comprometem a análise.

A Figura 1 expõe dois exemplos de como os conjuntos numéricos são constantemente representados e, em vista disso, os principais equívocos nas interpretações podem ser apontados.

Figura 1 – Representações típicas dos conjuntos numéricos



Fonte: a) Dante (2013) e b) Third Space Learning (2024).

Na Figura 1 – eixo a, o conjunto dos números irracionais ($\mathbb{I}_r$) é apresentado externamente em relação ao conjunto dos números racionais ($\mathbb{Q}$), podendo causar uma falsa interpretação de que esse conjunto está contido naquele. O eixo b da mesma imagem apresenta separadamente o conjunto dos racionais e dos irracionais. Porém, nessa forma de representação, o conjunto dos reais é exibido incorretamente em um local onde estariam os números imaginários. Outra interpretação equivocada passível de ocorrência é considerar que o conjunto dos inteiros seja formado somente pelos números inteiros negativos e que o conjunto dos racionais seja composto apenas pelas decimais exatas, as frações e as dízimas periódicas. De acordo com Duarte (2013), diagramas desse tipo induzem o aluno a pensar, de maneira imprecisa, que os números racionais

são a maioria entre os números reais e que existem números reais que não são racionais nem irracionais.

Conforme Ponte (2006), os conjuntos numéricos foram organizados e expandidos à medida em que as civilizações tinham necessidades e evoluíam. Dessa forma, ao ensinar tal conteúdo, o professor de matemática deve considerar os contextos históricos que deram origem aos diferentes números. Contudo, a maioria dos livros didáticos apresenta os conjuntos numéricos de maneira fragmentada e sem justificativas, mencionando apenas uma classificação dos números em determinados conjuntos. Sem a devida indicação da evolução para a existência dos conjuntos, os estudantes tendem a finalizar a segunda etapa do ensino fundamental com dificuldades em representar e interpretar diversos números. Silva e Penteado (2009) apontam algumas dessas dificuldades, como a compreensão dos números reais, o desconhecimento da existência de infinitos números, a distinção entre números racionais e irracionais, entre outras.

Cruz e Vasconcelos (2022) relatam uma experiência de prática pedagógica desenvolvida com vinte alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola do estado de Sergipe, cujo objetivo era avaliar seus conhecimentos prévios sobre os conjuntos numéricos (naturais, inteiros, racionais, irracionais e reais). Os autores observaram, a partir de uma avaliação diagnóstica, que os estudantes possuíam dúvidas significativas em relação aos conjuntos numéricos e, com isso, cometiam equívocos na localização dos números em cada parte dos conjuntos no diagrama proposto. Além disso, alguns alunos demonstraram acreditar, a partir do diagnóstico, que o conjunto dos números inteiros seria formado apenas pelos números inteiros negativos e que o conjunto dos números racionais reuniria somente números não inteiros.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais da Educação Básica (PCNs) destacam que as representações fracionárias e decimais dos números racionais, mesmo sendo conteúdos desenvolvidos nos ciclos iniciais do ensino fundamental, não são corretamente assimiladas pelos alunos que chegam aos ciclos finais, uma vez que não conseguem compreender os diferentes significados relacionados a esse tipo de número nem os procedimentos de cálculo, principalmente aqueles que envolvem os racionais na forma decimal (Brasil, 1998). Lopes, Wielewski e Sá (2018) e Morais e Serrazina (2018) salientam que vários estudos identificam dificuldades persistentes apresentadas pelos alunos no trabalho com números racionais em sua representação decimal. Na

maioria das vezes, tais dificuldades estão associadas à influência de conhecimentos prévios dos números inteiros e podem persistir até a vida adulta, o que reforça a importância da compreensão do conceito de numeral decimal.

Problemas apresentados pelos PCNs também são registrados no ensino médio. Bonoto, Soares e Martins (2010) detectaram que os alunos dessa etapa de ensino encontram inúmeros desafios na realização das atividades que contemplam os números racionais na reta numérica. Destarte, é importante estimular o conhecimento dos alunos sobre números e operações com base em problemas que envolvam razões, proporções, porcentagens, medições e cálculos aproximados (Brasil, 2002).

Os desafios concernentes às interpretações incoerentes sobre números e conjuntos se perpetuam no ensino superior. Dăneț *et al.* (2014) propõem uma alteração na forma de ensinar matemática em universidades de ciências exatas, principalmente no que se refere aos conceitos relacionados a alguns conjuntos de números reais. Os autores defendem que a exposição rigorosa e técnica seja complementada por uma exposição informal, tornando-a mais acessível e motivadora. Ao incorporar informações históricas e aplicações, sobretudo no campo da engenharia, os autores apontam lacunas formativas importantes que repercutem na autonomia dos estudantes.

Quanto aos professores do ensino fundamental e médio, também são verificados alguns equívocos nas interpretações durante o processo de ensino-aprendizagem de conjuntos numéricos. Em uma atividade de pesquisa, Penteado (2004) solicitou aos professores que classificassem alguns números reais em racionais ou irracionais e percebeu dificuldades expressivas na justificativa apresentada pelos participantes.

Situação semelhante é observada em outros países. De acordo com Carrisi (2020), os currículos de matemática na Itália são inadequados para superar os pontos críticos que tornam confusa a aprendizagem dos conjuntos numéricos, assim como os alunos não são induzidos a analisar o domínio dos dados e das soluções esperadas, mesmo que isso seja uma etapa fundamental em situações reais e na resolução de problemas. No Chipre, Charalambous e Pitta-Pantazi (2005) realizaram um estudo sobre as dificuldades de alunos na aprendizagem de frações. Os pesquisadores observaram que esse conteúdo está entre os conceitos matemáticos mais

complexos que as crianças encontram no ensino fundamental, devido às cinco subconstruções inter-relacionadas que envolvem (parte-todo, razão, operador, quociente e medida). Ambos apoiam a ideia de que os professores precisam preparar os alunos para desenvolverem uma compreensão profunda das diferentes interpretações das frações, vez que tal compreensão poderia contribuir para a aquisição de proficiência nas operações com frações e na resolução de problemas. Tais resultados reforçam conclusões semelhantes às de Onuchic e Allevato (2008), que discutem as diferentes “personalidades” dos números racionais e o conceito de proporcionalidade.

Além das dificuldades relativas aos conjuntos reais e seus subconjuntos, há também problemas na aprendizagem dos números complexos. Alguns alunos sequer estudam esse conteúdo no ensino médio (Mello; Santos, 2005; Portolan, 2017), enquanto a própria BNCC deixou de contemplá-lo nessa etapa de ensino (Brasil, 2018), o que prejudica alunos e professores nos níveis de ensino subsequentes. Ao analisarem estudantes de engenharia elétrica de uma universidade no Rio Grande do Sul e de outras seis instituições do estado, Puhl e Müller (2023) verificaram que a maioria não apresenta conhecimentos básicos suficientes sobre números complexos, o que compromete o trabalho nas disciplinas que dependem desse conteúdo. Dessa forma, o tempo destinado às aplicações específicas das disciplinas fica comprometido, pois primeiro o professor precisa buscar estratégias didáticas para ensinar um conteúdo que deveria ter sido aprendido no ensino médio, para depois alcançar o objetivo principal que seria utilizar os conhecimentos sobre números complexos em aplicações na engenharia elétrica.

Diante do exposto, é possível verificar algumas dificuldades apresentadas por alunos e professores no processo de ensino-aprendizagem das diferentes formas numéricas e seus respectivos conjuntos. Além disso, embora existam na literatura e em páginas da internet múltiplas formas de apresentações dos conjuntos numéricos, elas tendem a reproduzir ambiguidades, principalmente no que se refere às relações de inclusão e à localização dos números nos diagramas.

Essas recorrências mostram que o problema não está apenas em um recurso visual específico, mas em um modo consolidado de representar os conjuntos, que, em vez de esclarecer, frequentemente torna mais opacas as relações entre eles. É nesse ponto que se abre a necessidade de repensar o modelo representacional utilizado no ensino. Diante dessas questões, a

discussão sobre o papel das metáforas é um passo necessário, principalmente quando se buscam modelos que favoreçam uma leitura menos fragmentada e mais inteligível dos conjuntos numéricos.

3. O RESERVATÓRIO COMO METÁFORA: USOS E IMPLICAÇÕES

De maneira geral, a metáfora constitui um dos mecanismos mais potentes para tornar inteligíveis ideias abstratas, inclusive no ensino de matemática. Longe de ser apenas um recurso estilístico, ela funciona como um dispositivo de organização conceitual que dá forma ao que, de outro modo, permaneceria excessivamente técnico ou distante da experiência cotidiana. Na educação matemática, diversos pesquisadores, como Marcelo Bairral (2020), Jo Boaler (2018), Luis Radford (2021) e Anna Sfard (1998) recorrem à noção de metáfora, ainda que com abordagens e focos conceituais distintos.

Bairral (2020), por exemplo, investiga o uso de metáforas pelo professor de matemática e de que modo esse uso pode influenciar os processos de ensino e aprendizagem. Seu foco recai sobre os efeitos da linguagem metafórica no cotidiano da sala de aula e sobre como ela orienta, consciente ou inconscientemente, modos de pensar matematicamente. Boaler (2018), por sua vez, aborda indiretamente as metáforas ao discutir a maneira como os alunos concebem a matemática e sua própria capacidade de aprendizagem. A pesquisadora argumenta que a metáfora da matemática como uma disciplina de "respostas rápidas e corretas" é prejudicial, pois promove visões de mundo que limitam o potencial dos alunos.

Radford (2021) desenvolveu a Teoria da Objetivação, uma abordagem histórico-cultural para o ensino e a aprendizagem. Embora não foque primariamente nas "metáforas cognitivas" no sentido da linguística cognitiva tradicional, sua teoria trata de como os alunos tornam conscientes e partilhados os conceitos matemáticos por meio de gestos, linguagem e ferramentas, um processo que envolve dinâmicas análogas à criação de significado por representações. Sfard (1998) distingue duas metáforas de aprendizagem: a metáfora da aquisição, que concebe a aprendizagem como a obtenção de conhecimento, e a metáfora da participação, que entende a aprendizagem como envolvimento em práticas sociais e discursivas. A autora utiliza essas imagens conceituais para analisar e comparar diferentes abordagens teóricas e práticas pedagógicas na educação.

Em linhas gerais, os autores acionam a metáfora como lente conceitual ou ferramenta

analítica para compreender não apenas como conceitos matemáticos são comunicados, mas também como a própria natureza da aprendizagem e do ensino da matemática é concebida e praticada. Nesse ensaio, essa discussão se articula diretamente com o problema descrito na seção anterior. Se as representações tradicionais dos conjuntos numéricos produzem ambiguidades recorrentes, sobretudo quanto às relações de inclusão e pertinência, torna-se necessário buscar uma imagem metafórica capaz de reorganizar a maneira como esses conjuntos são visualizados e compreendidos.

No intuito de facilitar o entendimento e o processo de ensino-aprendizagem com relação ao referido tema, sugere-se o uso da metáfora ou ideia de “reservatório”, vocábulo que se configura enquanto força-motriz de uma nova forma de representar os conjuntos numéricos, devido, principalmente, ao seu significado autoexplicativo: “lugar feito ou preparado para acumular e conservar certas coisas em reserva” (Reservatório, 2025). Nesse sentido, essa proposta tem por objetivo propor um modo inédito de apresentar os conjuntos numéricos com base na imagem do reservatório que, a partir da metáfora de sua potência líquida e fluida, desloca seu sentido usual e dicionarizado e aposta no “escoamento” desses números, que se relacionam entre si para formar novos reservatórios numéricos.

Como implicação mais geral, a metáfora do reservatório reorganiza a forma de imaginar a estrutura dos conjuntos numéricos. Em vez de se embasar em figuras estáticas, como os tradicionais diagramas de círculos concêntricos, ela convoca uma imagem dinâmica, marcada por movimentos de escoamento, formação e composição. Nessa perspectiva, cada conjunto deixa de aparecer como um espaço isolado e passa a ser compreendido como resultado de processos sucessivos de ampliação e reelaboração dos conjuntos anteriores. Portanto, a inclusão deixa de ser lida como mera sobreposição espacial, que costuma induzir a equívocos interpretativos, mas como uma relação de origem, na qual um conjunto nasce do outro, carrega certas marcas e se abre para novas possibilidades numéricas.

Tal mudança de foco introduz uma noção de processo que raramente aparece nos livros didáticos. Em sua maioria, a ênfase recai mais na classificação do que na história conceitual que sustenta a existência dos conjuntos. Ao evidenciar a ideia de que cada conjunto se forma a partir dos anteriores, a metáfora desloca a atenção dos alunos para a lógica interna que articula naturais,

inteiros, racionais, irracionais, reais e complexos. Em vez de perguntar apenas “onde este número se localiza?”, o aluno é instigado a considerar “de que relação entre conjuntos ele emerge?”. Essa pequena troca de perspectiva favorece uma leitura mais estrutural e menos decorativa do conteúdo.

Nos diagramas que serão apresentados na seção seguinte, essa implicação se torna mais nítida: os reservatórios fendidos criam caminhos que mostram como cada conjunto se alimenta dos anteriores, preservando traços deles e, ao mesmo tempo, reorganizando-os. Com isso, desaparece a sensação de que os conjuntos são blocos independentes, unidos apenas por convenção gráfica. O que ganha forma é um sistema articulado, no qual cada reservatório atua como etapa de um percurso conceitual contínuo. Essa visualização ajuda a superar leituras fragmentadas da matemática e reforça a compreensão de que os números compõem uma totalidade em transformação, ou seja, um aspecto que dialoga com relatos de professores que apontam a dificuldade recorrente dos alunos em conectar diferentes tipos de números.

Do ponto de vista pedagógico, as implicações também são amplas. A metáfora permite que os professores utilizem uma única estrutura representacional para abordar desde conteúdos iniciais, como a passagem dos naturais para os inteiros, até discussões mais sofisticadas, como a constituição dos complexos. Essa continuidade didática contribui para reduzir rupturas conceituais entre etapas do ensino, oferecendo aos estudantes uma imagem estável, mas flexível o suficiente para incorporar novos conjuntos. Além disso, ao visualizar “misturas”, “formações” e “deslocamentos”, o aluno tem acesso a uma representação que explicita relações e não apenas categorias, o que tende a facilitar a internalização dos conceitos.

4. RESERVATÓRIOS NUMÉRICOS: UMA PEQUENA MODIFICAÇÃO QUE PODE FAZER TODA A DIFERENÇA

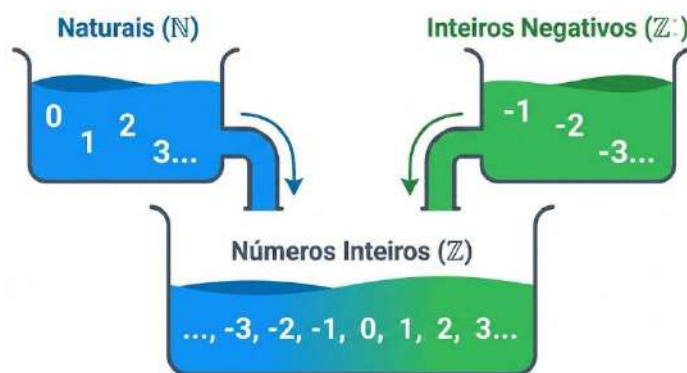
Considerando as ambiguidades e interpretações imprecisas descritas nas seções anteriores, em especial aquelas geradas pelas representações clássicas dos conjuntos numéricos, apresenta-se, a seguir, uma alternativa visual que busca minimizar esses equívocos e tornar mais claro o modo como os conjuntos se relacionam entre si.

A apresentação dos conjuntos numéricos a partir da imagem de reservatórios fendidos, contendo números que escoam para outros reservatórios, facilita a compreensão dos professores

e dos alunos quanto à pertinência, ou não, de determinado número em um conjunto específico e gera menos dúvidas nas relações de inclusão entre os conjuntos numéricos.

O primeiro reservatório é o dos números naturais $N = \{0, 1, 2, 3, \dots\}$ que escoa ao lado dos números inteiros estritamente negativos $Z^- = \{\dots, -3, -2, -1\}$, para formarem o reservatório dos números inteiros $Z = \{\dots, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \dots\}$ (Figura 2).

Figura 2 – Representação da formação do reservatório dos números inteiros

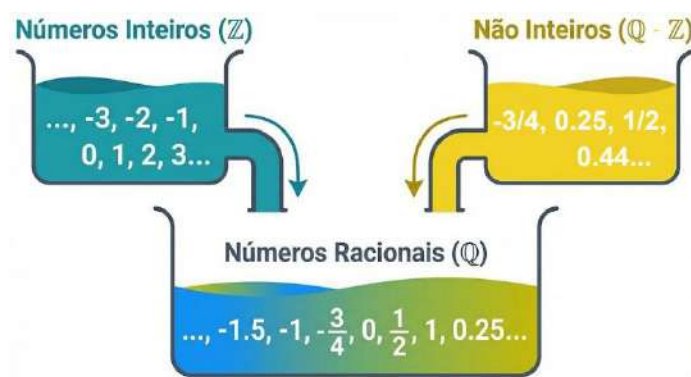


Fonte: Figura gerada utilizando inteligência artificial GOOGLE GEMINI.

Nesse diagrama, fica evidente que o reservatório Z é formado somente pelo escoamento dos números contidos nos dois reservatórios superiores, N e Z^- . Esse tipo de apresentação pode ser utilizado em qualquer nível de ensino, desde o fundamental até o superior, de maneira clara, objetiva e com menos possibilidades de interpretações equivocadas, assim como os outros diagramas que serão apresentados a seguir.

O reservatório dos números inteiros Z se une ao dos números não inteiros $Q - Z = \{x \mid x \text{ é um número decimal exato (ex.: } 0,2), \text{ ou fração (ex.: } \frac{3}{4}) \text{ ou dízima periódica (ex.: } 0,555\dots)\}$ para formar o reservatório dos números racionais $Q = \{x \mid x = \frac{a}{b}, a \in Z \text{ e } b \in Z^*\}$ (Figura 3).

Figura 3 – Representação da formação do reservatório dos números racionais

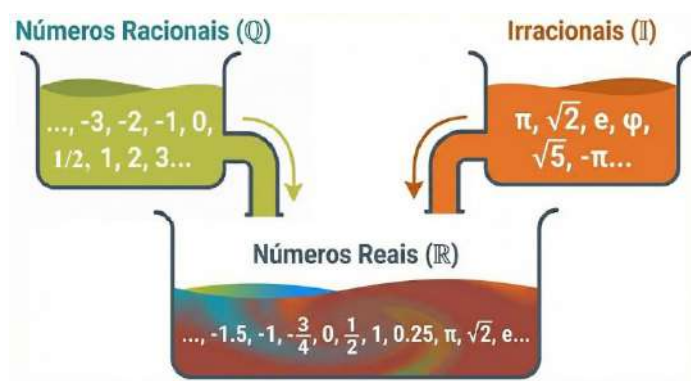


Fonte: Figura gerada utilizando inteligência artificial GOOGLE GEMINI.

Ao seguirmos o raciocínio anterior, entendemos, a partir da Figura 3, que o $\mathbb{Q}$ é formado pelo escoamento dos números inclusos nos reservatórios superiores a ele.

Em sequência, o reservatório dos números racionais $\mathbb{Q}$, escoam juntamente com o dos números irracionais $I = \{x \mid x \text{ é um número decimal não periódico (ex.: } \sqrt{2})\}$ e formam o reservatório dos Reais $\mathbb{R} \{x \mid x \in \mathbb{Q} \text{ ou } x \in I\}$ (Figura 4).

Figura 4 – Representação da formação do reservatório dos números reais

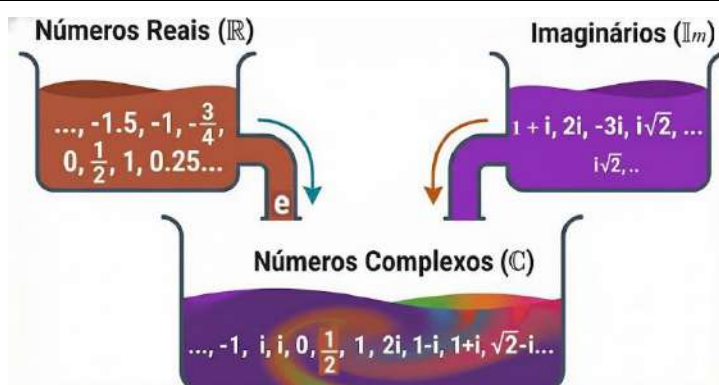


Fonte: Figura gerada utilizando inteligência artificial GOOGLE GEMINI.

A Figura 4 também direciona a interpretação sem causar ambiguidades, uma vez que o reservatório dos números reais é composto por todos os reservatórios superiores a ele.

Para finalizar, o reservatório dos números reais $\mathbb{R}$, que é formado por todos os sub-reservatórios anteriores, junta-se ao reservatório dos números imaginários $I_m = \{x \mid x = c + di, c \in \mathbb{R}, d \in \mathbb{R}^* \text{ e } i = \sqrt{-1}\}$ e formam o reservatório dos números complexos $\mathbb{C} = \{x \mid x = e + fi, e, f \in \mathbb{R} \text{ e } i = \sqrt{-1}\}$ que é o maior reservatório existente na atualidade (Figura 5).

Figura 5 – Representação da formação do reservatório dos números complexos

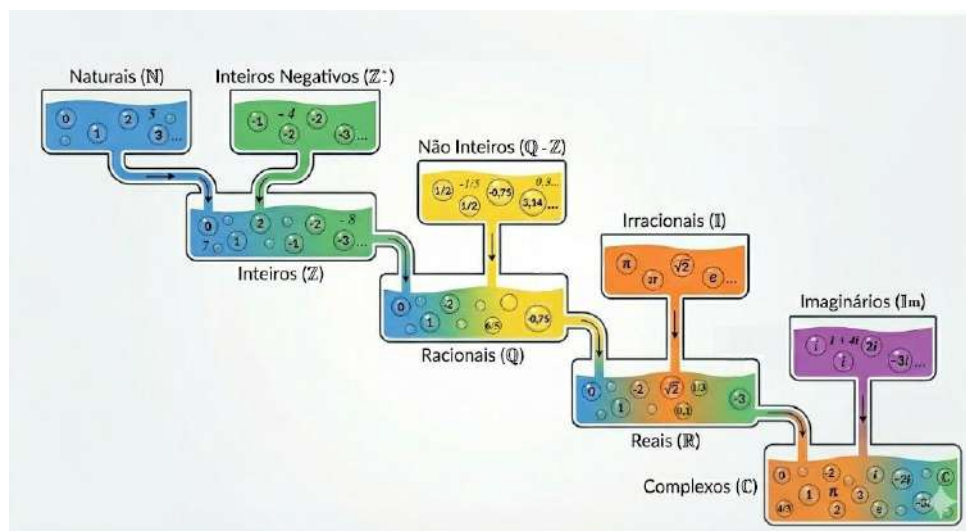


Fonte: Figura gerada utilizando inteligência artificial GOOGLE GEMINI.

Assim como nas figuras anteriores, fica claro que o reservatório dos números complexos é formado pelo escoamento dos reais e/ou dos imaginários.

A Figura 6 apresenta um diagrama com um resumo dos reservatórios numéricos existentes, pelo menos até a contemporaneidade. É possível observar que cada reservatório possui números específicos que se aglutinam aos demais em um padrão de fácil identificação.

Figura 6 – Representação dos reservatórios numéricos infinitos (Diagrama dos Reservatórios)



Fonte: Figura gerada utilizando inteligência artificial GOOGLE GEMINI.

Na Figura 6, observa-se que cada reservatório, a partir do $\mathbb{N}$, escoam juntamente com o reservatório adjacente à direita para formarem o reservatório imediatamente inferior, mantendo-se o padrão até a formação do reservatório dos números complexos $\mathbb{C}$. Vale ressaltar que o escoamento dos números ocorre em sentido único, isto é, de cima para baixo.

Além da localização dos diferentes reservatórios no diagrama, houve um cuidado com a escolha das cores para que pudesse representar o resultado da mistura do conteúdo dos

reservatórios superiores que se juntam para formar o reservatório seguinte, ou seja, o reservatório N (azul) se junta ao reservatório  (verde) para formar o Z (azul e verde) e assim sucessivamente.

Essa mistura de cores ajuda os alunos, principalmente no início do ensino fundamental, na formação dos conceitos sobre os diferentes números e seus respectivos reservatórios.

Pode-se perceber que o Diagrama dos Reservatórios facilita a compreensão sobre a inclusão ou não entre os reservatórios (conjuntos) e auxilia na localização dos diferentes tipos de números nos seus respectivos reservatórios (conjuntos). É importante ressaltar que não se trata de duplicar um método básico que já foi há muito validado e consensual na práxis docente, mas apresentar uma modificação simples na apresentação dos conjuntos numéricos que pode facilitar o processo de ensino-aprendizagem na disciplina de matemática.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Matemática apresenta um papel significativo na integração entre as demais ciências e, ao mesmo tempo, é uma ciência com características próprias de análise, de investigação e de linguagem. Por isso, é importante sempre buscar novas alternativas para serem utilizadas na abordagem de seus conteúdos.

Neste ensaio, partiu-se das dificuldades recorrentes na aprendizagem dos conjuntos numéricos e de seus respectivos números. A partir de um diagnóstico, foi proposta a metáfora dos reservatórios numéricos infinitos como um modo alternativo de visualizar o percurso que vai dos números naturais aos complexos, enfatizando processos de formação, escoamento e composição, em vez de apenas classificações estáticas em diagramas.

Importante ressaltar que esse ensaio não buscou discutir aspectos relacionados à quantidade de elementos que cada conjunto possui, ou seja, a cardinalidade dos conjuntos numéricos, pois o foco principal é indicar novos modos para representá-los. Além disso, é importante lembrar que o texto é integralmente um ensaio de caráter teórico-reflexivo. A proposta teórica dos reservatórios numéricos é aplicável diretamente em sala de aula e visa contribuir de forma mais significativa para o ensino desse conteúdo do que as representações hegemônicas atuais.

A nova proposta para a apresentação dos conjuntos numéricos, sob a forma de

reservatórios que escoam números, busca facilitar a compreensão dos docentes e discentes quanto às questões de pertinência de um número em um determinado conjunto e gerar menos dúvidas nas relações de inclusão entre os conjuntos numéricos. Além disso, o intuito é contribuir para o debate em torno da elaboração de materiais didáticos que incluam o assunto em tela, de modo a provocar outras apropriações e modos de usar dos conjuntos numéricos que impactem positivamente a aprendizagem no contexto de sala de aula.

REFERÊNCIAS

BAIRRAL, Marcelo Almeida. Interagindo com interações: auto-reflexões de um educador matemático instigado por tecnologias. **Educação Matemática Sem Fronteiras: Pesquisas em Educação Matemática**, Brasil, v. 1, n. 2, p. 114–144, 2020. doi:10.36661/2596-318X.2019v1n2.10894.

BALESTRI, Rodrigo. **Matemática: Interação e Tecnologia**. v. 1. 2. ed. São Paulo: Leya, 2016.

Boaler, Jo. **Mentalidades matemáticas**. São Paulo: Penso, 2018.

BONJORNO, José Roberto, GIOVANNI JÚNIOR, José Ruy, SOUZA, Paulo Roberto Câmara de. **Matemática: conjuntos e funções**. São Paulo: FTD, 2020.

BONOTO, Danusa de Lara; SOARES, Maria Arlita da Silveira; MARTINS, Maria Clailta Machado. A análise dos registros de representação semiótica no objeto de aprendizagem “potencializando o seu conhecimento”. **Vivências**, Erechim, v. 6, n. 9, p.13-24, maio 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática 5ª a 8ª série**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação Básica. **Guia digital PNLD 2021 obras didáticas por áreas do conhecimento específicas: Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2021.

CARRISI, Maria Cristina. Some considerations on the use of digital environments in learning numerical sets. In: **Proceedings of the 12th International Conference on Computer Supported Education**. Prague: SCITEPRESS - Science and Technology Publications, 2020. p. 480–487.

CHARALAMBOUS, Charalambos Y.; PITTA-PANTAZI, Demetra. Revisiting a theoretical model on fractions: implications for teaching and research. In: **Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education**. Melbourne: PME, 2005. p. 233–240.

CRUZ, Alixandre Marques; VASCONCELOS, Carlos Alberto de. Ensino e aprendizagem de conjuntos numéricos a partir de práticas pedagógicas. **Revista de Educação Matemática**, São Paulo, v. 19, n. 01, p. 01–17, jun. 2022.

DĂNEȚ, Rodica-Mihaela; POPESCU, Marian-Valentin; POPESCU, Iuliana; POPESCU, Nicoleta. A new approach to teach mathematics for engineers: numerical sets. **Revista Romana de Inginerie Civila**, Bucuresti, v. 5, n. 2, p. 126–157, 2014.

DANTE, Luiz Roberto. **Matemática**: contexto e aplicações. v. 1. 2. ed. São Paulo: Ática, 2013.

DUARTE, Carlos Eduardo de Lima. **Conjuntos numéricos**. 2013. 40 f. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2013.

GOOGLE. **Gemini** (Modelo de linguagem grande). [s.l.]: Google, 2025. Disponível em: <https://gemini.google.com>. Acesso em: 25 nov. 2025.

IEZZI, Gelson; DOLCE, Osvaldo; DEGENSZAJN, David; PÉRIGO, Roberto; ALMEIDA, Nilze de. **Matemática**: ciência e aplicações. v. 1. 9. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

LEONARDO, Fabio Martins de. **Conexões**: matemática e suas tecnologias. São Paulo: Moderna, 2020.

LOPES, Thiago Beirigo; WIELEWSKI, Gladys Denise; SÁ, Pedro Franco de. Levantamento da produção acadêmica em teses e dissertações brasileiras sobre ensino e aprendizagem de números decimais no período de 1995 a 2015. **REnCiMa**, São Paulo, v. 9, n.4, p. 110-125, 2018.

LUIZ, Robson. **Conjuntos numéricos**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/matematica/conjuntos-numericos.htm>. Acesso em 17 de junho de 2025.

MARTINS, Amanda Cristina; TINTI, Douglas da Silva. Idoneidade Epistêmica evidenciada em um processo formativo com futuros professores de Matemática: um plano de aula envolvendo a representação de dados estatísticos. **REnCiMa**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 1-19, abr./jun. 2024.

MELLO, Sílvio Quintino de; SANTOS, Renato Pires dos. O ensino de Matemática e a educação profissional: a aplicabilidade dos números complexos na análise de circuitos elétricos. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 7, n. 2, p. 51-64, jul./dez. 2005.

MORAIS Cristina; SERRAZINA, Maria de Lurdes. Extensões de Conhecimentos na Construção da

Compreensão de Numeral Decimal **Bolema**, Rio Claro, v. 32, n. 61, p. 631-652, ago. 2018.

OLIVEIRA, Jéssika Naves de. Dificuldade na aprendizagem dos números racionais: confrontando dois níveis de escolaridade. In: **Encontro nacional de educação matemática**. São Paulo: SBEM, 2016. p. 1–12.

ONUCHIC, Lourdes de la Rosa; ALLEVATO, Norma Suely Gomes. As diferentes “personalidades” do número racional trabalhadas através da resolução de problemas. **Bolema**, Rio Claro, v. 21, n. 31, p. 79–102, dez. 2008.

PAIVA, Manoel. **Matemática**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2015.

PENTEADO, Cristina Berndt. **Concepções do professor do ensino médio relativas à densidade do conjunto dos números reais e suas reações frente a procedimentos para a abordagem desta propriedade**. 2004. 177f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica. São Paulo.

PONTE, João Pedro da. Números e álgebra no currículo escolar. In: VALE, I. et al. (orgs.). **Números e álgebra na aprendizagem da matemática e na formação de professores**. Lisboa: SEM–SPCE, 2006, p. 5–27.

PORTOLAN, Juliano. **A importância do ensino de números complexos no ensino médio, na visão dos professores de matemática, em alguns municípios da região oeste do Paraná**. 2017. 96f. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

PORTUGAL. Ministério da Educação e Ciência. **Programa e Metas Curriculares Matemática: Ensino Básico**, 2013.

PUHL, Cassiano Scott; MÜLLER, Thaísa Jacintho. O ensino dos números complexos na perspectiva de professores de Engenharia Elétrica. **REnCiMa**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 1-18, abr./jun. 2023.

RADFORD, Luis. **The theory of objectification**. A Vygotskian perspective on knowing and becoming in mathematics teaching and learning. Leiden e Boston: Brill/Sense, 2021.

RESERVATÓRIO. Dicionário online do google. **Oxford Languages**. Disponível em <https://www.google.com>. Acesso em 17 abr. 2025.

SCHMIDT, William H.; HOUANG, Richard T.; COGAN, Leland; BLÖMEKE, Sigrid; TATTO, Maria Teresa; HSIEH, Feng Jui; SANTILLAN, Marcella; BANKOV, Kiril; HAN, Shin Il; CEDILLO, Tenoch; SCHWILLE, John; PAINE Lynn. Opportunity to learn in the preparation of mathematics teachers: its structure and how it varies across six countries. **International Journal on Mathematics Education**, FIZ Karlsruhe, v.40. n.5, p. 735-747, sept. 2008.

SFARD, Anna. On Two Metaphors for Learning and the Dangers of Choosing Just One. **Educational Researcher**. v. 27, n. 2, p. 4-13, march 1998. doi.org/10.2307/1176193.

SILVA, Benedito Antonio da; PENTEADO, Cristina Berndt. Fundamentos dos números reais: concepções de professores e viabilidade de início do estudo da densidade no ensino médio. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 351–371, 2009.

SILVEIRA, Everaldo; SOUZA Maria Alice Veiga Ferreira de; POWELL, Arthur Belford. Estudo de Frações: superficialidades, parcialidades ou equívocos. **Bolema**, Rio Claro, v. 38, e230100, 2024.

SOUZA, Joamir Roberto de, GARCIA, Jacqueline da Silva Ribeiro. **Contato matemática**. São Paulo: FTD, 2016.

THIRD SPACE LEARNING. **Number sets**, 2024. Disponível em:
<https://thirdspacelearning.com/us/math-resources/topic-guides/number-and-quantity/number-sets/>. Acesso em: 15 de maio de 2025.

TODA MATÉRIA. **Conjuntos Numéricos**, 2011. Disponível em:
<https://www.todamateria.com.br/conjuntos-numericos/#:~:text=Os%20conjuntos%20num%C3%A9ricos%20re%C3%BAnem%20diversos,%C3%A9%20a%20Teoria%20dos%20Conjuntos>. Acesso em: 15 de maio de 2025.

ESTADO DE AGÊNCIA: UMA ABORDAGEM PARA ANÁLISE DA AÇÃO DOCENTE BASEADA NA TEORIA DA AÇÃO MEDIADA

Fernando Accorsi¹

Marinez Meneghello Passos²

Sergio de Mello Arruda³

RESUMO

Este artigo tem como objetivo propor o constructo Estado de Agência como alternativa metodológica para investigação da ação docente em sala de aula. Essa abordagem considera como base epistemológica a Teoria da Ação Mediada de James V. Wertsch tendo como foco o docente agindo por meio de ferramentas culturais (meios mediacionais). O Estado de Agência é estabelecido a partir da materialidade dos meios mediacionais utilizados pelo docente em suas ações no ambiente natural de trabalho. Esse constructo, tomado como estrutura basilar para a análise de conteúdo, determina a forma de recorte do *corpus* analítico, considerando as características materiais de agência, e sua categorização favorece a representação de relações de transição entre os estados (Diagrama de Estados de Agência). A abordagem proposta apresenta potencial para subsidiar interpretações descritivas e explicativas acerca do trabalho docente em sala de aula considerando o contexto social, histórico e cultural.

PALAVRAS-CHAVE: Teoria da Ação Mediada. Estado de Agência. Ação Docente. Formação de Professores.

¹ Instituto Federal do Paraná - Campus Londrina. E-mail: fernando.accorsi@ifpr.edu.br.  <https://orcid.org/0009-0009-4154-2942>.

² Universidade Estadual de Londrina (UEL). E-mail: marinezpasseos@uel.br.  <https://orcid.org/0000-0001-8856-5521>.

³ Universidade Estadual de Londrina (UEL). E-mail: sergioarruda@uel.br.  <https://orcid.org/0000-0002-4149-2182>.

STATE OF AGENCY: AN APPROACH FOR THE ANALYSIS OF TEACHER ACTION BASED ON THE THEORY OF MEDIATED ACTION

ABSTRACT

This paper aims to propose the State of Agency construct as a methodological alternative for investigating teaching action in the classroom. This approach is epistemologically grounded in James V. Wertsch's Mediated Action Theory, focusing on the teacher acting through cultural tools (mediational means). The State of Agency is established based on the materiality of the mediational means used by the teacher in the action. This construct, used as the basic structure for content analysis, determines the way of clipping for the analytic corpus considering the materiality of agency, and its categorization favors the representation of transitional relations between the states (State of Agency Diagram). The proposed approach demonstrates the potential to support descriptive and explanatory interpretations of classroom teaching practice considering the social, historical and cultural context.

KEYWORDS: Theory of Mediated Action. State of Agency. Teacher Action. Teacher Education.

1. INTRODUÇÃO

As interações humanas são basilares para o exercício da atividade docente. É no campo das interações sociais que o professor procura congruência de significados entre seus estudantes, com o propósito de ensinar e realizar o intercâmbio desses significados por meio de suas ações situadas em um contexto social, histórico e cultural.

Cotidianamente, em seu ambiente natural de trabalho, é onde o exercício de sua profissão se apresenta de forma mais concreta. O que o professor faz de fato, suas ações, desvelam sua prática para além do institucionalmente prescrito para a função. Tardif e Lessard (2014) destacam duas perspectivas analíticas para a investigação do trabalho docente: “pelo alto” e “por baixo”. A primeira privilegia na investigação, grandes variáveis sociológicas e forças sociais que estruturam a prática e a identidade dos agentes, enquanto a segunda diferencia-se, “levando a pesquisa ao campo propriamente dito das práticas cotidianas pelas quais se realiza e se reproduz o processo de trabalho dos atores escolares” (Tardif; Lessard, 2014, p. 38).

Considerando essas perspectivas analíticas, são pertinentes metodologias de pesquisa que busquem descrever a atividade docente a partir da observação direta de suas ações (“por baixo”) sem prescindir do contexto social, histórico e cultural (“pelo alto”). Nesse sentido, encontramos na Teoria da Ação Mediada (Wertsch, 1998a) a base epistemológica para a proposição de uma

abordagem metodológica que se justifica por manter sob análise conjunta o docente e as ferramentas culturais (meios mediacionais) articuladas em suas ações. Sob essa ótica, as ações infundidas das intenções do indivíduo podem ser investigadas de forma contextualizada a partir da materialidade dos meios mediacionais empregados. Diante dessas considerações, o presente ensaio teórico objetiva propor o constructo Estado de Agência como alternativa metodológica para investigação das ações docentes no âmbito da sala de aula.

2. TEORIA DA AÇÃO MEDIADA

A Teoria da Ação Mediada de James V. Wertsch, situa-se no espectro das pesquisas socioculturais inspiradas inicialmente na vertente histórico-cultural de Vygotsky (Wertsch; Ríó; Alvarez, 1998), a qual foi influenciada pela dialética materialista de Karl Marx e Friedrich Engels (Palangana, 2015). Na obra “Mente como ação” (Wertsch, 1998a, p. 24, tradução nossa), o autor enuncia a tarefa dessa abordagem dando prioridade analítica à ação humana: “A tarefa de uma abordagem sociocultural é explicitar as relações entre a ação humana, por um lado, e os contextos culturais, institucionais e históricos nos quais essa ação ocorre, por outro”.

Essa prioridade é justificada como uma maneira de opor-se à separação entre o indivíduo e o ambiente. Valoriza-se o caráter mediado da ação, concebendo o ser humano em contato com o ambiente. Considerando essa tarefa, Wertsch (1998a) recorre à Gramática dos Motivos de Kenneth Burke (1969) para estabelecer alguns princípios gerais para discussão da ação humana. O nomeado dramatismo de Burke (1969) apoia-se em cinco termos (pentagrama) como princípios geradores, os quais já os destaca no início de sua obra.

Nós usaremos cinco termos como princípios geradores da nossa investigação. São eles: Ato, Cena, Agente, Agência, Propósito. Em uma exposição coerente sobre os motivos, você deve ter algum tipo de palavra que nomeia o ato (nomeia o que ocorreu no pensamento ou ação) e outro que nomeia a cena (o pano de fundo do ato, a situação na qual ele ocorreu); você deve, também, indicar qual pessoa ou tipo de pessoa (agente) realizou o ato, quais meios ou instrumentos ele usou (agência), e o propósito. [...] qualquer exposição completa sobre os motivos oferecerá algum tipo de respostas para estas cinco perguntas: o que foi feito (ato), quando ou onde foi feito (cena), quem fez (agente), como ele fez (agência), e por que (propósito) (Burke, 1969, p. xv *apud* Giordan, 2008, p. 91).

Tendo em vista o pentagrama, Wertsch (1998a) coloca em foco o agente e suas ferramentas culturais (meios mediacionais) e compreende que estes fornecem boas percepções sobre os demais elementos (cena, propósito e ato). Nessa perspectiva, a ação mediada (agente-agindo-com-meios-mediacionais) como unidade de análise proporciona uma compreensão sobre

a relação agente-instrumento, a qual se propõe a superar a antinomia indivíduo e sociedade (Wertsch; Río; Alvarez, 1998). Desta forma, tal enfoque estabelece uma ligação natural entre a ação e os contextos culturais, institucionais e históricos, nos quais está inserida. Em essência, Wertsch (1998a) considera para análise das ações, a tensão irreduzível “agentes-ferramentas culturais” (agência), como destaca Giordan (2008, p. 93):

Para tanto, é preciso reconhecer que a tensão irreduzível “agentes-ferramentas culturais” (agência, na terminologia de Burke) pode ser representativa da ação mediada, e pode, portanto, ser adotada como uma unidade de análise capaz de interpretar satisfatoriamente ações humanas diversificadas, como aquelas que se realizam na escola.

Assim, a investigação da ação, com atenção a essa perspectiva de agência, considera que o agente não age sozinho, mas sim por algum meio mediacional, como também, a ferramenta só se faz ferramenta quando empregada pelo agente e compartilhada socialmente.

Na abordagem sociocultural, considerando os estudos de Vigotski (2007), compreendemos que a ação humana é mediada por ferramentas culturais. Para a Teoria da Ação de Mediada o termo “ferramentas culturais” engloba tanto os instrumentos (ferramentas técnicas) quanto os signos (ferramentas psicológicas) (Wertsch, 1993, p. 28) e podem “variar desde dispositivos mnemônicos simples, como marcas em pedra, até linguagem natural e computadores” (Wertsch, 1998b, p.518, tradução nossa). De acordo com Wertsch (1998a), uma das propriedades imprescindíveis a essas ferramentas é a materialidade. Nas palavras do autor: “Sem tal materialidade, não haveria nada com que agir ou reagir, e o surgimento de habilidades socioculturalmente situadas não poderia ocorrer” (Wertsch, 1998a, p. 31, tradução nossa).

A materialidade pode ser facilmente observada quando o meio mediacional é suportado em objetos físicos, os quais podem até vir a persistir para além do fluxo de ações do agente. No caso da linguagem falada, essa materialidade, mesmo que efêmera, é presente, pois só assim atende a seu propósito de mediação. Por meio da materialidade é possível considerar que as ferramentas culturais têm implicações no desenvolvimento de habilidades nos processos internos pelo seu domínio e apropriação (Wertsch, 1998a).

Quanto ao propósito da ação mediada, Wertsch (1998a) destaca que ela não pode ser adequadamente interpretada se for considerada a existência de um único objetivo. Os múltiplos objetivos, em interação ou conflito, podem ter interpretações variadas, dependendo da amplitude

da cena (circunferência da cena). Quanto mais amplo o contexto que a compõe, mais objetivos podem emergir para a mesma ação a partir de outras perspectivas de análise. Conflitos entre o propósito da ferramenta cultural empregada e do agente também podem se tornar evidentes.

A relação agente e ferramentas culturais tem caráter dinâmico, na qual a tensão irreduzível é historicamente situada e está em transformação. Esse processo pode ser compreendido na perspectiva do desenvolvimento da ação mediada, quer seja do ponto de vista do agente dominar as ferramentas culturais necessárias, quer seja na adaptabilidade delas para novos cenários socioculturais que se apresentam. Dominar uma ferramenta cultural, saber como usá-la, é uma das formas de internalização abordadas por Wertsch (1998a).

É importante considerar que ferramentas culturais possuem características que podem promover variadas possibilidades ao agente, mas também podem lhe impor limitações. Por vezes, as limitações são apenas percebidas quando novas ferramentas surgem e são apresentadas diferentes possibilidades. Neste ponto, Wertsch (1998a) destaca o entendimento de Vygotsky quanto ao potencial transformador da introdução de um novo meio mediacional sobre ação mediada:

[...] ao ser incluída no processo de comportamento, a ferramenta psicológica (signo) altera todo o fluxo e estrutura das funções mentais. Ela faz isso determinando a estrutura de um novo ato instrumental, assim como uma ferramenta técnica altera o processo de uma adaptação natural ao determinar a forma das operações de trabalho (Vygotsky, 1981, p. 137 *apud* Wertsch, 1998a, p. 43).

Para além da internalização discutida por meio do domínio da ferramenta, Wertsch (1998a) considera a ideia de apropriação, inspirando-se em Mikhail Bakhtin. Neste sentido, a internalização se dá quando o agente toma para si a ferramenta cultural e a utiliza de forma mais ampla em diferentes contextos. Como evidencia Giordan (2008, p. 97), são duas formas distintas de internalização:

É possível que alguém domine, mas não se aproprie de uma ferramenta cultural, como é possível também que o domínio e a apropriação estejam correlacionados em alto ou baixo grau. Os critérios de diferenciação estão definidos pelo comprometimento, resistência, autonomia do agente em executar ações com propósitos específicos.

Por fim, destacamos que na investigação, a partir da ação mediada, outros fatores complementares às funções cognitivas e comunicativas das ferramentas culturais podem ser explorados. Por exemplo, questões relacionadas ao poder e autoridade permeiam o uso das

ferramentas culturais pelo agente. De acordo com Wertsch (1998a, p.72, tradução nossa), “ao invocar as ferramentas culturais apropriadas, é possível que as ações de alguém assumam um tipo de poder e autoridade”. Em nossa discussão sobre o constructo, daremos mais atenção aos fatores cognitivo-instrumentais.

3. ESTADO DE AGÊNCIA

Antes de introduzirmos o constructo Estado de Agência, julgamos oportuno considerar alguns pressupostos sobre a ação docente. O primeiro deles refere-se ao conceito associado ao termo “ação docente”. Na revisão sistemática realizada por Bremm, Arruda e Passos (2023) sobre esta questão, os autores dos artigos selecionados, por falta de uma conceituação específica, relacionam-no com assuntos diversos associados ao tema, como: saberes docentes e formação profissional, formação docente, perspectivas histórico-sociais e histórico-críticas e avaliação. Como conclusão do processo de categorização empregando a Análise Textual Discursiva (ATD), evidenciam que o termo ação docente está associado a seis categorias finais: processo para ensinar e para aprender, processo dialógico e contextualizado, mobilização de saberes, processo reflexivo, planejamento e avaliação e formação de professores. A categoria processo para ensinar e para aprender possui o maior número de representantes.

Para os autores Bremm, Arruda e Passos (2023), essa categoria converge com o conceito adotado, inicialmente, pelo Programa de Pesquisa sobre a Ação Docente, Ação Discente e suas Conexões - PROAÇÃO (Arruda; Passos; Broietti, 2021), o qual assume que a ação docente é toda “ação que o professor desenvolve em sala de aula, tendo em vista o ensinar e o aprender” (Andrade; Arruda; Passos, 2018, p. 350). Iremos considerar este conceito preliminar como base para a compreensão da expressão ação docente.

O segundo pressuposto relaciona-se às questões metodológicas, o PROAÇÃO tem realizado investigações procurando identificar quais ações docentes e discentes podem ser observadas em aulas de Ciências e de Matemática na Educação Básica e no Ensino Superior, como também quais são suas implicações para o ensino, a aprendizagem e a formação de professores (Arruda; Passos; Broietti, 2021). Em geral, os pesquisadores desse grupo têm empregado a observação direta do professor durante as aulas, considerando, em suas análises, abordagens descritivas, explicativas e conexivas (Benicio; Arruda; Passos, 2020).

No contexto da sala de aula, essa riqueza de dados se observa em manifestações verbais e não verbais de professores e estudantes nas interações sociais. Para Lüdke e André (2013, p. 18), o estudo qualitativo “é o que se desenvolve numa situação natural, é rico em dados descritivos, tem um plano aberto e flexível, e focaliza a realidade de forma complexa e contextualizada”. Destacamos aqui, a importância de investigar a ação docente qualitativamente durante sua execução em seu ambiente típico, a sala de aula.

Nesse ambiente educacional de ações interativas complexas, o professor interpreta os acontecimentos continuamente, impõe significações e mantém a comunicação no centro da ação pedagógica (Tardif; Lessard, 2014).

Na área de Ensino, encontramos diversos estudos que têm como abordagem metodológica a observação direta do professor em sala de aula conjugada à análise qualitativa, os quais investigam questões relacionadas tanto à comunicação verbal quanto à não verbal (Quadros; Giordan, 2019; Giordan; Silva-Neto; Aizawa, 2015; Farsani; Mendes, 2023; Farsani; Rodrigues, 2021).

Entendemos que, na essência da escolha deste caminho metodológico, está a relevância do que o professor realmente faz em sua prática educativa cotidiana e, conseqüentemente, a compreensão da natureza de seu trabalho.

Considerando esses dois pressupostos: o que compreendemos por ação docente e de que forma acreditamos ser relevante investigá-la, seguimos para a explicação do nosso constructo Estado de Agência. Para tanto, vamos abordá-lo primeiramente empregando os cinco elementos do pentagrama (ato, agente, cena, agência e propósito) proposto por Burke (1969), contextualizando-o nas ações docentes no ambiente educacional.

Como nosso foco é a ação docente, fica evidente que o “agente”, quem faz a “ação”, é o professor. É a partir desse agente que procuramos descrever as ações que o envolvem. Contudo, é importante observar que, muitas vezes, é a partir de ações de outros agentes que se torna possível identificar seu ato. Por exemplo, podemos observar o professor em silêncio com os olhos voltados para a turma, mas só é possível identificar se sua ação se refere a escutar um relato discente ou a repreender um comportamento inadequado, pela observação dos outros agentes. Portanto, a ação

docente é identificada em um contexto de interação social com múltiplos agentes e não de forma isolada.

Nessa perspectiva, um outro elemento emerge, a “cena”, a qual pode ser compreendida como um contêiner contextual que contém os agentes e suas ações. De uma maneira mais restrita podemos nos ater apenas a questões físicas de espaço e tempo: como o ambiente está organizado quanto aos móveis e equipamentos, sua localização geográfica, em qual turno a aula acontece e sua duração, entre outros. Características espaço-temporais que interferem no desenrolar da prática educativa. Vários exemplos poderiam ser apresentados nesse sentido: uma sala com carteiras enfileiradas ou dispostas em círculo que alteram a percepção do que está no centro da atenção; ou mesmo a presença de um projetor multimídia, que favorece a apresentação de representações químicas mais complexas.

Contudo, compreendemos que a cena inclui características para além das espaço-temporais e envolve possibilidades amplas de análise que exercem implicações sobre a ação docente. A cena também se caracteriza por fatores epistêmicos, curriculares, institucionais e socioculturais, por exemplo: se a cena é uma aula de Química para o Ensino Médio de uma instituição pública de educação profissional, há várias implicações para o enredo das ações. A natureza do ensino de Química envolve o uso de várias representações para fenômenos micro e macroscópicos, o currículo do Ensino Médio impõe um ritmo na distribuição dos conteúdos, a instituição de educação profissional valoriza a relação dos conteúdos com o exercício profissional, e seu cariz público promove a inclusão. Portanto, a cena, em nosso entendimento, caracteriza o contexto das ações de amplitude modulada pelo interesse da análise.

As diferentes circunferências da amplitude da cena auxiliam-nos na discussão do elemento “propósito”, ou seja, por qual motivo o professor fez determinada ação? Não trataremos nesse texto as questões relacionadas à consciência do agente sobre suas decisões na execução das ações (Schön, 2000) ou se fazem de forma racional (Bourdieu, 1997), mas no atendimento aos múltiplos objetivos destacados por Wertsch (1998a).

Nesse sentido, compreendemos que a ação docente observada é orientada primordialmente com o objetivo de ensinar na expectativa do aprender, mas que outros objetivos subjacentes podem estar envolvidos. Por exemplo, ao professor desenhar uma representação

química na lousa, podemos compreender, em primeira instância, considerando a amplitude da cena restrita à sala de aula, no tempo do ato, que a ação tem o propósito de explicar a estrutura química do fenômeno apresentado. Porém, ao ampliar a circunferência da cena analisada, englobando o contexto das avaliações nacionais, um outro propósito pode emergir, o de explorar representações que são questionadas em determinadas avaliações de grande escala. Portanto, na observação direta do ato, podem se apresentar de forma explícita alguns propósitos imediatos, mas consideramos que há outros tantos que necessitam de investigação posterior junto ao agente para se apresentarem. Outros, porém, de natureza identitária do agente, talvez nunca sejam desvelados, mesmo tendo implicações para a ação.

Por fim, temos o último elemento do quinteto, a “agência”, que se refere ao modo como o professor executa a ação. No contexto interativo do ambiente educativo, a ação (o que faz) é percebida a partir da materialidade do meio mediacional que o agente emprega ao fazê-la (como faz). Por exemplo, um estudante percebe que o professor está proferindo uma pergunta (o que faz) pela composição linguística do enunciado, pela prosódia da voz, direção do olhar, e por outras características observáveis devido à materialidade do meio (como faz). Considerando a tensão irreduzível “agentes-ferramentas culturais” da ação mediada, compreendemos que a ação docente é identificável por meio da materialidade observável na articulação da ferramenta cultural pelo agente professor (agência).

Nesse ponto fazemos uma ressalva quanto ao que denominamos como “identificável”. Tendo como referência as etapas da Análise de Conteúdo de Bardin (2016), a exploração do material em análise constitui na administração das técnicas no *corpus*, em essência, a aplicação das regras de categorização aos recortes delimitados na pré-análise.

Mantendo o sentido, entendemos que algo é “identificável” quando os registros obtidos a partir da coleta de dados sobre ele tem potencial de categorização, segundo os critérios estabelecidos. Portanto, a ação é identificável primordialmente a partir da agência. Porém, é importante destacar que a cena e o propósito também podem contribuir para essa identificação.

Tendo em vista os cinco elementos do pentagrama contextualizados na ação docente, revisamos o conceito à luz da Teoria da Ação Mediada para: Ação Docente (ato) é uma ação humana realizada pelo professor (agente) por meio de ferramentas culturais (agência) em um

contexto educativo (cena) com o objetivo primordial de ensinar na expectativa do aprender (propósito).

Considerando o conceito apresentado e as questões expostas por meio do pentagrama, explicaremos o constructo Estado de Agência. O termo “estado”, quando consultado em dicionários da Língua Portuguesa, é associado a situação ou condição na qual se encontra alguém ou algo em determinado momento.

Partindo dessa semântica geral do termo, assumimos que o estado é uma coleção de características (atributos valorados) de algo observável em um intervalo temporal, as quais, em conjunto, identificam uma condição. Desta maneira, quando nos referimos ao termo Estado de Agência, o associamos semanticamente a um conjunto de características referentes à agência em um determinado intervalo de tempo capaz de identificá-lo. Como exposto anteriormente, as características são percebidas a partir da materialidade do meio mediacional durante a articulação das ferramentas culturais pelo agente em ação.

Portanto, conceituamos Estado de Agência da ação docente como: um conjunto de características materiais da agência do professor empregando ferramentas culturais durante a execução de ações que identificam uma condição no interesse do propósito de ensinar. Para melhor compreensão, podemos exemplificá-lo utilizando o ato de fazer uma pergunta, o qual pode compor diferentes Estados de Agência.

No Quadro 1 apresentamos dois deles, “Arguição Racional” e “Registro Participativo”, que envolvem o conteúdo verbal de diferentes tipos de perguntas (Carvalho, 2012), porém outras características não verbais compõem esses estados, como o espaço ocupado (proxêmica) na sala (Farsani; Rodrigues, 2021; Hall, 1959) ou outra ação concomitante.

O estado de “Arguição Racional” caracteriza-se pelo momento da aula (intervalo de tempo) em que o professor se aproxima da turma com olhar atento e profere uma questão com o propósito de instigar os estudantes a raciocinarem sobre os conteúdos. Já no estado de “Registro Participativo”, o agente faz perguntas mais simples procurando manter a interação com os estudantes enquanto faz o registro na lousa.

No desenrolar da aula, o professor alterna entre vários Estados de Agência, que representam a articulação das ferramentas culturais realizadas por ele com o propósito primordial de ensinar.

Destacamos que os estados apresentados têm o papel apenas de exemplificar o constructo e não compõem um sistema de categorias *a priori* para análise do comportamento do professor, como proposto por Flanders (1970).

Quadro 1 – Exemplos de Estados de Agência

Estados	Características materiais da agência
Arguição Racional	O conteúdo da fala é uma pergunta de raciocínio. A prosódia da voz é de uma pergunta. O professor encontra-se no espaço profissional ou social. A face está voltada para a turma.
Registro Participativo	O conteúdo da fala relaciona-se ao que está sendo registrado na lousa, complementado por perguntas de complementaridade, duas possibilidades ou sem sentido. Ao término da fala, a prosódia da voz é de uma pergunta. O professor escreve o conteúdo na lousa enquanto fala encontrando-se no espaço público.

Fonte: Os autores.

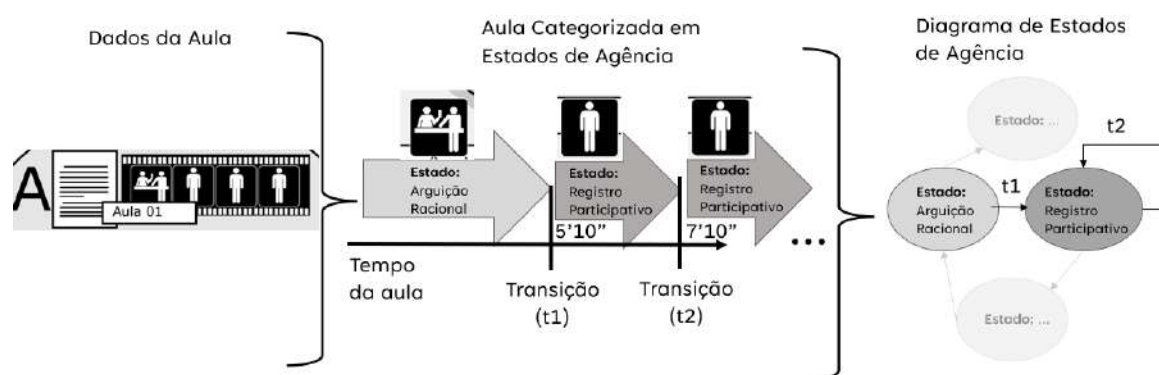
Quando são consideradas características não verbais na agência do professor, é comum os pesquisadores empregarem técnicas para registros audiovisuais do objeto de interesse. Flick (2009) destaca que a análise de vídeo amplia as capacidades de outras abordagens (gravações de áudio, entrevistas, notas de campo), pois registram também conteúdos não verbais da interação e ações no momento de sua execução.

Na abordagem apresentada, o constructo Estado de Agência impõe a forma de recorte da unidade de registro nos dados coletados e, consequentemente, torna-se estrutura basilar para etapas de categorização (Bardin, 2016). O constructo não limita o método de especificação das categorias, as quais podem emergir na pré-análise ou serem definidas *a priori*, considerando os quadros teóricos de interesse. Desta maneira, é possível não só caracterizar a agência do professor (tensão irreduzível agentes-ferramentas culturais) na forma de estados, mas também descrever quais relações de transição há entre eles na prática educativa observada.

A Figura 1 apresenta um exemplo de Diagrama de Estados de Agência (representado por um dígrafo) contendo essas relações de transição. No diagrama, os vértices do dígrafo representam os estados distintos associados à agência, enquanto as arestas indicam a presença de

transições entre eles. No caso apresentado, como durante a aula há uma transição (tipo t1) do estado “Arguição Racional” para o estado “Registro Participativo”, o dígrafo possui uma aresta entre esses dois estados. A partir desta representação é possível investigar as relações entre as agências, como também associar frequências a essas transições.

Figura 1 – Processo de Análise baseado em Estados de Agência



Fonte: Os autores.

Portanto, em primeira análise, compreendemos que o constructo Estado de Agência pode contribuir para uma abordagem descritiva sobre a ação docente à luz da Teoria da Ação Mediada, uma vez que considera em primazia a materialidade das ferramentas culturais nos momentos de ação do professor. Tendo em vista que a partir da descrição dos estados e suas transições, outras relações possam emergir, consideramos que o constructo também tem potencial para interpretações mais explicativas de interesse à formação de professores.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente, abordamos os fundamentos teóricos propostos por Wertsch (1998a), descrevendo algumas das propriedades da ação mediada relevantes para a compreensão de nosso constructo. Evidenciamos que ao considerar a tensão irreduzível entre agentes e ferramentas culturais (agência) na análise, estabelecemos uma ligação natural entre a ação humana e os contextos culturais, institucionais e históricos.

Nessa perspectiva, a materialidade dos meios mediacionais destaca-se como propriedade imprescindível para que a ação atenda aos seus múltiplos propósitos na interação social. Por conseguinte, é a partir dela que se torna possível buscar o domínio e a apropriação das ferramentas culturais técnicas e psicológicas pelos agentes. Na sequência, empregamos os cinco elementos do dramatismo de Burke (1969) para conceituar a ação docente à luz da Teoria da Ação

Mediada e introduzimos, conceitualmente, o Estado de Agência. Apresentamos o constructo como uma condição do professor identificada a partir de um conjunto de características materiais de sua agência no exercício da ação.

Diante do que foi exposto, compreendemos que adotar o constructo Estado de Agência como estrutura basilar para análise qualitativa contribui favoravelmente para a descrição das ações docentes, pois o processo analítico passa a orientar-se pela investigação de conjuntos de características materiais da agência, que agregados fazem sentido para a composição do repertório de estados.

Tais características podem envolver elementos verbais e não verbais, o que contribui para uma exploração multimodal das interações sociais.

A categorização baseada em estados impõe uma forma de recorte do *corpus* compatível com os elementos considerados em sua especificação, produzindo uma sequência representativa da agência do professor em função do tempo, fato que possibilita a quantificação de índices dos estados isolados, entre os quais: a frequência, o tempo de permanência, as possíveis transições e a identificação de sequências.

Isso nos remete à possibilidade de o Diagrama de Estados de Agência tornar-se uma representação elaborada sobre as sequências que mapeiam as relações de transição diretas entre os estados, o que contribui para descrever como o agente alterna entre as agências. Essa forma de representação também pode ser útil para a investigação de padrões de agência, possibilitando níveis mais abstratos de análise.

Tendo em vista as características apresentadas, concluímos que a abordagem baseada nos Estados de Agência possui potencial para subsidiar interpretações descritivas e explicativas para a ação docente, considerando aspectos socioculturais de seu ambiente natural de trabalho.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Edelaine Cristina; ARRUDA, Sergio de Mello; PASSOS, Marinez Meneghello. Descrição da Ação Docente de professores de Matemática por meio da observação direta da sala de aula.

Educação Matemática Pesquisa, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 349-368, 2018. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/32979>. Acesso em: 4 jun. 2025.

ARRUDA, Sergio de Mello; PASSOS, Marinez Meneghello; BROIETTI, Fabiele Cristiane Dias. O Programa de Pesquisa sobre a Ação Docente, Ação Discente e suas Conexões (PROAÇÃO): Fundamentos e Abordagens Metodológicas. **REPPE**, Cornélio Procópio, v. 5, p. 215-246, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uenp.edu.br/index.php/reppe/article/view/982>. Acesso em: 4 jun. 2025.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BENICIO, Marily Aparecida; ARRUDA, Sergio de Mello; PASSOS, Marinez Meneghello. Um estudo quantitativo das conexões entre a ação docente e a ação discente em aulas de Matemática, Física e Química em um instituto federal do Paraná. **Contexto & Educação**, Ijuí, v. 35, n. 112, p. 456-477, 2020. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/9127>. Acesso em: 4 jun. 2025.

BOURDIEU, Pierre. **Razones prácticas**: sobre la teoría de la acción. Barcelona: Editorial Anagrama, 1997.

BREMM, Daniele; ARRUDA, Sergio de Mello; PASSOS, Marinez Meneghello. Concepções de ação docente presentes em artigos do Google Acadêmico (2011-2021). **Revista Prática Docente**, [s. l.], v. 8, e23043, 2023. Disponível em: <https://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/674>. Acesso em: 4 jun. 2025.

BURKE, Kenneth. **A grammar of motives**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1969.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. **Os Estágios nos Cursos de Licenciatura**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

FARSANI, Danyal; MENDES, Jackeline Rodrigues. Discurso multimodal em sala de aula: gestos e proxêmica na interação professor-estudante. **Educar em Revista**, [s. l.], v. 39, e75958, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1984-0411.75958>. Acesso em: 4 jun. 2025.

FARSANI, Danyal; RODRIGUES, Jackeline. Proxêmica e comunicação não verbal na interação em sala de aula. **Psicologia Escolar e Educacional**, [s. l.], v. 25, e229866, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-35392021229866>. Acesso em: 4 jun. 2025.

FLANDERS, Ned A. **Analyzing Teaching Behavior**. New York: Addison-Wesley Company, 1970.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GIORDAN, Marcelo. **Computadores e Linguagens nas aulas de Ciências**: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados. Ijuí: Unijuí, 2008.

GIORDAN, Marcelo; SILVA-NETO, Arcelino Bezerra; AIZAWA, Alexandre. Relações entre gestos e operações epistêmicas mediadas pela representação estrutural em aulas de química e suas implicações para a produção de significados. **Química Nova na Escola**, Belo Horizonte, v. 37, n. 1, p. 82-84, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20150021>. Acesso em: 4 jun. 2025.

HALL, Edward Twitchell. **The silent language**. New York: Doubleday e Company, 1959.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **A Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2013.

PALANGANA, Isilda Campaner. **Desenvolvimento e Aprendizagem em Piaget e Vigotski**: a relevância do social. 6. ed. São Paulo: Summus, 2015.

QUADROS, Ana Luíza de; GIORDAN, Marcelo. Rotas de transição modal e o ensino de representações envolvidas no modelo cinético molecular. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 24, n. 3, p 74-100, 2019. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/1296>. Acesso em: 4 jun. 2025.

SCHÖN, Donald Allan. **Educando o profissional reflexivo**: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Tradução: Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

TARDIF, Maurice; LESSARD, Claude. **O trabalho docente**: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas. 9. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2014.

VIGOTSKI, Lev S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WERTSCH, James V. **Mind as action**. New York: Oxford University Press, 1998a.

WERTSCH, James V. Mediated Action. In: BECHTEL, William; GRAHAM, George (org.). **A companion to cognitive science**. Malden, MA: Blackwell Publishers, 1998b. p. 518-525.

WERTSCH, James V. **Voices of the Mind**: a socialcultural approach to mediated action. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1993.

WERTSCH, James V.; RÍO, Pablo del; ALVAREZ, Amelia Alvarez. **Estudos socioculturais da mente**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

A CONSTRUÇÃO DA IDENTIDADE DO PROFESSOR DE QUÍMICA A PARTIR DO PATRIMÔNIO CIENTÍFICO MUSEALIZADO

Laura Darif Turra¹

Luciane Jatobá Palmieri²

Marcelo Valério³

Camila Silveira da Silva⁴

RESUMO

Partindo da compreensão de que os museus de ciência são espaços formativos e pedagógicos, objetiva-se analisar o processo de construção da identidade docente de licenciandos em Química, a partir do patrimônio científico musealizado. Por meio de um modelo explicativo sobre o contributo dos museus na formação de uma identidade do professor a partir do patrimônio, aliado às técnicas da metodologia de análise de conteúdo, foram analisados os portfólios de uma turma de licenciatura em Química que cursou um componente curricular intitulado “Prática de Ensino em espaços não formais”. Como resultados, aponta-se que foi possível identificar a identidade do professor a partir do patrimônio, reconhecendo-se, em seus relatos, a relação do patrimônio com os conhecimentos químicos, pedagógicos, bem como as práticas interculturais e históricas.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Museal. Educação Patrimonial. Museus de Ciência. Divulgação Científica. Popularização da Ciência.

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). E-mail: laura.turra@unioeste.br.  <https://orcid.org/0009-0004-6459-4984>.

² Secretaria Municipal de Educação de São Carlos (SP). E-mail: lujpal@gmail.com.  <https://orcid.org/0000-0003-0372-0911>.

³ Universidade Federal do Paraná (UFPR). E-mail: marcelovalerio@ufpr.br.  <https://orcid.org/0000-0003-2107-6023>.

⁴ Universidade Federal do Paraná (UFPR). E-mail: camilasilveira@ufpr.br.  <https://orcid.org/0000-0002-6261-1662>

THE CONSTRUCTION OF THE IDENTITY OF CHEMISTRY TEACHERS BASED ON SCIENTIFIC HERITAGE EXHIBITED IN MUSEUMS

ABSTRACT

Based on the understanding that science museums are formative and pedagogical spaces, this study aims to analyze the construction of professional identity among Chemistry undergraduates through the lens of museumized scientific heritage. Through an explanatory model regarding the contribution of museums to the development of teacher identity based on heritage, combined with the techniques of content analysis methodology, portfolios from a cohort of undergraduate chemistry students who took a course titled “Teaching Practice in Non-Formal Spaces” were analyzed. The results indicate that it was possible to identify the teacher’s identity based on heritage, recognizing in their reports the relationship between heritage and chemical knowledge, pedagogical knowledge, as well as intercultural and historical practices.

KEYWORDS: Museal Education. Heritage Education. Science Museums. Science Communication. Popularization of Science.

1. INTRODUÇÃO

Os museus proporcionam inúmeras experiências que promovem a educação, a reflexão, a fruição e a partilha de conhecimentos; porém, o entendimento destes “[...] como espaços de educação é uma percepção relativamente recente na história dessas instituições” (Marandino *et al.*, 2008, p. 8). Atualmente, pesquisadores que se dedicam a estudar esses espaços sob a perspectiva educativa aponta-nos como espaços que promovem a formação emancipatória de estudantes (Dantas *et al.*, 2021), que contribuem para a construção de uma cultura científica mais sólida (Folador; Colombo Junior; Ovigli, 2023), que permitem aos visitantes assumir uma postura mais crítica em relação aos temas expostos (d’Escoffier; Braga, 2021) e que aproximam os conhecimentos científicos da vida das pessoas (Silva; França; Ferreira, 2021). Os museus de ciência também são compreendidos como espaços que “[...] permitem uma reflexão sobre história, ciência, arte e culturas, assim, devendo ser considerados locais de comunicação cultural e, no caso dos museus de ciências, também de divulgação científica [...]” (Folador; Colombo Junior; Ovigli, 2023, p. 80).

Também são espaços potenciais para o desenvolvimento de práticas de divulgação científica (DC) (Silva; Lorenzetti; Silveira, 2019), entendidas como pedagógicas (Marandino, 2009; Valério;

Takata, 2025), as quais refletem na pesquisa acadêmica (Barros; Langhi, 2023). Nesse sentido, ressalta-se a presença da DC nos principais encontros nacionais da área de Ensino de Ciências, estabelecendo ou não relações com o ensino formal (Turra; Jesus; Valério, 2026); sua inserção em programas de pós-graduação da área, em linhas de pesquisa e disciplinas de instituições federais e estaduais (Ribeiro, 2020); e, também, sua crescente presença como temática curricular nas licenciaturas em Ciências da Natureza (Palmieri; Juliace; Silveira, 2023; Oliveira; Alkmin, 2023).

É nesse contexto que surge a iniciativa desta pesquisa. A Universidade Federal do Paraná (UFPR) dispõe de um componente curricular obrigatório intitulado “Prática de Ensino em Espaços Não Formais”, integrante do currículo do curso de Licenciatura em Química, com carga horária de 60 horas, distribuída em 15 encontros, incluindo visitas *in loco* a museus (Silveira; Palmieri; Nakonetchnei, 2024). Durante a oferta da quarta edição dessa disciplina, no segundo semestre de 2024, a primeira autora deste estudo desenvolveu seu Estágio de Docência, requisito obrigatório da formação *stricto sensu* para bolsistas da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Em linhas gerais, a disciplina foi organizada da seguinte forma: duas aulas teóricas, nas quais os estudantes confeccionaram as capas dos portfólios, utilizando colagens; relataram sua primeira experiência de visita a um museu; tiveram contato com algumas definições do Instituto Brasileiro de Museus (IBRAM); e receberam orientações sobre aspectos que deveriam ser observados nos museus. Esses portfólios funcionaram como um diário de bordo, cuja proposta consistia em uma escrita orientada, destinada a registrar as impressões, sensações e reflexões das(os) estudantes durante cada uma das atividades, incluindo as visitas aos museus. Em seguida, ao longo de sete semanas, foram realizadas visitas mediadas aos seguintes museus, todos localizados em Curitiba/PR: Museu da História da Medicina do Paraná; Museu da Imagem e do Som do Paraná; Museu Paranaense de Ciências Forenses da Polícia Científica do Paraná; Museu de Arte Indígena; Museu Casa Alfredo Andersen; Espaço Energia Copel - Museu da Energia e no Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN).

É importante salientar que, antes de cada visita, a professora responsável pela disciplina encaminhou um artigo cuja abordagem estava direcionada à temática do museu a ser visitado, o qual deveria ser lido previamente. Ao final da disciplina, foram realizadas duas aulas destinadas à

apresentação de plano docente: os licenciandos deveriam escolher um museu, dentre os visitados, e propor um plano de aula direcionado ao contexto escolar. Essa atividade também foi registrada no portfólio e concentra, de forma mais evidente, as relações estabelecidas entre os museus e os conteúdos de Química. Como fechamento do componente curricular, foi conduzida uma discussão coletiva sobre todas as visitas realizadas.

Esta pesquisa emerge da vivência no Estágio de Docência e da elaboração do modelo explicativo sobre o contributo dos museus para a construção de uma identidade do professor a partir do patrimônio, desenvolvido por Palmieri (2025), com base na análise da disciplina “Prática de Ensino em Espaços Não Formais”. Assim, objetiva-se analisar o processo de construção da identidade docente de licenciandos em Química, a partir do patrimônio científico musealizado, utilizando-se o modelo teórico mencionado.

2. APROXIMAÇÕES ENTRE O PATRIMÔNIO E A CONSTRUÇÃO DA IDENTIDADE

O conceito de educação patrimonial foi apresentado pela primeira vez no Brasil no início da década de 1980, durante um seminário realizado no Museu Imperial, na cidade de Petrópolis, no estado do Rio de Janeiro (Horta, 1999). Desde então, vem sendo amplamente difundido e até ressignificado, principalmente na tentativa de superar o discurso pautado em uma visão tradicional do “conhecer para preservar” (Scifoni, 2022, p. 3).

Segundo Scifoni (2022), a educação patrimonial tem se tornado vital para permitir a interpretação do passado, bem como para questioná-lo e problematizá-lo. O patrimônio é considerado um agente comunicativo de ordem crítica, pedagógica e política, com um papel educativo que realiza a mediação de discursos entre gerações do presente e do futuro, por meio da valorização do passado (Scifoni, 2022).

Os patrimônios podem ter diversas origens, como os ambientais, arqueológicos, científicos, genéticos e tecnológicos, todos incluídos no âmbito cultural; além disso, podem ser de naturezas distintas, como documental, arquivística, bibliográfica, hemerográfica, iconográfica, oral, visual e museológica (Londres, 2012; Rossi, 2017).

Enfocando o patrimônio científico e tecnológico, apresenta-se a definição de Granato (2009, p. 79), segundo a qual:

[...] o conhecimento científico e tecnológico produzido pelo homem, além de todos aqueles objetos (inclusive documentos em suporte papel), coleções arqueológicas, etnográficas e espécimes das coleções biológicas que são testemunhos dos processos científicos e do desenvolvimento tecnológico. Também se incluem nesse grande conjunto as construções arquitetônicas produzidas com a funcionalidade de atender às necessidades desses processos e desenvolvimentos.

Nesse sentido, o patrimônio científico e tecnológico possui um valor inquestionável para o estudo da produção desses conhecimentos, mantendo estreita relação com a DC junto à sociedade, bem como com a melhoria da qualidade do ensino de Ciências. Posto isso, as atividades de DC podem promover a sensibilização das pessoas sobre o valor histórico, cultural, político, econômico e social do patrimônio científico e tecnológico.

No Brasil, grande parte desse patrimônio encontra-se em instituições museais, especificamente em museus de ciência (Granato, 2009). Essas instituições são consideradas mediadoras entre o passado científico e o presente educacional, promovendo o contato com objetos e narrativas históricas que enriquecem a formação humana.

No dicionário do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), é apresentada a definição do conceito de identidade, atrelada à defesa da educação patrimonial, ou seja, compreendida como um conector entre pessoas (de aproximação ou afastamento) em relação a questões de origem cultural, religiosas, linguísticas, de memória, classe, gênero, sexualidade, etnia, entre outras (Brandão, 2019).

Esse conceito é explorado em diferentes áreas, como na educação, na filosofia, na psicologia, na antropologia e na sociologia, nas quais é considerado complexo para ser entendido de maneira separada nesses distintos campos de conhecimento (Beauchamp; Thomas, 2009). Como a identidade não é algo externo que o sujeito possa adquirir, Pimenta (2005, p. 18) afirma que faz parte de um “processo de construção do sujeito historicamente situado”.

São esses dois conceitos — de patrimônio e identidade — que são mobilizados no presente trabalho. Defende-se que a compreensão dessa relação é essencial para a formação de diversas identidades, tanto em nível singular quanto coletivo (Redondo, 2012). De acordo com Palmieri (2025, p. 66), “os processos de identificação, que são fundamentais para a construção de identidades de âmbito cultural e social, devem ser promovidos a partir do patrimônio”.

Um dos caminhos para a promoção desses processos de identificação pode ser

oportunizado na formação inicial docente, considerando-se que esse profissional da educação se compreenda como “sujeito histórico, consciente de sua história de vida e que é produtor de história, por isso precisa conhecê-la” (Palmieri, 2025, p. 67).

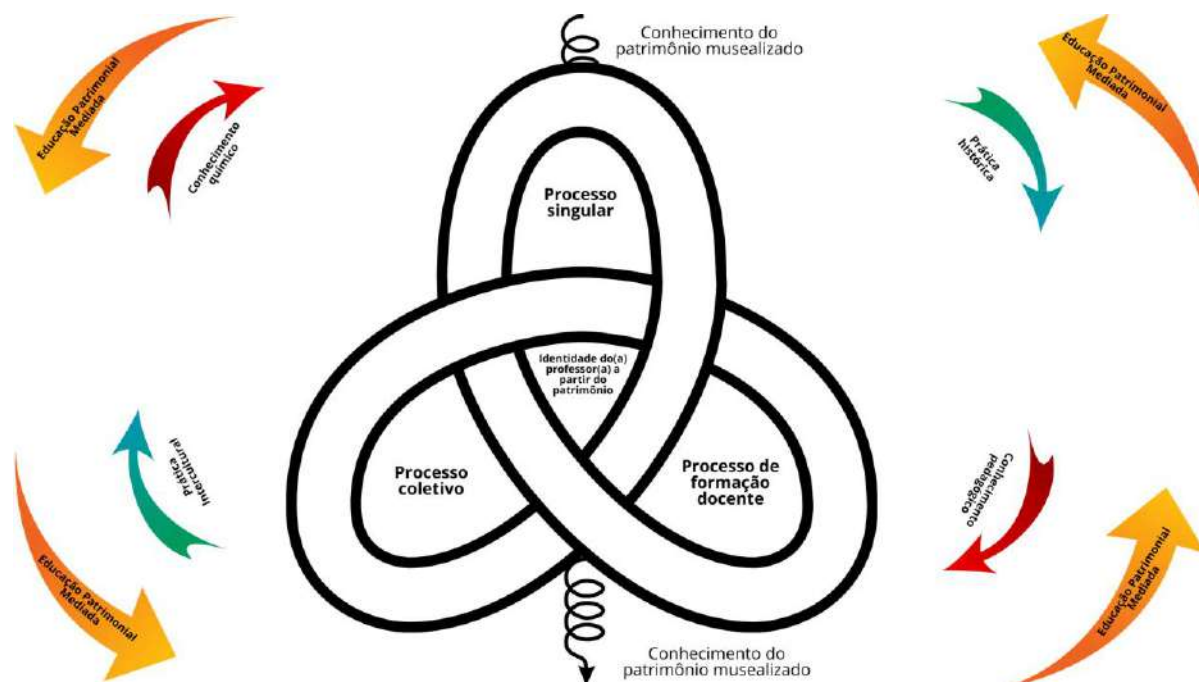
Os estudos sobre a construção da identidade do professor são considerados uma temática complexa de investigação, principalmente em razão da dificuldade de definição do conceito (Olsen; Buchanan; Hewko, 2023). Segundo Nóvoa (1997), o desenvolvimento profissional docente perpassa o desenvolvimento individual e coletivo, indo além da formação de conhecimentos científicos e pedagógicos.

Com isso, a identidade do professor constitui-se por várias subidentidades, de caráter transitório, construídas ao longo da vida social de cada indivíduo, desde o processo de escolarização, passando pela formação, até a atuação profissional (Almeida; Penso; Freitas, 2019; Palmieri, 2025).

Neste estudo, orienta-se por um modelo explicativo que define uma nova subidentidade, a qual compõe a identidade do professor, denominada de identidade do professor a partir do patrimônio, desenvolvida por meio de atividades de visitação a museus (Palmieri, 2025). Importante destacar que se parte do entendimento da identidade docente como um constructo de múltiplas subidentidades revelando a complexidade do desenvolvimento profissional. Essas subidentidades funcionam como camadas dinâmicas e são transitórias, permitindo ao professor reconfigurar sua postura diante das demandas sociais, provando que a identidade não é um destino, mas um fluxo contínuo de ‘tornar-se’.

A Figura 1 apresenta esse modelo explicativo.

Figura 1: Modelo explicativo sobre o contributo dos museus na formação de uma identidade do professor a partir do patrimônio



Fonte: Palmieri (2025, p. 139).

O modelo descreve como a identidade do professor é construída por meio de três processos essenciais, todos conectados à sua interação com o conhecimento do patrimônio musealizado. A base desses processos é o conhecimento específico sobre o patrimônio musealizado — o que abrange desde o acervo e a estrutura dos museus até as histórias que eles contam e as experiências que proporcionam. No ponto central do modelo, em seu núcleo, encontra-se a formação de uma nova subidentidade docente: a identidade construída a partir do patrimônio. Essa subidentidade é profundamente moldada e transformada à medida que o professor se engaja ativamente com o patrimônio por meio de uma educação patrimonial mediada, especialmente no ambiente do museu. Longe de se configurar como uma experiência passiva, esse engajamento constitui um processo de internalização e de ressignificação do significado do patrimônio (Palmieri, 2025).

Destarte, situam-se os museus como espaços potentes para a construção da identidade do professor e de seus conhecimentos. Palmieri (2025) aponta que os museus podem contribuir para que os professores se situem no mundo, desenvolvam o autoconhecimento e a compreensão da sociedade, bem como expandam suas concepções de mundo. Para Leite (2012, p. 348), “o museu pode ser entendido como *locus*, também, de marcação de uma identidade docente”, enquanto

Ovigli (2011) enfatiza que os conhecimentos do professor também são construídos a partir de práticas e estágios formativos em espaços museais.

Nesse sentido, adere-se às reflexões de Santos Júnior, Valério e Pacheco (2025, p. 1), segundo as quais os museus constituem espaços de circulação da cultura e da educação científica, dotados de “intencionalidades e propósitos próprios, que possibilitam abordar conceitos e fenômenos científicos, e suas relações com outros aspectos da cultura e da vida social, de modo que a tradicional educação escolar não é capaz ou, nem mesmo, se propõe”.

Por fim, conhecer o patrimônio científico e tecnológico musealizado mostra-se fundamental para a construção da identidade de um professor capaz de compreender como esse conhecimento foi construído, apropriado e transformado, possibilitando que o docente se reconheça como um sujeito em transformação e questionador de visões simplistas e ingênuas sobre a ciência e a tecnologia.

A explicitação desse processo ocorre, primordialmente, no planejamento das práticas pedagógicas ao converter o patrimônio científico e tecnológico em recurso didático investigativo. Ao planejar, o docente pode utilizar o patrimônio musealizado para ancorar o conteúdo em um tempo e espaço determinado, rompendo com a abstração a-histórica. Isso permite situar a ciência e a tecnologia como uma produção humana datada e localizada, o que é essencial para que o professor se reconheça como um sujeito em transformação. Assim, a prática deixa de ser uma mera transformação de dados e passa a ser um exercício de reconstrução da memória científica, onde o ‘como se sabe’ é tão importante quanto ‘o que se sabe’.

3. METODOLOGIA

Para alcançar o objetivo central desta pesquisa, adota-se o modelo explicativo desenvolvido por Palmieri (2025) e a Análise de Conteúdo (AC), conforme proposta por Bardin (2016) e foram assumidos como objeto de investigação os portfólios produzidos por 10 licenciandos ao longo de todas as atividades pedagógicas desenvolvidas na disciplina “Prática de Ensino em Espaços Não Formais”, ofertada no segundo semestre de 2024.

O modelo explicativo de Palmieri (2025), é um método¹ e foi desenvolvido durante um trabalho de doutorado, na oferta da primeira turma da disciplina “Prática de Ensino em Espaços Não Formais”, no primeiro semestre de 2023. Na ocasião, a pesquisadora analisou: registros escritos e fotográficos do desenvolvimento das atividades; os portfólios dos estudantes, em sua totalidade; e, desenvolveu um grupo focal. A partir do estudo de todos esses materiais, por meio de uma análise categorial, amparada em Bardin (2016), a autora estabeleceu seis categorias analíticas, que foram discutidas na tese. Ao final, Palmieri (2025) propõem a definição de uma nova subidentidade docente, por meio do modelo explicativo, denominada “identidade do(a) professor(a) a partir do patrimônio”.

A metodologia de Análise de Conteúdo (AC), proposta por Bardin (2016), configura-se como “um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo de mensagens” (Bardin, 2016, p. 44), sendo composta por três etapas: 1) pré-análise; 2) exploração do material e 3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

Na fase da pré-análise, realizou-se o que a autora denomina “leitura flutuante” (Bardin, 2016), correspondente à primeira leitura dos portfólios. Na sequência, procedeu-se à “escolha dos documentos”, estabelecendo-se como recorte a análise dos relatos referentes às visitas realizadas a museus de tipologia ciência e tecnologia, a saber, o Espaço Energia Copel - Museu da Energia (ME) e o Museu Paranaense de Ciências Forenses (MPCF).

A exploração do material corresponde à fase da análise propriamente dita, a qual “consiste essencialmente em operações de codificação, decomposição ou enumeração” (Bardin, 2016, p. 131). Nesse momento, associou-se a AC ao modelo explicativo de Palmieri (2025), o qual estabelece seis categorias analíticas, procedentes de três vertentes: singulares, coletivos e de formação docente (Palmieri, 2025, p. 138).

A partir dessas vertentes e do recorte de seleção dos registros produzidos durante as visitas

¹ O método é entendido como um elemento constituinte do planejamento didático-pedagógico, cuja definição é um “conjunto formado por estratégias e recursos didáticos, resultado dos ajustes e moldagens sofridos em virtude de uma concepção metodológica de fundo e dos condicionantes concretos de atuação docente” (Alves; Bego, 2020, p. 90).

aos museus de tipologia de ciência e tecnologia, foram consideradas, neste estudo, quatro categorias *a priori*. No Quadro 1, estão dispostos os indicadores, as categorias selecionadas, o conceito norteador proposto por Palmieri (2025) e o número de unidades de significado identificadas em cada categoria.

Quadro 1 – Categorias analíticas

Indicadores	Categorias	Conceito norteador	Unidades de significado
Processos singulares	1) Sentimentos e emoções gerados pelas atividades vivenciadas	Refere-se à avaliação das atividades realizadas durante a disciplina, envolvendo aspectos positivos e negativos relacionados à ação, ao local, à qualidade do ambiente, às expectativas pessoais e a afetividade	62
Processos coletivos	2) A unidade museu-sociedade	Refere-se ao entendimento sobre a contribuição dos museus enquanto instituições que desenvolvem e transformam por meio de aspectos artísticos, culturais, econômicos, políticos e sociais	27
Processos de formação docente	3) Os aspectos pedagógicos dos museus	Refere-se à percepção dos aspectos pedagógicos dos museus, incluindo o conceito, suas abordagens de ensino, recursos tecnológicos, interatividade, temporalidade, sustentabilidade, acessibilidade e inclusão	40
	4) Os museus como espaços de ensino aprendizagem de Química	Refere-se ao modo como a Química está presente nos museus, como ocorre seu processo de divulgação e como isso pode contribuir para o ensino e a aprendizagem no espaço escolar	5

Fonte: Adaptado de Palmieri (2025, p. 97).

As unidades de significado representam recortes de excertos dos textos e relatos referentes a cada categoria, de modo que um mesmo excerto não pode ser alocado em mais de uma categoria. Por fim, na terceira etapa, utilizou-se a interpretação dos dados, momento em que o pesquisador retoma o referencial teórico, visando embasar e atribuir sentido às suas interpretações (Bardin, 2016).

Destaca-se, ainda, que serão apresentadas as análises e interpretações das unidades de significado referentes a 10 relatos do MPCF e 8 relatos do ME. Neste último, dois alunos estiveram ausentes durante a visita e, em razão disso, seus portfólios não continham anotações referentes à atividade em questão. Na seção seguinte, com o objetivo de preservar a identidade das(os) discentes, os excertos das unidades de significado serão identificados pela seguinte nomenclatura: “licencianda(o)” seguida de um número sequencial (1 a 10).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, são expostos os resultados referentes à técnica de AC de Bardin (2016), aliada ao modelo explicativo de Palmieri (2025). Dessa forma, as discussões foram sistematizadas de acordo com as seguintes categorias: 1) sentimentos e emoções gerados pelas atividades vivenciadas; 2) a unidade museu-sociedade; 3) os aspectos pedagógicos dos museus e 4) os museus como espaços de ensino e aprendizagem de Química. Com caráter explicativo, serão apresentados alguns excertos dos portfólios, isto é, as unidades de significado.

Inicialmente, destaca-se que a visita ao MPCF foi estendida aos espaços dos laboratórios e do necrotério da Polícia Científica do Paraná, enquanto a visita realizada no ME teve sua mediação conduzida de forma similar àquela destinada ao público visitante composto por estudantes de educação básica e/ou educação infantil.

1) Sentimentos e emoções gerados pelas atividades vivenciadas

No que se refere à primeira categoria, foi possível identificar pontos positivos e negativos relacionados às expectativas pessoais e à afetividade, entre outros elementos. Nas unidades de significado apresentadas no Quadro 2, constam trechos dos relatos referentes às visitas do MPCF (1 a 3) e ao ME (4) com grifos nossos.

Quadro 2 – Trechos relacionados às expectativas pessoais e a afetividade

*Licencianda 1 – Uma coisa que **me chamou atenção e me deixou abalada**, é como os **funcionários que trabalham nesse meio não obtiveram assistência psicológica durante um longo tempo**, fato que para mim é considerado um descaso de saúde.*

*Licencianda 2 – [...] fomos para as salas onde as autópsias são feitas, me impressionou **a sensibilidade que a guia teve conosco** trazendo o máximo de ‘leveza’ para um lugar tão “pesado”.*

*Licencianda 3 – A turma levantou a discussão a respeito dos **diretores do instituto pois os mesmos sempre eram homens brancos** (muito pertinente essa pauta, fiquei me perguntando que viéses essa diretoria poderia trazer para toda a instituição).*

*Licenciando 5 – A mediadora explicou tudo com clareza e dinamismo, o que **me fez sentir como em uma excursão escolar**.*

Fonte: Dados da pesquisa. Elaborado pelos autores (2025).

Nos trechos selecionados para discussão, é possível observar diversos aspectos que desencadearam sentimentos e emoções nos futuros professores de Química. No primeiro excerto,

a licencianda 2 destaca a preocupação com a saúde mental dos colaboradores e servidores da Polícia Científica em razão da temática sensível que permeia esse campo. Na segunda unidade de significado, a mesma enfatiza a mediação sensível demonstrada pela educadora museal diante da temática e do espaço visitado. Autores como Neitzel, Uriarte e Franklin (2020) afirmam que o museu de ciências também se configura como um espaço que provoca sentidos e traz à tona sensibilidades.

No espaço do MPCF, havia quadros com fotos de todos os diretores da instituição, todos homens brancos, o que também despertou sentimentos e reflexões na licencianda 3. Em estudos sobre mulheres cientistas em museus e/ou exposições museais, autores como Dahmouche *et al.* (2022) e Silveira e Souza (2024) discutem a invisibilização das mulheres nestes contextos. Essa questão foi apontada pela aluna como uma “pauta pertinente”, uma vez que, enquanto estudante de Licenciatura em Química, mulher e cientista em formação, pode ter sido tomada por sentimentos originados na falta de representatividade e na invisibilidade que as mulheres encontram na ciência, conforme retratado pelos autores supracitados. A partir desse aspecto, identifica-se como o patrimônio pode suscitar questionamentos de conflitos e tensões relacionados a um passado — e também a um presente — marcado pela opressão a grupos subalternizados (Scifoni, 2022).

No último trecho, o sentimento de estar em uma atividade escolar é retratado como fruto da mediação museal, destacando-se o papel importante da mediação humana, afinal, “[...] são eles que concretizam a comunicação da instituição com o público e propiciam o diálogo com os visitantes acerca das questões presentes no museu, dando-lhes novos significados” (Marandino *et al.*, 2008). A comparação da visita ao museu com uma explicação bastante detalhada, que promove um sentimento de excursão escolar, remete à identidade docente instrumental, ou seja, à mediadora como centro da ação educativa, responsável pela transmissão dos conteúdos (Almeida; Penso; Freitas, 2019).

O processo de construção da identidade do professor é algo relacional; portanto, mesmo que a disciplina tivesse como objetivo apresentar os espaços não escolarizados, distinguindo-os do espaço escolar, os licenciandos estabeleceram relações com atividades pedagógicas escolares, provavelmente porque já vivenciaram essas visitas a museus. A identidade docente encontra-se em

processo de formação e, naturalmente, busca conexões com práticas pedagógicas já vivenciadas.

Além disso, podem ser indicadas unidades de significado que fazem menção ao local e à qualidade do ambiente (Quadro 3), nas quais os licenciandos destacam aspectos do MPCF (1 e 2) e do ME (3 e 4), com grifos nossos.

Quadro 3 – Trechos que mencionam o local e a qualidade do ambiente

*Licenciando 5 – [...] **não era instalado em um prédio histórico, logo sua arquitetura não tinha nada muito impressionante [...].***

*Licencianda 10 – [...] **o museu é muito pequeno** e talvez a logística de levar os alunos lá possa ser difícil.*

*Licenciando 5 – Ainda do lado de fora, **notei a arquitetura marcante do edifício**, que, assim como o Museu Alfredo Andersen, é imponente e memorável.*

*Licenciando 8 – [...] um museu **privado** apresenta uma **infra-estrutura bem interessante**, com os equipamentos em exposição, e também com os **recursos disponibilizados**, como os tablets [...].*

Fonte: Dados da pesquisa. Elaborado pelos autores (2025).

O licenciando 5 atentou-se a questões de arquitetura de modo comparativo em seus dois comentários, evidenciando a arquitetura histórica do prédio-sede do ME, tida por ele como “marcante”, enquanto o prédio da Polícia Científica, construção mais recente, não chamou sua atenção. Scifoni (2022) destaca que a descolonização da educação patrimonial vai na contramão do modelo europeu de preservação, desmistificando que os museus necessariamente precisam ocupar prédios monumentais e excepcionais.

Outro aspecto, identificado no trecho do registro da licencianda 10 e também presente nos portfólios das licenciandas 1, 3 e 7, refere-se à questão do espaço restrito em que se encontra o MPCF, o que acaba por dificultar a visita de grandes turmas escolares.

No excerto do licenciando 8, surge o termo “museu privado”, o qual também foi enfatizado pelas licenciandas 2 e 9, juntamente com uma discussão sobre a privatização da instituição Copel. No trecho deste licenciando, destacam-se aspectos da infraestrutura e da tecnologia presentes na instituição museológica vinculada à Copel. Esse museu, desde 2023, encontra-se sob administração privada, diferentemente de museus de administração pública, que enfrentam períodos de contingenciamento orçamentário e precisam lidar com o financiamento do setor cultural do país (Valverde, 2020), aspectos que afetam o acervo, a infraestrutura, o avanço tecnológico e até

mesmo o seu funcionamento.

Por fim, nesta categoria, destacam-se alguns excertos que mencionam as ações dos museus, da mediação e da visita como um todo (Quadro 4). Nessa parte, há três unidades de significado pertencentes aos relatos do MPCF e uma (a última) referente ao ME, com grifos nossos.

Quadro 4 – Trechos que mencionam as ações dos museus

*Licencianda 9 – Explorando a exposição me peguei bastante **impressionada pela profissão de perito [...]** e até mesmo tentada a segui-la. Esse pequeno acontecimento exemplifica bem como os museus têm o poder de mudar nossa percepção e influenciar nossas buscas.*

*Licencianda 9 – **O MPCF inspirou em mim a contemplação sobre a importância da ciência forense** em todos os seus âmbitos e o quão impactante deve ser experienciá-la próxima e cotidianamente [...].*

*Licencianda 10 – A guia nos questionou **se sabíamos o que era e o que fazia um perito criminal**. É engraçado que **estamos tão acostumados a ver peritos em filmes e séries que nossas ideias a respeito deles sejam distorcidas**.*

*Licencianda 3 – **Vender boa imagem da empresa**.*

Fonte: Dados da pesquisa. Elaborado pelos autores (2025).

Nos três primeiros excertos, a questão da exposição e da mediação museal é destacada como aspectos que aproximaram as licenciandas do museu e da temática, seja ao despertar o desejo de atuar na área, seja ao promover o reconhecimento da importância desse campo e, até mesmo, a reconstrução de ideias anteriormente distorcidas. Nesse sentido, Rossi (2017) afirma que a metodologia da educação patrimonial estimula a relação de afeto entre os indivíduos e os patrimônios, promovendo aproximação e estabelecendo uma relação de respeito entre eles, além de favorecer o sentimento de pertencimento em relação aos bens patrimoniais.

A pedagogia do patrimônio proposta por Scifoni (2022, p. 11) “[...] compreende a educação como processo de produção de conhecimentos, não sendo atividade meramente informativa ou de simples reprodução de conteúdo pronto e acabado [...]”. Quando a licencianda 3 se posiciona sobre as ações do museu, destacando o que ela denominou como um discurso que visa “vender a boa imagem da Copel”, é possível relacionar tal posicionamento à pedagogia proposta pela autora referenciada, uma vez que o patrimônio musealizado não foi apreendido de forma meramente informativa, mas assumido pela professora em formação como ponto de reflexão e problematização.

A análise dos relatos dos futuros professores de Química revela que a visita a museus de ciências, como o MPCF e o ME, constitui uma experiência rica e multifacetada. A mediação sensível e o dinamismo dos educadores museais destacaram-se como elementos cruciais para a conexão emocional dos licenciandos com os temas abordados, indo além da simples transmissão de informações.

As reflexões das participantes desta pesquisa evidenciaram o poder do ambiente museal para provocar sentimentos e questionamentos profundos. Destaca-se a diversidade de aspectos que mobilizam as(os) visitantes: ora emergem temas sensíveis, como a saúde mental dos profissionais e a falta de representatividade de mulheres em cargos de liderança; ora a discussão se estende à arquitetura dos edifícios e aos recursos disponíveis. Isso demonstra que o patrimônio científico e tecnológico atua como um agente pedagógico capaz de estimular a reflexão crítica e o senso de pertencimento.

Essas percepções reforçam a compreensão de que os museus são espaços formativos e de construção identitária. Eles não apenas oferecem informações, mas também promovem a aproximação, o respeito e a problematização de questões sociais e históricas. Ao se depararem com o patrimônio, os licenciandos foram desafiados a questionar visões distorcidas e a reconstruir suas próprias concepções, o que evidencia o potencial dos museus na formação de profissionais mais conscientes e engajados.

2) A unidade museu-sociedade

Nesta segunda categoria, destacam-se algumas unidades de significado que contemplam a contribuição dos museus como instituições responsáveis por desenvolver e transformar por meio de aspectos artísticos, culturais, econômicos, políticos e sociais. A seguir, no Quadro 5, são expostos excertos do MPCF (1 ao 4) e do ME (5), com grifos nossos.

Quadro 5 – Trechos que contemplam a categoria 2

*Licencianda 2 – Por fim, consigo concluir que **o museu cumpre o seu papel na questão de refletir e proporcionar um conhecimento para o seu público [...]**.*

*Licenciando 5 – O museu móvel é **um ótimo meio de divulgação**.*

Licencianda 9 – [...] as visitas guiadas, os objetos expostos e as discussões promovidas no local mostram que a

ciência forense não é apenas para especialistas; é um campo que dialoga diretamente com a sociedade.

Licencianda 6 – Visualizando um pouco o Insta (museuforense) é um ativo à divulgação da ciência e do espaço, podendo assim ter uma interação mais direta com o seu público.

Licencianda 6 – O museu não apenas reforça a missão educativa com jogos ou realidade aumentada, mas também se posiciona como um exemplo de instituições culturais podem liderar iniciativas sustentáveis e promover transformações na sociedade.

Fonte: Dados da pesquisa. Elaborado pelos autores (2025).

A partir desses trechos, reafirma-se a importância no que se refere à divulgação e popularização da ciência. No segundo excerto, o licenciando 5 aponta o museu móvel como meio de divulgação, aspecto que também foi detalhado no portfólio da licencianda 4 e 6. A questão da itinerância dos museus pode ser entendida como “[...] a ideia da mobilidade das coleções como uma obrigação inerente às instituições culturais em promover o acesso à cultura, à ciência e tecnologia” (Silva; França; Ferreira, 2021, p. 5) e, nesse sentido, contribuir para a divulgação e popularização do conhecimento científico.

Em outro excerto, a licencianda 6 menciona o Instagram do museu como meio de DC. Alguns autores vêm apontando e estudando as ações de DC realizadas por museus em redes sociais, como o Instagram, indicando a pandemia de Covid-19 como potencializadora e aceleradora da ocupação desses espaços (Folador; Colombo Junior; Ovigli, 2023, Gesteira; Antunes; Bezerra, 2024). É importante destacar que essa licencianda foi além dos enfoques da visita presencial, buscando identificar aspectos desenvolvidos pelo museu em suas redes sociais, trazendo à tona a discussão sobre a DC na internet.

Além disso, no primeiro excerto, a licencianda 2 enfatiza o papel do museu em promover reflexões enquanto proporciona conhecimento ao público; já a licencianda 9 demarca o museu como campo que dialoga diretamente com a sociedade. Na literatura, diversos autores se propõem a conceituar a DC como uma prática que democratiza o acesso aos conhecimentos científicos, estabelecendo conexões entre ciência e sociedade (Lordêlo; Porto, 2012; Rocha; Massarani; Perderson, 2017; Souza; Rocha, 2020).

Em síntese, a experiência museal é compreendida como um catalisador de conhecimento e reflexão, que desafia as(os) visitantes a irem além do que está exposto e a questionarem o papel da ciência e das instituições na sociedade.

3) Os aspectos pedagógicos dos museus

Nesta terceira categoria, são discutidos os aspectos pedagógicos dos museus. Foram identificadas unidades de significado relacionadas a abordagens de ensino, recursos tecnológicos, interatividade, temporalidade, sustentabilidade, acessibilidade e inclusão. Na sequência, no Quadro 6, são apresentados excertos referentes às abordagens de ensino passíveis de serem exploradas de acordo com os registros dos relatos do MPCF (1) e do ME (2 ao 4), com grifos nossos.

Quadro 6 – Trechos que contemplam abordagens de ensino

*Licencianda 6 – **Mostrar aos estudantes que a ciência não é neutra** - que ela carrega **implicações sociais, políticas e humanas** - é essencial para a **formação de uma consciência crítica** e não submissa.*

*Licenciando 8 – Outro ponto que achei interessante é sobre o **escritório do governador Parigot** de Souza, achei interessante ver seu trabalho ao construir **a usina no rio Capivari** que o seu nome. Mas um ponto a mencionar é que a **Enedina também participou dessa obra e só fiquei sabendo no local, quantos outros nomes também tiveram participação fundamental nessa obra e também nunca saberemos.***

*Licencianda 9 – Contudo, ao refletir sobre a visita, **emergiram questões críticas relacionadas à hipervalorização da instituição privada** e às contradições nas narrativas apresentadas. Nesse contexto, torna-se pertinente relacionar as críticas ao **debate sobre sustentabilidade nos museus [...]**.*

*Licencianda 10 – As discussões com a mediadora revelaram que a Copel tenta minimizar as ações decorrentes da construção da usina, porém a fala foi no sentido de **ressaltar o benefício que a construção de barragens pode oferecer, sem problematizar os malefícios e o fato das pessoas terem sido tiradas de suas casas.** Então o museu traz práticas sustentáveis nas exposições, traz o papel educativo, mas por ser um museu privado algumas **problematizações que poderiam ser feitas foram deixadas de lado e as ações da Copel foram evidenciadas.***

Fonte: Dados da pesquisa. Elaborado pelos autores (2025).

De acordo com o trecho da licencianda 9, identifica-se que a exposição museal foi apontada como um espaço potencial para a discussão acerca da não neutralidade da ciência, indicando a sua relevância para a formação de um pensamento crítico. Na unidade de significado do licenciando 8, destaca-se a importância atribuída ao museu para a compreensão de quem participa das conquistas científicas e tecnológicas, para além de quem recebe os créditos. Nos dois últimos excertos, observa-se uma discussão sobre a importância da sustentabilidade nos museus e sobre como esse tema pode ser utilizado para a autopromoção de uma empresa privada. Essa dimensão, que afetou as reflexões de alguns licenciandos, pode ter emergido em função da leitura prévia do texto encaminhado pela professora responsável pela disciplina, o qual aborda a temática da sustentabilidade em museus e pode ter influenciado os registros realizados nos portfólios.

A partir do posicionamento dessas duas licenciandas, é possível reconhecer a “identidade docente profissional” e a subcategoria “visão política da educação”, conforme indicado por Almeida, Penso e Freitas (2019), uma vez que evidencia uma intencionalidade crítica frente à compreensão da instituição museal como ponte para a promoção de uma empresa privada. Nesse sentido, destacam-se os museus como espaços “[...] que também assumem relevância quando a intenção é a de formação de cidadãos cientificamente cultos, envolvendo não somente uma aprendizagem da Ciência, mas também um aprender a fazer Ciência e aprender sobre a Ciência” (Teixeira, 2019, p. 853).

A seguir, no Quadro 7, são apresentadas algumas unidades de significado, com grifos nossos, que fazem menção à acessibilidade e inclusão no MPCF (1 ao 3) e no ME (4 e 5).

Quadro 7 – Trechos que mencionam acessibilidade e inclusão nos museus

*Licenciando 5 – **O local não é acessível para pessoas cegas, pois não há objetos táteis** ou adaptados para que possibilite a imagem mental dos objetos presentes na exposição.*

*Licenciando 5 – **Pessoas com deficiência física terão dificuldade** de acesso, pois a sala do acervo tem pouco espaço para se deslocar [...].*

*Licencianda 7 – Considerei o espaço **acessível por ter elevador**.*

*Licenciando 5 – No contexto de uma pessoa cega, **o local não apresenta objetos táteis, nem áudios explicando os objetos**. No contexto de uma pessoa deficiente motora, **o local é acessível por rampas e elevadores**.*

*Licencianda 6 – **O espaço conta com elevadores** para pessoas com dificuldades locomotivas.*

Fonte: Dados da pesquisa. Elaborado pelos autores (2025).

É importante destacar as diferenças nas perspectivas que as(os) participantes da pesquisa assumem para falar sobre acessibilidade em museus. Enquanto o licenciando 5, em seus três excertos, concebe a acessibilidade para o acervo, ao acesso ao museu e às condições de visitação (questão de espaço), enfatizando a deficiência física e visual, as licenciandas 6 e 7 atentaram apenas para a acessibilidade proporcionada por elevadores, e os demais participantes não mencionaram a temática em seus relatos. De acordo com Recanello (2024), as dimensões de acessibilidade percebidas pelos licenciandos foram as arquitetônicas, quais a autora conceitua como aquela que “[...] pode ser caracterizada por meio das impossibilidades encontradas nos espaços físicos, são visíveis, palpáveis e em sua maioria, podem ser adaptáveis” (Recanello, 2024,

p. 92). Exemplificam-se, nesse contexto, a implementação de elevadores e a necessidade de uma sala maior, contando com espaço adequado para se deslocar com cadeiras de rodas. Além disso, destaca-se a acessibilidade instrumental, indicada pelo licenciando 5 como ausente nos museus visitados e entendida pela autora supracitada como a “[...] adequação de materiais e/ou recursos que favoreçam a utilização dos materiais expostos, por todos os visitantes” (Recanello, 2024, p. 94).

É importante que o professor em formação tenha um olhar atento para esses aspectos relacionados à acessibilidade, considerando as diferentes realidades dos estudantes que possam vir a integrar suas turmas, de modo a pensar na inclusão dessas pessoas em todas as atividades desenvolvidas. Ademais, a acessibilidade foi pontuada pela professora responsável pela disciplina como uma condição que deveria ser observada nos espaços visitados. Em contribuição com o tema da acessibilidade em museus, aponta-se o estudo de Leandro, Boff e Regiani (2022) e Recanello (2024), os quais ampliam o debate sobre a temática ao argumentarem sobre a democratização social e cultural desses espaços. Segundo esses autores, os museus auxiliam na construção de uma sociedade mais justa e equitativa, além de desempenharem um papel de divulgar e popularizar a ciência, possibilitando acesso à cultura e educação para um público mais amplo.

A percepção variada dos graduandos sobre a acessibilidade nos museus demonstra a necessidade de ampliar o debate sobre essa temática, de modo a garantir que o conhecimento científico e o patrimônio sejam acessíveis a todos, independentemente de suas necessidades. Em suma, os museus são vistos como ambientes pedagógicos que valorizam a história e a ciência, mas que também exigem dos visitantes uma postura reflexiva e crítica.

4) Os museus como espaços de ensino e aprendizagem de Química

Na última categoria explorada neste estudo, apresentam-se as unidades de significado referentes à presença da Química nos museus. Apesar de se tratar de uma turma de Licenciatura em Química e do recorte desta pesquisa focar em museus de ciência e tecnologia, esse aspecto foi o menos explorado nos relatos analisados. Porém, como mencionado na seção metodológica, a turma contou com duas aulas destinadas às práticas educativas em museus, tendo a Química como foco; assim, essa atividade recebeu maior destaque no que se refere às relações com essa ciência. A seguir, no Quadro 8, podem ser observados três excertos provenientes dos relatos da visita ao

MPCF e dois sobre o ME, com grifos nossos.

Quadro 8 – Trechos que contemplam a categoria 4

*Licencianda 6 – [...] me deu vontade de trabalhar a questão dos cuidados dos corpos, usando os egípcios no processo de mumificação até os dias atuais, **a parte química de conservação**, levando a história da ciência e contextualização.*

*Licencianda 6 – **A visita inspirou em uma atividade de resolver crimes no colégio que faço estágio**. Os alunos tinham uma cena, com um boneco e objetos jogados pela sala. A partir de evidências deveriam relatar a causa da morte e os aportes químicos daquela morte.*

*Licencianda 9 – **O potencial instrumental para ações educativas no campo da química é vasto nesse museu**. De questões éticas à ciência pura e aplicada, há muito material para ser trabalhado a partir de uma visita ao MPCP.*

*Licenciando 8 – Inicialmente no pátio achei legal o experimento da bola no espiral, **na transformação de energia potencial em energia cinética**, é algo bem visual e didático.*

*Licencianda 10 – A visita começou no pátio da energia fora da casa. Neste lugar tinha alguns objetos como **isolador, transformador, gerador** (que pesa mais ou menos 6 toneladas). Com isso pensamos em como a força da água deve ser grande para mover a turbina do gerador e que a energia é aumentada nos transformadores para chegar nas cidades e depois é diminuída ao chegar em nossas casas. **A guia fez algumas experiências** conosco, mostrou o porquê a água precisa estar no alto para **gerar energia** num equipamento que largava a bolinha até ela cair num buraco e a outra foi uma bicicleta que precisava **pedalar para gerar energia**.*

Fonte: Dados da pesquisa. Elaborado pelos autores (2025).

É interessante e importante destacar e debater sobre esses excertos, pois eles mostram como os museus inspiraram ideias de intervenção docente e, inclusive, foram responsáveis pela realização de práticas docentes desenvolvidas em estágios. Nos dois primeiros trechos, é possível vislumbrar que a licencianda 6 já incorporou à sua prática docente atividades que emergiram da visita, além de indicar ideias que gostaria de desenvolver em novas intervenções em sala de aula. De acordo com Palmieri (2025, p. 123), “[...] a maior parte do público que visita museus no Brasil é o escolar, acaba sendo natural olhar para esses espaços buscando relações diretas com a escola”. Nesse caso, considerando a visita realizada por professores em formação, essa relação torna-se ainda mais evidente e faz parte da formação da identidade desse professor. Enfatiza-se, ainda, que esse é um dos objetivos da disciplina.

Nos dois últimos trechos é mais evidente a relação com o conteúdo específico de Química, também enfatizada pela mediadora durante a visita e o momento de explicação dos experimentos. A esse respeito, Palmieri (2025, p. 123) afirma que:

O problema não é buscar relações de identificação da exposição com o conhecimento

químico, mas sim, ficar atrelado a apenas aos conteúdos trabalhados na disciplina escolar Química e não ampliar o entendimento da integração do sistema cultural para a formação humana.

Para romper com o problema apontado pela autora supracitada, pode-se citar o estudo de Marandino *et al.* (2008), no qual as autoras afirmam que

[...] é necessária a formação dos professores, oriundos das escolas, nas linguagens e práticas específicas do espaço museal, tanto quanto dos educadores de museus acerca dos objetivos e necessidades das escolas ao visitarem o espaço museal. Não se trata de subordinação de um ao outro, mas da possibilidade da interação pedagógica entre ambas instituições que respeite as missões e exigências particulares de cada uma (Marandino *et al.*, 2008, p. 25).

Isso sublinha a importância de uma formação mais íntima entre professores e educadores de museus, potencializando diálogos e experiências que oportunizem o aprimoramento da prática educativa em espaços não formais. Dessa forma, a interação entre as instituições escolares e não escolares pode ocorrer desde a formação inicial dos professores.

Embora a presença de conteúdos de Química tenha sido o aspecto menos abordado nos relatos, sua importância é evidente. A visita aos museus de ciências mostrou-se catalisadora de ideias para os futuros professores, inspirando a criação de atividades educativas e práticas de ensino que conectam a ciência com a história e o cotidiano. Isso reforça a relevância dos museus como espaços de inspiração e aplicação do conhecimento para a formação docente.

A última atividade pedagógica, considerada mais completa e complexa da disciplina investigada, foi a elaboração de um planejamento didático-pedagógico a ser desenvolvido na educação escolar, a partir da integração do conhecimento químico e a experiência museal. Essa atividade materializou as discussões teóricas promovidas na disciplina, bem como as vivências práticas de visitas aos museus.

A análise destaca a necessidade de que os professores em formação avancem para além da simples identificação de conteúdos curriculares nos museus. É crucial que compreendam o papel desses espaços na formação humana integral, utilizando o patrimônio cultural como recurso para desenvolver um olhar mais amplo sobre a ciência.

A experiência prática em espaços não formais, já na formação inicial, pode fortalecer esse diálogo e garantir que as interações pedagógicas respeitem as particularidades de cada instituição, enriquecendo tanto a prática docente quanto a experiência de quem visita o museu.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa alcançou o objetivo de analisar o processo de construção da identidade docente de licenciandos em Química, a partir do patrimônio científico musealizado, evidenciando o papel crucial dos museus de ciências como agentes formadores que vão além da transmissão de conteúdos.

O contato com o patrimônio científico musealizado atuou como um catalisador de identidades dos futuros professores de Química. Com isso, foram reveladas identidades docentes de caráter instrumental e afetivo; identidades profissionais com visão política; e identidades como agentes de transformação.

A partir dos resultados obtidos, destacam-se algumas implicações para a área de Ensino de Ciências/Química, especialmente no que se refere à formação docente. A primeira implicação diz respeito à necessidade de reorientação da formação inicial, que deve incorporar as práticas educativas não escolares e de caráter crítico-social. Para isso, é preciso institucionalizar a integração universidade-museu-escola, priorizar uma reflexão crítica sobre ciência e trabalhar a identidade do professor em múltiplas dimensões, ou seja, múltiplas subidentidades.

A segunda implicação refere-se ao âmbito da formação mútua entre educadores, considerando que o espaço museal não pode ser visto apenas como uma extensão do espaço escolar. Portanto, faz-se necessário promover colaborações pedagógicas, nas quais futuros professores aprendam sobre linguagens e práticas específicas do espaço museal e que os educadores de museus compreendam as necessidades e objetivos curriculares das escolas. Essa integração permite abordar o patrimônio científico musealizado como ponto de partida para um ensino de Química interdisciplinar, histórico, cultural e contextualizado.

Por fim, a terceira e última implicação refere-se à democratização plena do conhecimento, entendendo o patrimônio como ferramenta de justiça social. Defende-se que a formação de professores deve reforçar a visão de que os museus, ao divulgarem a ciência, cumprem um papel de democratização do acesso à cultura e à educação. Isso implica formar docentes que reconheçam os museus como espaços potenciais para questionar narrativas hegemônicas e promover uma sociedade mais justa e equitativa, na qual a ciência e seus benefícios possam ser acessíveis a todas e todos.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Sandra Raquel de; PENSO, Maria Aparecida; FREITAS, Leida Gonçalves. Identidade docente com foco no cenário de pesquisa: uma revisão sistemática. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 35, p. 2-39, 2019.

ALVES, Milena; BEGO, Amadeu Moura. A celeuma em torno da temática do planejamento didático-pedagógico: definição e caracterização de seus elementos constituintes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 20, p. 71-96, 2020.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.

BARROS, Lucas Guimarães; LANGHI, Rodolfo. Um estudo cienciométrico da pesquisa em Ensino de Ciências em espaços não formais em periódicos nacionais da área de Ensino (2008 – 2019). **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 28, n. 2, p. 36–64, 2023.

BEAUCHAMP, Catherine; THOMAS, Lynn. Understanding teacher identity: an overview of issues in the literature and implications for teacher education. **Cambridge Journal of Education**, [S. l.], v. 39, n. 2, p. 175-189, 2009.

BRANDÃO, Joseane Paiva Macedo. Identidade. In: IPHAN. **Dicionário do Patrimônio Cultural**. Brasília: IPHAN, 2019. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/dicionarioPatrimonioCultural/detalhes/49/identidade>. Acesso em: 24 set. 2025.

DAHMOUCHE, Mônica Santos; PINTO, Simone Pinheiro; SILVEIRA, Camila; JORDÃO, Thaís. Exposições sobre Mulheres na Ciência: Compreensão Pública da Ciência e Inclusão Social de Gênero. **Cadernos de Educação Tecnologia e Sociedade**, [S. l.], v. 2, p. 237–253, 2022.

DANTAS, Elisângela Fadul; COSTA, Josenilson da Silva; SILVA, Francisco Sidomar Oliveira da; NICOLLI, Aline Andréia. Espaços não formais de ensino: possibilidades de divulgação científica e formação emancipatória. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 594–612, 2021.

D'ESCOFFIER; Luiz Ney; BRAGA, Marco. Interação de alunos do ensino fundamental com o espaço museal e seus artefatos: relações com a construção do conhecimento. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, [S. l.], v. 10, n. 01, p.173-201, 2021.

FOLADOR, Heloisa de Faria; COLOMBO JUNIOR, Pedro Donizete; OVIGLI, Daniel Fernando

Bovolenta. Museus virtuais de Ciências: divulgação científica e interatividade no ciberespaço.

Ensino e Tecnologia em Revista - ERT, Londrina, v. 7, n. 3, p. 79-99, 2023.

GESTEIRA, Heloisa Meireles; ANTUNES, Anderson Pereira; BEZERRA, Mariza Pinheiro. Imagem, história e ciência: estudo sobre as potencialidades iconográficas no Instagram do Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST). **Revista Iberoamericana De Ciencia, Tecnología Y Sociedad - CTS**, [S.l.], v. 19, n. 55, p. 27-54, 2024.

GRANATO, Marcus. Panorama sobre o Patrimônio da Ciência e Tecnologia no Brasil: objetos de C&T. In: GRANATO, Marcus; RANGEL, Marcio Ferreira (Orgs.). **Cultura Material e Patrimônio da Ciência e Tecnologia**. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins, 2009. p. 78-102.

HORTA, Maria de Lourdes Parreiras. O que é Educação Patrimonial. In: HORTA, Maria de Lourdes Parreiras; GRUNBERG, Evelina; MONTEIRO, Adriana Queiroz (Orgs.). **Guia Básico de Educação Patrimonial**. Brasília: IPHAN, 1999, p. 1-5.

LEANDRO, Leonésia; BOFF, Ana Paula; REGIANI, Anelise Maria. Acessibilidade e inclusão em museus e centros de ciências em teses e dissertações. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 26, n. 2, p. 421-444, 2021.

LEITE, Maria Isabel. Museu: espaço impulsionador de reconfigurações identitárias docentes. **Cadernos CEDES**, Campinas, v. 32, n. 88, p. 335-350, 2012.

LONDRES, Cecília. O patrimônio cultural na formação das novas gerações: algumas considerações. In: TOLENTINO, Átila Bezerra (Org.). **Educação Patrimonial: reflexões e práticas**. João Pessoa: Superintendência do Iphan na Paraíba, 2012. p. 14-21.

LORDÊLO, Fernanda Silva; PORTO, Cristiane de Magalhães. Divulgação científica e cultura científica: conceito e aplicabilidade. **Revista Ciência em Extensão**, [S.l.], v. 8, n. 1, p. 18-34, 2012.

MARANDINO, Martha (Org.); BIZERRA, Alessandra Fernandes; NAVAS, Ana Maria; FARES, Djana Contier; STANDERSKI, Lília; MONACO, Luciana Magalhães; MARTINS, Luciana Conrado; SOUZA, Maria Paula Correia; GARCÍA, Viviane Aparecida Rachid. **Educação em museus: a mediação em foco**. São Paulo: FEUSP, 2008.

MARANDINO, Martha. Museus de Ciências, Coleções e Educação: relações necessárias. **Museologia e Patrimônio**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 01-12, 2009.

NEITZEL, Adair de Aguiar; URIARTE, Monica Zewe; FRANKLIN, Katia. O museu de ciências como espaço de provocação dos sentidos. **EccoS – Revista Científica**, [S. l.], n. 53, p. e16792, 2020.

NÓVOA, António. Formação de Professores e a Profissão Docente. In: NÓVOA, António (Org.). **Os professores e a sua formação**. 2. ed. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1997. p. 15-34.

OLIVEIRA, Jane Raquel Silva de; ALKMIN, Guilherme Modena. Divulgação Científica e Educação Não

Formal nos Cursos de Licenciatura em Química, Física, Biologia e Matemática. **Revista Debates em Ensino de Química**, [S. l.], v. 9, n. 4, p. 343–366, 2023.

OLSEN, Brad; BUCHANAN, Rebecca; HEWKO, Christina. Recent Trends in Teacher Identity Research and Pedagogy. In: Menter, Ian (Org.). **The Palgrave Handbook of Teacher Education Research**. Camden: Palgrave Macmillan, 2023. p. 867-890.

OVIGLI, Daniel Fernando Bovolenta. Prática de ensino de ciências: o museu como espaço formativo. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 133-149, 2011.

PALMIERI, Luciane Jatobá; JULIACE, Anna Claudia Amaral; SILVEIRA, Camila. A presença dos museus de ciências nos currículos da licenciatura em química de universidades paulistas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 14., 2023, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2023.

PALMIERI, Luciane Jatobá. **A construção da identidade do(a) professor(a) em diálogo com a educação patrimonial: um estudo de caso a partir de visitas a museus na licenciatura em química**. 2025. 258f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e em Matemática) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2025.

PIMENTA, Selma Garrido. Formação de professores: identidade e saberes da docência. In: PIMENTA, Selma Garrido (Org.). **Saberes pedagógicos e atividade docente**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2005, p. 15-34.

RIBEIRO, Débora Nascentes. **Contribuições da Divulgação Científica para o Ensino de Ciências no Brasil e seu reflexo nos Programas de Pós-Graduação da área 46 da CAPES**. 2020. 104 p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Comunicação, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. 2020.

ROCHA, Mariana; MASSARANI, Luisa; PEDERSOLI, Constanza. La divulgación de la ciencia en América Latina: términos, definiciones y campo académico. In: MASSARANI Luisa; ROCHA, Mariana (Orgs.). **Aproximaciones a la investigación en divulgación de la ciencia en América Latina a partir de sus artículos académicos**. Rio de Janeiro: Fiocruz - COC, 2017. p. 39-58.

RECANELLO, Claudia Celeste Schuindt. **Prática educativa museal inclusiva: uma conceituação a partir das produções científicas**. 2024. 250f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e em Matemática) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2024.

REDONDO, Carmen Gómez. Patrimonio e identidad: La educación patrimonial como vínculo entre individuo y entorno. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN PATRIMONIAL, 1., 2012, Madrid. **Anais [...]**. Madrid: Instituto de Patrimonio Cultural de España, 2012. p. 1-8.

ROSSI, Cláudia Maria Soares. Educação Patrimonial e História da Educação: contribuições para a formação de professores. **Revista Horizontes**, [S.l.], v. 35, n. 1, p. 113-120, 2017.

SANTOS JÚNIOR, Antonio Carlos; VALÉRIO, Marcelo; PACHECO, Jailson Rodrigo. Presenças dos centros e museus de ciência e tecnologia brasileiros em ambientes virtuais: mapeamento e caracterização. **Journal of Science Communication**, Trieste, v. 8, n. 1, 2025, p. 1-14.

SCIFONI, Simone. Patrimônio e Educação no Brasil: o que há de novo? **Revista Educação e Sociedade**, [S.l.], v. 43, p. 1-13, 2022.

SILVA, Anelissa Carinne dos Santos; LORENZETTI, Leonir; SILVEIRA, Camila. Divulgação científica em um Museu de Ciências: um estudo de público tendo como foco as famílias visitantes. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 36–53, 2019.

SILVA, Roberta Cristina; FRANÇA, Suzane Bezerra; FERREIRA, Helaine Sivini. Programa Ciência Móvel em Pernambuco: reflexões sobre as atividades itinerantes no Museu Espaço Ciência. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 1-23, 2021.

SILVEIRA, Camila; PALMIERI, Luciane Jatobá; NAKONETCHNEI, Alessandra. A formação docente em museus: uma experiência na licenciatura em química. In: LORENZETTI, Leonir; MEIRA, Leticia Mara de (Orgs.). **Compartilha UFPR**: experiências inovadoras e práticas exitosas no ensino de graduação. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2024. p. 20-32.

SILVEIRA, Camila de Macedo Soares; SOUZA, Daniel Maurício Viana de. Mulheres cientistas nos museus. **Revista Arteriais**, Belém, v. 10, n. 18, p. 123-133, 2024.

SOUZA, Pedro Henrique Ribeiro de; ROCHA, Marcelo Borges. Caracterização dos textos de divulgação científica inseridos em livros didáticos de biologia. **Revista Práxis**, Volta Redonda, v. 12, n. 23, p. 97-108, 2020.

TEIXEIRA, Odete Pacubi Baierl. A Ciência, a Natureza da Ciência e o Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 4, p. 851-854, 2019.

TURRA, Laura Darif; JESUS, Griscele Souza de; VALÉRIO, Marcelo. A circulação da Educação Museal em eventos da área de Ensino de Ciências. **Ensino & Pesquisa**, União da Vitória, v. 24, n. 1, p. 174-187, 2026.

VALERIO, Marcelo; TAKATA, Roberto. Afinal, o que é divulgação científica? Explanação e proposição de uma definição plural. **Pro-Posições**, Campinas, SP, v. 36, e2025c0502, 2025.

VALVERDE, Rodrigo Ramos Hospodar Felipe. A guerra cultural nos museus brasileiros: distribuição, abertura e fechamento de instituições. **Caderno Prudentino de Geografia**, [S. l.], v. 2, n. 42, p. 142–157, 2020.

A PESQUISA COMO PRINCÍPIO PEDAGÓGICO NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA: UM ELEMENTO DE EMANCIPAÇÃO PARA O ENSINO MÉDIO INTEGRADO

Hermelinda Peixoto Pereira Martins¹

Edson Maciel Peixoto²

RESUMO

Este ensaio teórico analisa a pesquisa como princípio pedagógico na Educação Profissional e Tecnológica (EPT), com ênfase no Ensino Médio Integrado (EMI), considerando seu potencial para fortalecer a formação integral, o letramento científico-tecnológico e a atuação crítica dos estudantes. Parte-se do problema da permanência de práticas curriculares fragmentadas, frequentemente orientadas pela separação entre formação geral e formação profissional, e discute-se como a pesquisa pode constituir um eixo formativo capaz de integrar trabalho, ciência, cultura e tecnologia. Metodologicamente, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, de abordagem qualitativa e natureza teórica, estruturada como ensaio interpretativo. Foram analisados livros, artigos científicos, documentos normativos e relatórios nacionais e internacionais, selecionados por sua aderência aos temas trabalho como princípio educativo, pesquisa como princípio pedagógico, EMI, letramento científico-tecnológico, abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), cultura digital e inovação pedagógica. A análise foi organizada em quatro eixos: fundamentos da EPT; pesquisa, autonomia e formação integral; operacionalização curricular da investigação; e desafios institucionais para sua efetivação. Argumenta-se que a pesquisa, quando incorporada ao currículo como prática recorrente e interdisciplinar, favorece a problematização da realidade, a formulação de perguntas, a busca e análise de evidências, a produção de sínteses e a intervenção socialmente orientada. Conclui-se que sua consolidação no EMI exige planejamento curricular integrado, formação docente, tempo institucional protegido, infraestrutura adequada e políticas educacionais que reconheçam a investigação escolar como dimensão constitutiva da formação profissional emancipatória.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Profissional e Tecnológica. Ensino Médio Integrado. Pesquisa como Princípio Pedagógico. Letramento Científico-Tecnológico. Formação integral.

¹ Instituto Federal do Paraná / Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Vila Velha. E-mail: hermelindamartins@gmail.com.

 <https://orcid.org/0000-0001-6650-3274>.

² Instituto Federal do Espírito Santo. E-mail: edsonpeixoto@ifes.edu.br .  <https://orcid.org/0000-0002-5156-9796>.

RESEARCH AS A PEDAGOGICAL PRINCIPLE IN PROFESSIONAL AND TECHNOLOGICAL EDUCATION: AN ELEMENT OF EMANCIPATION FOR INTEGRATED SECONDARY EDUCATION

ABSTRACT

This theoretical essay analyzes research as a pedagogical principle in Professional and Technological Education (PTE), with emphasis on Integrated Secondary Education (ISE), considering its potential to strengthen integral education, scientific-technological literacy and students' critical agency. The study addresses the persistence of fragmented curricular practices often guided by the separation between general education and vocational training, and discusses how research can become a formative axis capable of integrating work, science, culture and technology. Methodologically, this is a qualitative bibliographic study of theoretical nature, structured as an interpretive essay. Books, scientific articles, normative documents and national and international reports were analyzed according to their relevance to the themes of work as an educational principle, research as a pedagogical principle, ISE, scientific-technological literacy, Science-Technology-Society (STS) approach, digital culture and pedagogical innovation. The analysis was organized into four axes: foundations of PTE; research, autonomy and integral education; curricular operationalization of inquiry; and institutional challenges for its implementation. The essay argues that research, when incorporated into the curriculum as a recurring and interdisciplinary practice, favors the problematization of reality, the formulation of questions, the search and analysis of evidence, the production of syntheses and socially oriented intervention. It concludes that consolidating research in ISE requires integrated curriculum planning, teacher education, protected institutional time, adequate infrastructure and educational policies that recognize school inquiry as a constitutive dimension of emancipatory vocational education.

KEYWORDS: Professional and Technological Education. Integrated Secondary Education. Research as a Pedagogical Principle. Scientific-Technological Literacy. Integral Education.

1. INTRODUÇÃO

A pesquisa como princípio pedagógico ocupa lugar estratégico no debate sobre a EPT, sobretudo quando se considera o EMI como projeto formativo orientado à superação da histórica dualidade entre educação propedêutica e formação profissional, questão amplamente discutida na base conceitual da EPT (Frigotto, 2001; Moura, 2007; Ramos, 2014). Essa dualidade, recorrente na organização da educação brasileira, tende a separar conhecimentos científicos, humanísticos e tecnológicos de saberes profissionais, reduzindo a formação técnica a uma preparação imediata para o mercado. Em sentido distinto, a perspectiva da formação integral compreende que a educação profissional deve possibilitar ao estudante interpretar criticamente a realidade, apropriar-se dos fundamentos científicos e tecnológicos do trabalho e atuar de modo ético nas dinâmicas sociais e

produtivas (Ciavatta, 2005; Ramos, 2008).

No campo da EPT, a articulação entre trabalho, ciência, cultura e tecnologia constitui base para compreender o trabalho não apenas como ocupação ou emprego, mas como atividade humana produtora da existência social. Nessa direção, a pesquisa deixa de ser vista como atividade excepcional, reservada a projetos pontuais ou a estudantes considerados mais avançados, e passa a ser compreendida como atitude formativa permanente (Demo, 2011; Jélvez, 2013). Investigar, nesse contexto, significa formular problemas, estabelecer relações entre teoria e prática, analisar evidências, dialogar com diferentes fontes de conhecimento e produzir interpretações sobre situações concretas do mundo vivido.

Essa compreensão aproxima a discussão da EPT de debates contemporâneos da Educação Científica e Tecnológica, especialmente aqueles vinculados ao letramento científico-tecnológico, à abordagem CTS, à cultura digital e à inovação pedagógica. O letramento científico, entendido como capacidade de mobilizar conhecimentos, procedimentos e formas de argumentação da ciência para interpretar problemas reais, torna-se particularmente relevante no EMI porque os estudantes são desafiados a compreender tecnologias, processos produtivos, riscos socioambientais, práticas profissionais e transformações do trabalho. A abordagem CTS, por sua vez, contribui para que a ciência e a tecnologia sejam discutidas como produções sociais, atravessadas por interesses, valores, impactos ambientais e implicações éticas. Estudos recentes têm indicado que práticas orientadas por CTS favorecem resultados positivos de aprendizagem ao articular conhecimentos científicos a problemas socialmente relevantes (Acut; Antonio, 2023).

A cultura digital amplia essa problemática. As mudanças tecnológicas contemporâneas afetam as formas de estudar, pesquisar, comunicar, produzir e trabalhar. Por isso, a pesquisa no EMI não pode restringir-se ao levantamento de informações em fontes digitais, mas deve envolver critérios de busca, avaliação da confiabilidade das fontes, interpretação de dados, autoria, colaboração, ética informacional e uso crítico de recursos tecnológicos. Relatórios e estudos internacionais sobre educação profissional e competências digitais têm destacado que a incorporação de tecnologias ao currículo demanda pedagogias centradas no estudante, formação docente e integração das competências digitais às áreas de conhecimento e aos contextos profissionais (Wang; Julsuwan, 2025; World Bank, 2025).

Apesar desse potencial, a institucionalização da pesquisa no EMI enfrenta obstáculos persistentes. Entre eles destacam-se a fragmentação curricular, a distribuição rígida do tempo escolar, a sobrecarga de componentes curriculares, a infraestrutura desigual, a insuficiência de espaços coletivos de planejamento e a formação docente nem sempre orientada para práticas investigativas. Tais dificuldades evidenciam que a defesa da pesquisa como princípio pedagógico precisa ultrapassar a formulação conceitual e avançar para a explicitação de modos de operacionalização curricular, de exemplos de práticas investigativas e de modelos organizacionais capazes de sustentar a interdisciplinaridade.

Diante desse cenário, este ensaio tem como objetivo analisar como a pesquisa, enquanto princípio pedagógico, pode contribuir para a formação integral e emancipatória dos estudantes da EPT, especificamente no EMI, discutindo seus fundamentos teóricos, suas relações com o letramento científico-tecnológico e suas possibilidades de operacionalização curricular. O texto está organizado em cinco seções, além desta introdução. Inicialmente, apresentam-se os procedimentos metodológicos do ensaio. Em seguida, discutem-se os fundamentos da relação entre trabalho, pesquisa e EPT. Na sequência, analisa-se a pesquisa como eixo de emancipação e letramento científico-tecnológico. Posteriormente, são abordadas formas de operacionalização da pesquisa no currículo do EMI e desafios institucionais para sua efetivação. Por fim, apresentam-se as considerações finais.

2. METODOLOGIA

Este artigo caracteriza-se como pesquisa de abordagem qualitativa, de natureza teórica, configurada como ensaio teórico fundamentado em pesquisa bibliográfica. A opção por esse delineamento justifica-se porque o objetivo central não é apresentar resultados empíricos de uma intervenção pedagógica, mas interpretar criticamente um conjunto de produções teóricas, documentos normativos e estudos recentes que permitem compreender a pesquisa como princípio pedagógico no EMI.

A pesquisa bibliográfica foi organizada em duas frentes complementares. A primeira contemplou obras clássicas e documentos estruturantes do campo da EPT, especialmente aqueles que discutem trabalho como princípio educativo, formação integrada, educação politécnica, pesquisa como princípio pedagógico e diretrizes curriculares para a educação profissional técnica de

nível médio. A segunda priorizou publicações nacionais e internacionais recentes, com atenção a estudos publicados entre 2020 e 2026 sobre letramento científico-tecnológico, abordagem CTS, cultura digital, competências digitais, aprendizagem investigativa e inovação pedagógica na educação profissional.

As buscas foram realizadas em bases e repositórios acadêmicos e institucionais, incluindo SciELO, ERIC, Google Scholar, Portal de Periódicos da CAPES e repositórios de Institutos Federais. Foram utilizadas combinações de descritores em português e inglês, tais como: “pesquisa como princípio pedagógico”, “Ensino Médio Integrado”, “Educação Profissional e Tecnológica”, “letramento científico”, “letramento tecnológico”, “abordagem CTS”, “cultura digital”, “aprendizagem investigativa”, “research as pedagogical principle”, “inquiry-based learning”, “scientific literacy”, “digital literacy” e “technical and vocational education and training”.

Os materiais foram selecionados segundo quatro critérios: aderência direta ao objeto do ensaio; relevância teórica ou normativa para o campo da EPT; contribuição para o diálogo com a Educação Científica e Tecnológica; e atualidade, quando se tratava de estudos sobre cultura digital, inovação pedagógica e competências para contextos tecnológicos contemporâneos. Foram excluídos textos sem relação direta com o EMI, estudos de opinião sem fundamentação acadêmica e publicações que abordavam pesquisa apenas como técnica instrumental desvinculada da formação integral.

A análise foi desenvolvida de modo interpretativo-crítico, em consonância com a natureza do ensaio teórico. Nessa perspectiva, o ensaio não se limita a descrever referências, mas procura tensionar conceitos, explicitar relações, indicar limites e propor sínteses interpretativas. A organização analítica ocorreu em quatro eixos temáticos: fundamentos da EPT; pesquisa, autonomia e formação integral; operacionalização curricular da investigação no EMI; e desafios institucionais para a implementação da pesquisa como princípio pedagógico. O Quadro 1 apresenta as principais referências mobilizadas e sua contribuição para a argumentação desenvolvida.

Quadro 1 – Principais referências e documentos mobilizados no ensaio

Autor/documento	Obra/documento	Ano	Contribuição para o ensaio
Frigotto	Educação e trabalho: bases para debater a educação profissional emancipadora	2001	Fundamenta a crítica à formação subordinada ao mercado e a defesa de uma educação profissional emancipatória.
Ciavatta	A formação integrada: a escola e o trabalho como lugares de memória e de identidade	2005	Sustenta a concepção de formação integrada e omnilateral no EMI.
Saviani	Trabalho e educação: fundamentos ontológicos e históricos	2007	Contribui para compreender o trabalho como princípio educativo e dimensão ontológica da formação humana.
Moura	Educação básica e educação profissional e tecnológica: dualidade histórica e perspectivas de integração	2007	Discute a dualidade educacional e as possibilidades de integração entre educação básica e EPT.
Ramos	Concepção do Ensino Médio Integrado; História e política da educação profissional	2008; 2014	Fundamenta o EMI como projeto de integração entre trabalho, ciência, cultura e tecnologia.
Demo	Educar pela pesquisa	2011	Contribui para a compreensão da pesquisa como atitude formativa e princípio de autonomia intelectual.
Brasil	Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio	2012	Orienta a discussão normativa sobre integração curricular e formação profissional técnica.
UNESCO	Protótipos curriculares de ensino médio e ensino médio integrado	2011	Subsidia a discussão sobre organização curricular integrada e superação da aula exclusivamente expositiva.
Marques e Vieira	Indissociabilidade do ensino, pesquisa e extensão na prática profissional do EMI	2020	Atualiza o debate sobre ensino, pesquisa e extensão na prática profissional do EMI.
Morais	Pesquisa como princípio pedagógico no Ensino Médio Integrado	2021	Contribui para discutir gestão de ensino e institucionalização da pesquisa no EMI.
Alencar, Lobão e colaboradores	Ensino Médio Integrado e a pesquisa como princípio pedagógico na EPT	2023	Reforça a relação entre pesquisa, EMI e fundamentos da EPT em revisão literária recente.
Acut e Antonio	Effectiveness of Science-Technology-Society approach on students' learning outcomes	2023	Amplia o diálogo com a abordagem CTS e seus efeitos em resultados de aprendizagem.
Wang e Julsuwan	Enhancing Digital Literacy and Pedagogical Innovation among Vocational Educators	2025	Apoia a discussão sobre letramento digital, inovação pedagógica e formação de educadores na educação profissional.
World Bank	Digital Skills Development	2025	Contribui para o debate internacional sobre competências digitais integradas ao currículo.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

3. TRABALHO, PESQUISA E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

A compreensão da EPT como campo de formação integral exige considerar a relação entre trabalho, ciência, cultura e tecnologia, eixo recorrente nas formulações sobre o EMI e nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio (Ramos, 2008; Brasil,

2012). O trabalho, nessa perspectiva, não se reduz à ocupação laboral, ao treinamento para tarefas específicas ou ao atendimento imediato de demandas produtivas. Ele constitui dimensão estruturante da vida humana, pois é por meio dele que os sujeitos transformam a natureza, produzem cultura, organizam relações sociais e constroem conhecimentos historicamente situados, concepção fundamentada na discussão ontológica do trabalho em Saviani (2007). Essa concepção permite deslocar a educação profissional de uma lógica meramente adaptativa para uma perspectiva crítica, na qual o estudante é formado para compreender os fundamentos dos processos produtivos e intervir neles de modo consciente (Frigotto, 2001; Ramos, 2014).

Ao situar o trabalho como princípio educativo, autores da EPT contribuem para problematizar a separação entre trabalho manual e trabalho intelectual, historicamente associada à divisão social do trabalho e à dualidade escolar (Saviani, 2007; Frigotto, 2001; Moura, 2007). Essa separação tende a produzir trajetórias escolares diferenciadas: uma formação ampla para determinados grupos e uma formação instrumental para outros. O EMI surge justamente como possibilidade de enfrentar essa fragmentação ao integrar formação geral e profissional em um mesmo projeto pedagógico (Ciavatta, 2005; Ramos, 2008). A integração, contudo, não se realiza pela simples justaposição de disciplinas propedêuticas e técnicas. Ela requer intencionalidade curricular, planejamento coletivo e articulação entre conceitos científicos, problemas sociais, práticas culturais e situações profissionais (Moura, 2007; Brasil, 2012).

A pesquisa como princípio pedagógico complementa essa concepção porque cria condições para que o estudante deixe de ocupar apenas o lugar de receptor de conteúdos e passe a participar da produção de sentidos sobre a realidade (Demo, 2011; Jélvez, 2013). Trata-se de uma postura pedagógica que valoriza a pergunta, a dúvida, a busca de evidências, a comparação de fontes, a análise de dados, a argumentação e a comunicação dos resultados, em consonância com estudos sobre ensino com pesquisa na EPT (Vieira *et al.*, 2019; Alencar *et al.*, 2023). Essa postura não se confunde com a exigência de transformar todos os estudantes em pesquisadores acadêmicos, mas indica que a aprendizagem escolar pode ser organizada a partir de práticas investigativas adequadas à educação básica e profissional.

A incorporação da pesquisa ao EMI também permite articular conhecimentos gerais e específicos. Em um curso técnico integrado, problemas como eficiência energética, segurança do trabalho, qualidade da água, automação, gestão de resíduos, acessibilidade, empreendedorismo

social, saúde coletiva ou desenvolvimento de protótipos podem ser investigados por diferentes áreas do conhecimento. Nessas situações, matemática, linguagens, ciências da natureza, ciências humanas e componentes técnicos deixam de aparecer como blocos isolados e passam a contribuir para a compreensão de um objeto comum.

Essa integração ganha densidade quando dialoga com o letramento científico-tecnológico. O estudante do EMI precisa compreender conceitos científicos, mas também interpretar dados, avaliar riscos, distinguir evidências de opiniões, reconhecer implicações éticas da tecnologia e comunicar resultados de modo adequado. Assim, a pesquisa como princípio pedagógico favorece uma formação que articula saber técnico, pensamento crítico e responsabilidade social. Ao mesmo tempo, aproxima a EPT de desafios contemporâneos, como a crescente presença de tecnologias digitais nas práticas profissionais e nos processos produtivos, a circulação de desinformação, as mudanças ambientais e a necessidade de inovação orientada ao bem comum.

4. A PESQUISA COMO ELEMENTO DE EMANCIPAÇÃO E LETRAMENTO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO

A pesquisa pode atuar como elemento de emancipação no EMI quando amplia a capacidade dos estudantes de compreenderem a realidade, interrogarem explicações naturalizadas e produzirem respostas fundamentadas para problemas concretos. Emancipação, nesse sentido, não significa apenas autonomia individual, mas possibilidade de participação consciente nas decisões que envolvem trabalho, ciência, tecnologia e vida social, perspectiva coerente com a defesa de uma educação profissional não subordinada ao imediatismo do mercado (Frigotto, 2001; Ciavatta, 2005). A pesquisa contribui para essa finalidade porque transforma a aprendizagem em processo ativo de investigação, no qual o estudante mobiliza conhecimentos para interpretar situações e construir argumentos (Demo, 2011; Jélvez, 2013).

Esse potencial emancipatório se manifesta, em primeiro lugar, na formulação de problemas. Quando os estudantes são convidados a identificar questões relevantes em seu território, em seu curso técnico ou em sua comunidade, eles deixam de estudar conteúdos como informações abstratas e passam a relacioná-los a necessidades concretas. Um problema de pesquisa pode nascer da observação de desperdício de energia na escola, da dificuldade de descarte de resíduos em laboratórios, da análise de condições de acessibilidade, da investigação sobre práticas de consumo,

da automação de processos simples ou da leitura crítica de indicadores socioeconômicos locais. Em todos esses casos, a pergunta orienta a aprendizagem e aproxima o currículo da realidade.

Em segundo lugar, a pesquisa favorece a apropriação crítica de procedimentos científicos e tecnológicos. Levantar hipóteses, selecionar fontes, construir instrumentos de coleta, organizar informações, interpretar resultados e apresentar conclusões são práticas que desenvolvem habilidades cognitivas e comunicativas. Quando essas ações são mediadas por professores de diferentes áreas, a investigação deixa de ser atividade periférica e passa a operar como eixo articulador do currículo. A aprendizagem torna-se relevante porque o estudante compreende por que determinado conceito é necessário e como ele pode ser mobilizado para resolver ou interpretar um problema.

Em terceiro lugar, a pesquisa fortalece o letramento científico-tecnológico. A abordagem CTS oferece contribuição considerável nesse ponto, pois evidencia que ciência e tecnologia não são neutras nem isoladas das relações sociais. Ao estudar um dispositivo, processo produtivo ou inovação, os estudantes podem analisar quem se beneficia, quais impactos são gerados, que riscos estão envolvidos, que conhecimentos são mobilizados e quais alternativas poderiam ser construídas. A meta-análise de Acut e Antonio (2023) indica que a abordagem CTS produz efeitos positivos em resultados cognitivos, afetivos e psicomotores, especialmente quando conecta conhecimentos científicos a problemas reais. Essa constatação reforça a pertinência de sua incorporação ao EMI, no qual a relação entre ciência, tecnologia e sociedade é constitutiva da formação profissional.

A cultura digital também redefine a pesquisa escolar, pois pesquisar em ambientes digitais exige muito mais do que localizar informações rapidamente. Exige critérios para avaliar autoria, confiabilidade, data de publicação, evidências apresentadas, intencionalidades discursivas e limites das fontes. Requer ainda domínio de ferramentas de registro, organização, visualização e comunicação de dados. Em cursos técnicos integrados, tais competências podem ser articuladas aos campos profissionais, por exemplo, mediante uso de planilhas, softwares de simulação, ambientes de programação, bancos de dados públicos, plataformas de prototipagem, laboratórios virtuais e recursos colaborativos. O desafio pedagógico consiste em evitar tanto o tecnicismo quanto o uso superficial da tecnologia, promovendo uma cultura digital crítica e autoral.

A pesquisa como princípio pedagógico, portanto, não deve ser reduzida a uma técnica de ensino ou a um projeto eventual. Ela constitui uma orientação formativa que atravessa a organização curricular, a relação professor-estudante, a escolha dos problemas de aprendizagem e os modos de avaliação, como indicam estudos que discutem o ensino com pesquisa e sua institucionalização no EMI (Vieira *et al.*, 2019; Morais, 2021; Alencar *et al.*, 2023). Quando assumida dessa maneira, contribui para superar práticas centradas exclusivamente na exposição e na memorização, sem necessidade de transformar essa superação em oposição simplificada entre tradição e inovação. A questão central é assegurar que os estudantes tenham oportunidades sistemáticas de perguntar, investigar, argumentar, criar e socializar conhecimentos.

5. OPERACIONALIZAÇÃO CURRICULAR DA PESQUISA NO ENSINO MÉDIO INTEGRADO

Uma das principais exigências para tornar a pesquisa efetiva no EMI é convertê-la em prática curricular planejada, e não apenas em atividade ocasional. Isso implica definir tempos, espaços, responsabilidades, produtos esperados e formas de acompanhamento, de modo articulado ao projeto pedagógico do curso e à integração curricular (Brasil, 2012; Santos, 2019). A operacionalização da pesquisa pode ocorrer por diferentes modelos, desde projetos integradores semestrais até unidades investigativas em disciplinas específicas, iniciação científica júnior, práticas profissionais articuladas, oficinas interdisciplinares e projetos de intervenção no território.

O primeiro modelo consiste nos projetos integradores. Neles, professores de diferentes áreas elegem um problema comum e organizam atividades complementares ao longo de um período letivo. Em um curso técnico em Meio Ambiente, por exemplo, um projeto sobre qualidade da água pode articular química, biologia, matemática, geografia, língua portuguesa e componentes técnicos. Os estudantes podem coletar amostras, analisar parâmetros, estudar legislação, produzir gráficos, redigir relatórios e apresentar propostas de intervenção. Nesse caso, a pesquisa organiza a integração curricular e torna visível a contribuição de cada área.

O segundo modelo é a iniciação científica júnior, que pode ser desenvolvida por meio de editais internos, clubes de ciência, feiras científicas e orientação sistemática de projetos. Essa alternativa é especialmente relevante quando a instituição dispõe de grupos de pesquisa, laboratórios ou parcerias com universidades e arranjos produtivos locais. Contudo, a iniciação científica júnior não deve substituir a presença da pesquisa no currículo comum; ela pode aprofundar

trajetórias investigativas, mas não deve restringir o direito à pesquisa apenas aos estudantes selecionados por mérito ou disponibilidade de tempo.

O terceiro modelo envolve sequências didáticas investigativas dentro de componentes curriculares. Nessa organização, a pesquisa aparece em menor escala, mas com forte potencial formativo. Uma disciplina pode organizar uma unidade a partir de um problema, conduzir levantamento de hipóteses, orientar busca de dados e promover socialização de resultados. Esse modelo é adequado quando a escola ainda não dispõe de condições para projetos integradores mais amplos, pois permite iniciar a cultura investigativa a partir de ações viáveis e progressivas.

O quarto modelo diz respeito aos projetos de intervenção social e tecnológica. Neles, a pesquisa culmina em uma proposta de solução, protótipo, campanha, produto educacional, melhoria de processo ou ação comunitária. Esse formato dialoga diretamente com a EPT, pois articula conhecimento técnico e compromisso social. Todavia, é importante que a intervenção seja precedida de investigação consistente, para evitar soluções improvisadas ou meramente tecnicistas. A intervenção deve resultar da análise do problema, da escuta dos sujeitos envolvidos, da comparação de alternativas e da avaliação ética de seus efeitos.

Quadro 2 – Possibilidades de operacionalização da pesquisa no EMI

Modelo organizacional	Como pode ocorrer	Produto formativo	Cuidados necessários
Projeto integrador	Problema comum trabalhado por diferentes áreas ao longo do semestre ou ano letivo.	Relatório, seminário, protótipo, mostra científica ou intervenção.	Garantir planejamento coletivo e avaliação integrada.
Iniciação científica júnior	Projetos orientados por docentes, com editais internos, grupos de pesquisa ou feiras científicas.	Plano de pesquisa, pôster, artigo, comunicação oral ou produto técnico.	Evitar que a pesquisa fique restrita a poucos estudantes.
Sequência didática investigativa	Unidade de ensino organizada por problema, hipótese, coleta e análise de dados.	Registro investigativo, mapa conceitual, relatório breve ou apresentação.	Adequar complexidade ao tempo disponível e aos objetivos da disciplina.
Projeto de intervenção	Investigação de problema real seguida de proposta de solução social ou tecnológica.	Protótipo, campanha, aplicativo, melhoria de processo ou ação comunitária.	Evitar soluções sem diagnóstico e discutir impactos éticos e sociais.
Pesquisa em cultura digital	Uso crítico de bases de dados, softwares, simulações, ambientes colaborativos e recursos digitais.	Banco de dados, visualização, painel, relatório multimodal ou repositório.	Trabalhar autoria, confiabilidade das fontes e ética informacional.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para que esses modelos se concretizem, a avaliação também precisa ser revista. Avaliar pesquisa não significa considerar apenas o produto final, mas acompanhar o processo, em diálogo com a concepção de formação integrada e com a defesa de práticas avaliativas coerentes com percursos investigativos (Ciavatta, 2005; Unesco, 2011; Santos, 2019). Podem ser considerados critérios como clareza do problema, pertinência das fontes, coerência metodológica, registro do percurso, análise de evidências, colaboração, argumentação, comunicação científica e reflexão sobre limites. Essa avaliação processual favorece a aprendizagem porque permite corrigir rotas, explicitar dificuldades e reconhecer avanços.

Outro aspecto central é o tempo. O EMI costuma apresentar carga horária densa, muitas disciplinas, atividades avaliativas simultâneas, preparação para exames externos, olimpíadas científicas, projetos institucionais e demandas próprias da formação técnica. Nesse cenário, a pesquisa não pode ser simplesmente acrescentada como mais uma tarefa. Ela precisa reorganizar parte do trabalho pedagógico, substituindo atividades fragmentadas por percursos integrados. Quando a pesquisa é planejada coletivamente, ela pode reduzir sobreposições, articular avaliações e dar maior sentido ao tempo escolar. Quando é apenas adicionada ao currículo, tende a gerar sobrecarga para estudantes e docentes.

A infraestrutura também importa, mas não deve ser compreendida apenas como laboratório sofisticado. Bibliotecas, acesso à internet, espaços de estudo, materiais de baixo custo, laboratórios existentes, equipamentos dos cursos técnicos, bases de dados públicas e parcerias externas podem compor ecossistemas investigativos. A questão decisiva é transformar recursos disponíveis em situações de aprendizagem orientadas por problemas. Ainda assim, a desigualdade de infraestrutura entre instituições precisa ser enfrentada por políticas públicas, pois a defesa da pesquisa como princípio pedagógico exige condições materiais mínimas para sua realização.

6. DESAFIOS INSTITUCIONAIS E PERSPECTIVAS PARA UMA EPT EMANCIPATÓRIA

A efetivação da pesquisa como princípio pedagógico no EMI depende de condições institucionais que ultrapassem a iniciativa individual de professores. Embora práticas docentes inovadoras sejam fundamentais, elas se tornam frágeis quando não encontram apoio no projeto pedagógico do curso, na gestão do tempo escolar, na infraestrutura e na cultura institucional, aspecto destacado em estudos sobre ensino, pesquisa e extensão na prática profissional do EMI

(Marques; Vieira, 2020; Moraes, 2021). A pesquisa precisa estar prevista no currículo, discutida nos colegiados, acompanhada pela coordenação pedagógica e reconhecida nos processos avaliativos.

A formação docente constitui um dos principais desafios. Muitos professores da EPT possuem sólida formação específica em suas áreas, mas nem sempre tiveram experiências formativas voltadas à orientação de pesquisa escolar, à interdisciplinaridade ou à integração curricular. Outros dominam procedimentos de pesquisa acadêmica, mas encontram dificuldades para traduzi-los em práticas adequadas ao ensino médio. Por isso, a formação continuada deve articular fundamentos teóricos, metodologias investigativas, planejamento interdisciplinar, avaliação processual, cultura digital e acompanhamento de projetos. Estudos sobre educação profissional indicam que a inovação pedagógica depende da combinação entre competências técnicas, pedagógicas, digitais e colaborativas dos educadores (Wang; Julsuwan, 2025).

A interdisciplinaridade é outro ponto sensível. Ela não se realiza apenas pela reunião de professores em torno de um tema amplo, mas pela construção de problemas que exigem contribuições efetivas de diferentes áreas, condição necessária para que a integração curricular não se limite à justaposição de componentes formativos (Moura, 2007; Ramos, 2008; Brasil, 2012). Para isso, é necessário que o planejamento coletivo seja institucionalizado. Reuniões pedagógicas, semanas de planejamento, núcleos de integração curricular e acompanhamento de projetos podem favorecer essa construção. Sem tempo coletivo, a interdisciplinaridade tende a permanecer como intenção discursiva.

As políticas educacionais e diretrizes curriculares também exercem papel decisivo. Documentos nacionais da EPT têm destacado a necessidade de integrar trabalho, ciência, cultura e tecnologia, bem como de superar práticas pedagógicas centradas exclusivamente na exposição (Brasil, 2012; Unesco, 2011). No plano internacional, a discussão sobre Educação e Formação Técnica e Profissional, internacionalmente denominada *Technical and Vocational Education and Training* (TVET), tem enfatizado a necessidade de preparar jovens para transições digitais, sociais e ambientais, sem reduzir a formação profissional à adaptação imediata ao emprego. Esse debate reforça a pertinência de uma EPT que forme sujeitos capazes de aprender continuamente, interpretar transformações tecnológicas e participar criticamente da sociedade.

Entretanto, a adoção de discursos sobre inovação não garante emancipação. Há risco de que termos como competência digital, empreendedorismo, inovação e protagonismo sejam apropriados por perspectivas meramente adaptativas, voltadas apenas à empregabilidade individual, risco que recoloca a crítica à subordinação da educação profissional às demandas imediatas do mercado (Frigotto, 2001; Kuenzer, 2017). A pesquisa como princípio pedagógico pode enfrentar esse risco quando mantém vínculo com a formação integral, a crítica social e a responsabilidade ética. Pesquisar, nesse sentido, não é apenas aprender a resolver problemas técnicos, mas compreender por que determinados problemas existem, quem é afetado por eles e quais alternativas podem promover justiça social, sustentabilidade e participação democrática.

A consolidação dessa perspectiva demanda uma cultura institucional de pesquisa. Isso inclui valorizar a curiosidade dos estudantes, reconhecer a legitimidade de problemas oriundos do território, estimular a comunicação pública dos resultados, criar eventos internos, articular ensino, pesquisa e extensão e estabelecer parcerias com comunidades, universidades, movimentos sociais e setores produtivos (Vieira *et al.*, 2019; Marques; Vieira, 2020). A pesquisa torna-se emancipatória quando permite aos estudantes produzir conhecimento situado e socialmente relevante, e não apenas cumprir protocolos escolares.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este ensaio analisou a pesquisa como princípio pedagógico na EPT, com ênfase no EMI, argumentando que sua contribuição para a formação emancipatória depende de sua incorporação como eixo curricular integrado. A pesquisa fortalece a formação integral porque permite articular conhecimentos científicos, tecnológicos, culturais e profissionais em torno de problemas significativos. Ao mesmo tempo, contribui para o letramento científico-tecnológico, pois desenvolve capacidades de problematizar, buscar evidências, interpretar dados, argumentar, comunicar resultados e avaliar implicações sociais da ciência e da tecnologia.

A análise evidenciou que a pesquisa não deve ser compreendida como atividade acessória, eventual ou restrita à iniciação científica júnior. Embora essa modalidade seja importante, a pesquisa como princípio pedagógico exige presença mais ampla no currículo do EMI. Projetos integradores, sequências didáticas investigativas, práticas profissionais articuladas, projetos de intervenção e

atividades em cultura digital são caminhos possíveis para sua operacionalização, desde que planejados com intencionalidade pedagógica e acompanhados por avaliação processual.

Também se destacou que a efetivação da pesquisa enfrenta desafios relevantes. A fragmentação curricular, a sobrecarga de tempo, a infraestrutura desigual, a ausência de planejamento coletivo e as lacunas na formação docente podem limitar sua implementação. Por isso, não basta recomendar que estudantes pesquisem; é necessário criar condições institucionais para que a investigação seja parte orgânica da experiência escolar. Isso implica reorganizar tempos, integrar avaliações, fortalecer a formação continuada, garantir recursos e construir uma cultura institucional favorável à autoria estudantil.

Conclui-se que a pesquisa como princípio pedagógico possui grande potencial para uma EPT emancipatória quando vinculada à formação integral e à leitura crítica da realidade. Mais do que ensinar técnicas de investigação, busca formar sujeitos capazes de compreender o mundo do trabalho, interpretar transformações científicas e tecnológicas, participar de decisões coletivas e propor intervenções socialmente contextualizadas. Como ensaio teórico, este estudo tem o limite de não apresentar dados empíricos de implementação. Ainda assim, oferece uma síntese interpretativa e proposições curriculares que podem subsidiar práticas pedagógicas, projetos institucionais e futuras pesquisas sobre a consolidação da investigação no EMI.

REFERÊNCIAS

ACUT, Dharel; ANTONIO, Ronilo. Effectiveness of Science-Technology-Society (STS) approach on students' learning outcomes in science education: evidence from a meta-analysis. **Journal of Technology and Science Education**, v. 13, n. 3, p. 718-739, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3926/jotse.2151>. Acesso em: 01 maio 2026.

ALENCAR, N. O. de; LOBÃO, M. S. P. et al. Ensino médio integrado e a pesquisa como princípio pedagógico na educação profissional e tecnológica. **Revista Ensino Interdisciplinar**, 2023. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RECEI/article/view/4336>. Acesso em: 01 maio 2026.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **Resolução CNE/CEB nº 6, de 20 de setembro de 2012**. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio. Brasília, DF: CNE, 2012. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=11663-rceb006-12-pdf&category_slug=setembro-2012-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 10 jan. 2024.

CIAVATTA, Maria. A formação integrada: a escola e o trabalho como lugares de memória e de

identidade. In: FRIGOTTO, Gaudêncio; CIAVATTA, Maria; RAMOS, Marise (org.). **Ensino médio integrado: concepções e contradições**. São Paulo: Cortez, 2005. p. 83-105.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. 9. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2011.

FRIGOTTO, Gaudêncio. Educação e trabalho: bases para debater a educação profissional emancipadora. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 19, n. 1, p. 71-87, 2001.

JÉLVEZ, Juan Andrés Quezada. A pesquisa como princípio pedagógico no ensino médio. In: AZEVEDO, José Clóvis de; REIS, Jorge Tadeu (org.). **Reestruturação do ensino médio: pressupostos teóricos e desafios da prática**. São Paulo: Santillana, 2013. p. 117-137. Disponível em: https://servicos.educacao.rs.gov.br/dados/ens_med_reestruturacao_ensino_medio.pdf. Acesso em: 10 jan. 2025.

KUENZER, Acácia Zeneida. Trabalho e escola: a flexibilização do ensino médio no contexto do regime de acumulação flexível. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 38, n. 139, p. 331-354, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/ES0101-73302017177723>. Acesso em: 10 jan. 2024.

LÜDKE, Menga. O professor, seu saber e sua pesquisa. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 22, n. 74, p. 77-96, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-73302001000100006>. Acesso em: 10 jan. 2024.

MARQUES, Marieli Barboza; VIEIRA, Josimar de Aparecido. Indissociabilidade do ensino, pesquisa e extensão na prática profissional do ensino médio integrado à educação profissional. **ScientiaTec**, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/ScientiaTec/article/view/4131>. Acesso em: 01 maio 2026.

MORAIS, A. F. **Pesquisa como princípio pedagógico no Ensino Médio Integrado: orientações à gestão de ensino do Instituto Federal do Acre, campus Rio Branco**. 2021. Produto educacional / dissertação. Instituto Federal do Acre, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifac.edu.br/jspui/handle/123456789/28>. Acesso em: 01 maio 2026.

MOURA, Dante Henrique. Educação básica e educação profissional e tecnológica: dualidade histórica e perspectivas de integração. **HOLOS**, Natal, v. 23, n. 2, p. 1-16, 2007. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/11/110>. Acesso em: 10 jan. 2024.

RAMOS, Marise. **Concepção do ensino médio integrado**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2008.

RAMOS, Marise. **História e política da educação profissional**. Curitiba: Instituto Federal do Paraná, 2014. Disponível em: <https://curitiba.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2016/05/Hist%C3%B3ria-e-pol%C3%ADtica-da-educac%C3%A7%C3%A3o-profissional.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2024.

SANTOS, Cláudia Barbosa da Guia. **Guia para elaboração de projetos pedagógicos de curso para o ensino médio integrado**. Santa Maria: Instituto Federal Farroupilha, 2019. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/432965>. Acesso em: 10 jan. 2024.

SAVIANI, Dermeval. Trabalho e educação: fundamentos ontológicos e históricos. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 34, p. 152-180, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782007000100012>. Acesso em: 10 jan. 2024.

UNESCO. **Protótipos curriculares de ensino médio e ensino médio integrado**: resumo executivo. Paris: UNESCO, 2011. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000192271>. Acesso em: 25 jan. 2025.

VIEIRA, Josimar Aparecido *et al.* Ensino com pesquisa na educação profissional e tecnológica: noções, perspectivas e desafios. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, Aracaju, v. 12, n. 29, p. 279-298, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.20952/revtee.v12i29.9306>. Acesso em: 25 jan. 2024.

WANG, LiLing; JULSUWAN, Suwat. Enhancing Digital Literacy and Pedagogical Innovation among Vocational Educators in Zhengzhou: a competency-based development framework. **Journal of Education and Learning**, v. 14, n. 6, p. 286-298, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.5539/jel.v14n6p286>. Acesso em: 18 maio 2026.

WORLD BANK. Digital Skills Development: competence frameworks, assessment tools, and pedagogical approaches. **Education Working Paper**, 2025. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=ED679779>. Acesso em: 18 maio 2026.

MODELAGEM NO ENSINO DE BIOLOGIA: O QUE REVELAM OS ANAIS DO ENEBIO?

Jéssica Guerreiro Valuthky¹

João Amadeus Pereira Alves²

Adriano Lopes Romero³

RESUMO

A modelagem se apresenta como uma importante estratégia didático-pedagógica no ensino de Ciências, favorecendo a participação ativa dos alunos e seu protagonismo no processo de aprendizagem. Ao construir modelos, os estudantes criam explicações sobre como e por que determinados sistemas funcionam, fazem descobertas e atribuem sentido à realidade. Dada a sua relevância, esta pesquisa teve como objetivo investigar, nos anais do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENE BIO), a abrangência e a utilização da modelagem no ensino de Biologia para aulas no Ensino Médio. Para isso, realizou-se uma revisão sistemática da literatura, a partir da qual foram identificados e analisados treze trabalhos, distribuídos ao longo de nove edições do evento. Os resultados revelaram que, embora a modelagem seja reconhecida como uma estratégia promissora para o ensino de Biologia, seu desenvolvimento ainda é limitado e, muitas vezes, restrito a usos ilustrativos ou reprodutivos. Poucos estudos exploram a modelagem como prática epistêmica, centrada na construção ativa do conhecimento pelos estudantes. Observou-se também que há fragilidades no aprofundamento teórico e na intencionalidade pedagógica das propostas, o que compromete seu potencial formativo. Diante disso, destaca-se a importância de fortalecer a formação docente inicial e continuada, ampliando a compreensão sobre os fundamentos da modelagem científica e suas possibilidades no ensino.

PALAVRAS-CHAVE: Modelos. Modelagem Científica. Práticas Epistêmicas.

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). E-mail: jessicavaluthky@gmail.com.  <https://orcid.org/0000-0002-9775-2297>.

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). E-mail: joaoalves@utfpr.edu.br.  <https://orcid.org/0000-0002-1850-0260>.

³ Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). E-mail: adrianoromero@utfpr.edu.br.  <https://orcid.org/0000-0001-8369-501X>.

MODELING IN TEACHING BIOLOGY: WHAT DO THE ENEBIO PROCEEDINGS REVEAL?

ABSTRACT

Modeling is an important didactic-pedagogical strategy in science education that favors active student participation and their role as protagonists in the learning process. Through model-building, students develop explanations of how and why systems function, make discoveries, and attribute meaning to reality. Given modeling's relevance, this study examined the scope and use of modeling in biology teaching for high school classes in the proceedings of the National Meeting on Biology Teaching (ENEBIO). A systematic literature review was carried out to this end, identifying and analyzing thirteen works distributed across nine editions of the event. The results revealed that although modeling is recognized as a promising teaching strategy in biology, its implementation remains limited, often being restricted to illustrative or reproductive uses. Few studies explore modeling as an epistemic practice centered on students' active construction of knowledge. Weaknesses in the theoretical depth and pedagogical intent of the proposals were also observed, which compromises their formative potential. Therefore, the importance of strengthening initial and continuing teacher training is highlighted, broadening the understanding of the fundamentals of scientific modeling and its possibilities in teaching.

KEYWORDS: Models. Scientific modeling. Epistemic Practices.

1. INTRODUÇÃO

A modelagem surge no contexto escolar, primeiramente, através das disciplinas de Matemática e Física, apresentando características notáveis dessas áreas de conhecimento, com a construção de modelos que permitem, em essência, descrições matemáticas. No ensino de Biologia, em especial, considerando sua natureza conceitual, há diferenças em relação à forma, aos tipos de modelos e aos processos de modelização, ocorrendo assim, de maneira distinta e fundamentada na elaboração de modelos representacionais (Duso *et al.*, 2013).

Compreender essa especificidade exige uma análise mais aprofundada dos conceitos de modelo, modelagem e modelização, cujos significados podem variar conforme a abordagem em que são empregados e o referencial teórico utilizado. No campo das Ciências e da educação científica, os modelos são geralmente compreendidos como representações que auxiliam na explicação, na previsão e na interpretação de fenômenos, podendo assumir diferentes formas, desde diagramas e maquetes até simulações computacionais. São, portanto, construções teóricas que condensam

ideias e hipóteses sobre o funcionamento de sistemas ou processos, permitindo tornar visíveis aspectos não observáveis diretamente na realidade (Schwarz *et al.*, 2016).

Entretanto, a relevância dos modelos científicos não reside apenas em sua forma, mas em seu uso. São ferramentas epistemológicas que orientam o raciocínio científico e permitem aos estudantes articular dados empíricos, conceitos e teorias. Nesse sentido, a modelagem científica é entendida como um processo investigativo e criativo, de natureza dinâmica e não linear, que envolve a elaboração, utilização, análise e revisão de modelos como parte do processo de construção do conhecimento (Gilbert; Justi, 2016).

Já a modelização, segundo Duso *et al.* (p.32, 2013), “retrata um processo de elaboração de modelos ou se refere à apropriação de modelos já elaborados e aceitados”. Essa perspectiva se contrapõe à universalização, à fragmentação e à transmissão de uma única versão de verdade, práticas comuns em textos, especialmente os imagéticos, presentes nos livros didáticos. Ao adotar a modelização, busca-se ampliar a reflexão, o diálogo e a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem.

Autores como Silva e Cateli (2020) e Maia e Justi (2009) reforçam que os modelos são, simultaneamente, instrumentos e produtos da ciência, capazes de favorecer o desenvolvimento de habilidades investigativas e uma compreensão mais adequada da natureza do conhecimento científico. Ao construir e manipular modelos, os estudantes são convidados a refletir sobre os componentes dos sistemas e as relações entre eles, testando ideias e hipóteses por meio de simulações, representações e experimentações.

No ensino de Biologia, essa abordagem permite a representação de processos muitas vezes abstratos, como a duplicação do DNA, a síntese de proteínas e o transporte de substâncias pelas membranas celulares (Brasil, 2000). A modelagem, nesse contexto, torna-se uma estratégia potente para aproximar os conteúdos à realidade dos estudantes, promovendo aprendizagens mais significativas e a articulação entre teoria e prática (Pietrocola, 1999).

Nessa perspectiva, utilizar a modelagem como prática científica e reconhecer os modelos como instrumentos de investigação e de elaboração conceitual contribui para a externalização de ideias e para o engajamento ativo dos estudantes no fazer científico, superando uma participação restrita à escuta. Mais do que recursos visuais ou ilustrativos, os modelos podem atuar como

mediadores na construção do conhecimento científico escolar, abrindo espaço tanto para análises relacionadas ao ensino, quanto ao desenvolvimento da aprendizagem (Duso *et al.*, 2013).

Desse modo, considerando as potencialidades da modelagem para a educação em Ciências Naturais, torna-se relevante compreender como a modelagem vem sendo abordada na produção acadêmica da área. Este artigo tem como objetivo investigar, nos anais do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBO), a abrangência e as formas de utilização da modelagem no ensino de Biologia voltadas para o Ensino Médio. Para isso, realizou-se uma revisão sistemática da literatura das edições do evento publicadas entre 2005 e 2024, período que se inicia com a primeira edição do evento e se estende até as publicações mais recentes disponíveis no momento da coleta dos dados.

2. MODELAGEM E O ENSINO DE BIOLOGIA

No âmbito da Biologia, salienta-se a necessidade de o aluno aprender a reconhecer, utilizar, interpretar, bem como propor modelos explicativos e representativos para fenômenos, sistemas naturais ou tecnológicos. A esse respeito, nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM se destacava a importância da formação de habilidades e competências inerentes ao processo de modelização, isto é, apontava-se que nas aulas fossem priorizadas “[...] as competências voltadas para o domínio das linguagens científicas e suas representações, para a investigação e compreensão científica e tecnológica e para os aspectos histórico-sociais da produção e utilização dos conhecimentos científicos” (Brasil, 2000, p. 35-36).

O mesmo pensamento se mantém presente na legislação atual, constante na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), como mostra o trecho a seguir:

Na área de Ciências da Natureza, os conhecimentos conceituais são sistematizados em leis, teorias e modelos. A elaboração, a interpretação e a aplicação de modelos explicativos para fenômenos naturais e sistemas tecnológicos são aspectos fundamentais do fazer científico, bem como a identificação de regularidades, invariantes e transformações. Portanto, no Ensino Médio, o desenvolvimento do pensamento científico envolve aprendizagens específicas, com vistas a sua aplicação em contextos diversos (Brasil, 2018, p. 548).

Sob esse olhar, vários autores (Gilbert; Boulter, 1998; Pietrocola, 1999; Ferreira, 2006; Duso *et al.*, 2013; Justi, 2015; Schwarz *et al.*, 2016) enfatizam que o ensino fundamentado na construção de modelos favorece tanto a compreensão de ideias científicas quanto um entendimento mais amplo sobre a própria ciência, levando em conta que uma das mais importantes atividades dos cientistas é elaborar, testar e validar modelos explicativos.

Desde a infância, os indivíduos elaboram regras básicas sobre objetos físicos, por exemplo, ao deixá-los cair repetidamente ou ao organizar uma brincadeira imaginária. Ao longo do tempo, outros interesses emergem e novas explicações são testadas e formuladas para a compreensão da realidade. Trata-se de um impulso inato para desvendar e dar sentido ao mundo, o que constitui a base do empreendimento científico (Schwarz *et al.*, 2016).

Segundo Ferreira (2006), a construção de modelos ajuda os alunos visualizar conceitos abstratos por meio da criação de estruturas que os levam a explorar, testar e desenvolver saberes mais amplos. No entanto, a autora ressalta que, para que isso ocorra, é necessário que o professor forneça informações contextualizadas e explore as concepções prévias dos estudantes. Também é fundamental que os alunos compreendam alguns aspectos essenciais sobre os modelos, entre eles: que podem ser concretos ou abstratos, e não meramente artefatos simples; que representam determinados domínios, sem constituir cópias fiéis da realidade; que podem ser utilizados para explicar e prever o comportamento de fenômenos; e que são aplicáveis a diferentes contextos e passíveis de modificação sempre que necessário. Com isso, os estudantes passam a reconhecer que todo modelo possui limitações e que, ainda que sejam feitas correções para aprimorar sua representação, ele continuará sendo uma versão parcial da realidade, uma vez que é inviável reproduzir todas as condições, variáveis e contextos que caracterizam um fenômeno.

Outro aspecto relevante sobre o processo de modelagem é a ausência de regras rígidas a serem seguidas, o que a caracteriza como uma prática complexa, dinâmica e criativa, promotora de diferentes habilidades. No entanto, para isso, é importante que não seja apenas solicitado aos estudantes que elaborem e discutam modelos explicativos. O ideal é que eles participem de todas as etapas de modelagem, que incluem a elaboração, expressão, teste e avaliação dos modelos. O envolvimento de toda a turma nas atividades, permeado por interações entre os pares e com o docente, permite trocas de ideias e experiências essenciais à construção do conhecimento (Justi, 2015).

Quanto às definições dadas aos diferentes tipos de modelos que podem ser construídos, Paz *et al.* (2006) sugerem três categorias: o modelo representacional, que consiste em representações físicas tridimensionais da realidade (por exemplo: maquetes); o modelo teórico, entendido como um conjunto de características ou pressupostos acerca de um objeto ou sistema (por exemplo: sistema

solar, ciclo da chuva, ciclo do carbono etc.), o que pode ser expresso matematicamente; e o modelo imaginário, visto como um conjunto de suposições que descreve como seria um objeto ou sistema (por exemplo: DNA, ligações químicas etc.).

Embora apresentem características distintas, os diferentes tipos de modelos construídos no contexto escolar para o ensino de Biologia podem favorecer uma aprendizagem mais aprofundada das Ciências Naturais, contribuindo para ampliar a compreensão dos estudantes sobre o mundo que os cerca (Pietrocola, 1999). Esses modelos revelam como o aluno compreende e representa determinado fenômeno, expressam a estruturação de seu raciocínio e permitem ao professor atuar na mediação e validação desse processo de construção do conhecimento.

3. METODOLOGIA

O presente estudo fundamenta-se na revisão sistemática da literatura, que busca identificar, reunir e avaliar criticamente pesquisas sobre uma temática específica por meio de estratégias sistematizadas de investigação (Davies, 2007). Para tanto, foram seguidas as etapas de busca recomendadas por Creswell (2010), incluindo a definição do tema, seleção de palavras-chave, levantamento e triagem dos trabalhos, estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão, análise dos textos e interpretação dos resultados.

De natureza qualitativa, a investigação concentrou-se nos usos da modelagem no ensino de Biologia para turmas do Ensino Médio. O corpus foi constituído por trabalhos publicados nos anais do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO), evento promovido pela Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio), no período de 2005 a 2024. A escolha dos anais do ENEBIO como fonte documental decorre de sua relevância no campo do Ensino de Biologia no Brasil, constituindo um espaço de circulação e socialização de experiências pedagógicas, pesquisas em andamento e práticas desenvolvidas por professores e pesquisadores. Nesse sentido, a análise desses materiais permite compreender como determinadas temáticas, como a modelagem, vêm sendo mobilizadas no interior da comunidade acadêmica, especialmente no âmbito da formação docente e das práticas escolares.

A opção por não incluir artigos publicados em periódicos revisados por pares, dissertações, teses ou outras fontes acadêmicas, relaciona-se diretamente à pergunta de pesquisa e ao objetivo do estudo, que busca identificar como a modelagem aparece nas práticas e experiências relatadas

no contexto do evento. Assim, os trabalhos analisados são compreendidos como indícios de tendências e movimentos do campo, e não como evidências consolidadas da produção científica, o que implica reconhecer o estatuto epistemológico específico dessas bases documentais.

O recorte temporal adotado (2005–2024) corresponde ao período que se inicia com a primeira edição do ENEBIO, realizada em 2005, marco institucional importante para a estruturação do campo de pesquisa em Ensino de Biologia no país. O evento possui caráter bienal e, ao longo desse intervalo, contabiliza nove edições, sendo considerada nesta investigação a produção publicada até a edição mais recente disponível no momento da coleta dos dados. Essa delimitação permite acompanhar quase duas décadas de produção apresentada no evento, possibilitando observar continuidades, mudanças e recorrências no modo como a modelagem vem sendo abordada no ensino de Biologia.

Foram incluídos no corpus trabalhos que abordassem a construção ou utilização de modelos científicos no ensino de Biologia no Ensino Médio e que apresentassem informações suficientes para análise. Foram excluídas produções voltadas a outros níveis de ensino, estudos de caráter exclusivamente teórico sem descrição de aplicação didática e trabalhos em estágio inicial de desenvolvimento. A busca foi realizada na plataforma digital de anais do ENEBIO, utilizando os descritores “modelagem” e “modelização”.

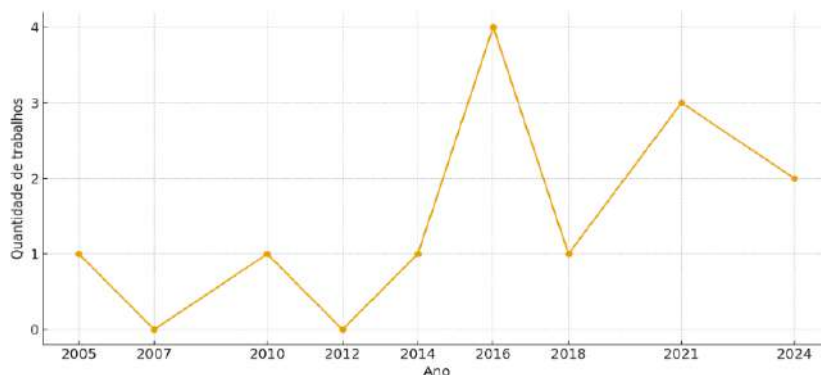
Após a identificação dos textos, procedeu-se à leitura integral dos trabalhos selecionados, com atenção à forma de utilização da modelagem, aos objetivos pedagógicos descritos e aos tipos de modelos empregados nas atividades propostas. Para a organização dos dados, os conteúdos escolares e os tipos de modelos identificados foram, *a priori*, categorizados conforme a proposta de Paz *et al.* (2006). Todavia, o processo analítico também contemplou a emergência de novas categorias, identificadas a partir da leitura exploratória dos textos. Essas categorias emergentes foram incorporadas à sistematização dos resultados, apresentados a seguir.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo as etapas apresentadas anteriormente, foram identificados, nas nove edições do evento ENEBIO, vinte e nove trabalhos sobre modelagem no ensino de Biologia. Desse total de

trabalhos, treze estavam de acordo com os critérios estabelecidos, isto é, focados em processos de modelagem para as aulas de Biologia no Ensino Médio. A quantidade de trabalhos selecionados e analisados encontra-se distribuída por ano de publicação dos eventos no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Distribuição dos trabalhos sobre modelagem no ensino de Biologia de acordo com os anos das edições do ENEBIO



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A partir dos resultados apresentados no Gráfico 1, observa-se que a edição de 2016 apresentou a maior concentração de trabalhos sobre o tema em relação às demais edições. Ainda assim, o número total de produções identificadas nas nove edições do ENEBIO é significativamente reduzido, sobretudo considerando que cada evento reúne mais de 500 trabalhos. Esse resultado evidencia a baixa incidência de investigações sobre modelagem, temática frequentemente tratada como trivial, mas que demanda maior aprofundamento pela comunidade acadêmica. Diante de sua relevância para a compreensão dos processos de construção do conhecimento científico, tal cenário aponta para fragilidades no campo da educação científica no Brasil.

Nesse contexto, torna-se imprescindível que o ensino de Ciências incorpore com mais fidelidade os processos pelos quais o conhecimento científico é produzido, validado e compreendido em suas dimensões histórica, filosófica e social. Que reflita o papel central da criatividade como elemento determinante para a constituição da ciência enquanto uma das mais notáveis produções culturais da modernidade; que ofereça uma estrutura conceitual clara e acessível, capaz de explicar de forma satisfatória os fenômenos observados e experienciados no mundo; e que contribua para fundamentar soluções tecnológicas capazes de enfrentar questões fundamentais da condição

humana, favorecendo a consolidação de estruturas socioeconômicas estáveis, do bem-estar coletivo e da saúde populacional (Gilbert, 2004).

Dado o papel central desempenhado pelos modelos e pela modelagem na atividade científica, ressalta-se a relevância de uma abordagem de ensino fundamentada nesses elementos, tanto para a promoção da compreensão de conceitos científicos quanto para o desenvolvimento de uma visão mais abrangente sobre a natureza da própria ciência. Desse modo, a seguir, no Quadro 2, são listados os trabalhos selecionados sobre a modelagem no ensino de Biologia para o Ensino Médio acompanhados dos respectivos objetivos de cada trabalho.

Quadro 2 – Trabalhos sobre modelagem no ensino de Biologia apresentados em diferentes edições do ENEBIO

Trabalho	Edição do ENEBIO/Ano	Autor(es)	Título	Foco/objetivo
1	I 2005	Leandro Duso, Ana Cláudia Rangel Faria, José Arthur Martins, Marcelo Giovanela, Renata Ramos Goulart, Sílvia Carla Menti e Sibebe de Andrade Tesch.	Estudo da anatomia humana: um projeto interdisciplinar no Ensino Médio.	Estabelecer relações entre os conteúdos das áreas das Ciências da Natureza e suas Tecnologias e da disciplina de Educação Física, num projeto interdisciplinar com a construção de modelos.
2	III 2010	Cleonice Miguez Dias da Silva Braga, Louise Brandes Moura Ferreira e Maria Luiza de Araújo Gastal.	O uso de modelos em uma sequência didática para o ensino dos processos da divisão celular.	Detalhar o uso de modelos elaborados e atividades realizadas para o ensino da divisão celular numa sequência didática para uma turma de 1ª série do Ensino Médio.
3	V 2014	Jéssica Pauletti, Andréia Belusso, Gleisy Coser de Brito, Jacqueline Graff Reis e Caroline Heinig Voltolini.	Modelo didático tridimensional de epiderme foliar como estratégia para inclusão de alunos com deficiência visual no ensino de botânica.	Apresenta um modelo didático tridimensional de uma epiderme foliar desenvolvido por alunos de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas, a fim de contribuir para o aprendizado dos alunos, em especial, alunos com deficiência visual.
4	VI 2016	Juliana Sobral de Barros e Vera Lúcia Bahl de Oliveira.	Modelização: um caminho facilitador no ensino de genética.	Busca-se compreender se o uso de modelos interfere na aprendizagem dos alunos a partir da apresentação de três modelos didáticos (divisão celular, núcleo e constituição dos cromossomos)

				para turmas do terceiro ano do Ensino Médio.
5	VI 2016	Hudson Rodrigo da Cruz Monteiro, Davi Rios Valdez, Ana Constância e Zara Faria Sobrinha Guimarães.	Uma experiência de modelagem de conteúdos biológicos no Ensino Médio.	Projeto de modelagem tridimensional, que teve como objetivo revisar conteúdos de Biologia no Ensino Médio com a construção de modelos.
6	VI 2016	Arianne Francielle Silva Brão.	Colorindo a Genética quantitativa.	Atividades lúdicas com o uso de modelos didáticos para o ensino de genética quantitativa no Ensino Médio e Ensino Superior.
7	VI 2016	Eloisa Cristina Gerolin e Sílvia Luzia Frateschi Trivelato.	Ensino por investigação e modelagem como prática epistêmica: diálogos para o ensino de Ciências e Biologia.	Caracterizar como os alunos constroem modelos para representar a dinâmica de crescimento de uma população biológica - <i>Lemna sp.</i> , estudada no decorrer de uma atividade investigativa.
8	VII 2018	Ana Lis Rangel e Roni Ivan Rocha de Oliveira.	Flores de pano como modelo didático para o ensino inclusivo de botânica.	Proposta de ensino que visa auxiliar no ensino de botânica para alunos com dislexia, tdah e/ou deficiência visual, através de um modelo didático de uma flor.
9	VIII 2021	Tiago Maretti Gonçalves.	Construindo modelos didáticos tridimensionais de baixo custo para o Ensino de divisão celular (mitose e meiose) na disciplina de Biologia para o ensino.	Propõe a construção e a utilização de materiais didáticos simples e de baixo custo para a abordagem dos temas de mitose e meiose no ensino médio.
10	VIII 2021	Ana Paula Jarenczuk e Mara Luciane Kovalski.	Oficina pedagógica como metodologia para o Ensino de Biologia Celular.	Apresentar os resultados de uma oficina pedagógica realizada no ensino médio durante o Estágio Curricular Supervisionado de Biologia. Buscou associar as aulas teóricas ministradas durante o estágio com a construção dos modelos didáticos.
11	VIII 2021	Gabriel Iketani Coelho, Ellen Fernanda Coelho Nogueira, Jair Christian Aquino da Silva, Pedro Teodósio dos Santos Pinheiro	Lac 3D: um recurso didático tridimensional para o ensino do óperon da lactose.	Apresentar um recurso didático em 3D sobre o óperon da lactose (lac). O modelo é formado por diversas partes que representam as diferentes regiões do DNA, o RNA mensageiro e as proteínas envolvidas no processo.

		da Paixão e Rômulo Andrey Arruda da Silva.		
12	IX 2024	Kaline da Silveira Amorim e Marília Ribeiro Sales Cadena.	Diferenciação da célula B em plasmócito secretor de anticorpos: uma proposta de modelo didático.	Desenvolver modelo didático que representa o processo de diferenciação celular de células B em Plasmócitos secretores de anticorpos específicos por meio da modelagem 3D no Software Blender.
13	IX 2024	Francisco Hélio Coelho de Lima e Mário César Amorim de Oliveira.	Construção de modelos de células eucarióticas e procarióticas e a busca da autonomia discente em aulas práticas de Biologia no Ensino Médio.	Refletir sobre o impacto do uso de metodologias ativas no fomento à autonomia discente no Ensino Médio a partir de uma sequência didática composta de aulas teóricas e práticas.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Dessa forma, após a análise, os trabalhos foram classificados com base em categorias definidas *a priori* (i) e *a posteriori* (ii, iii e iv), considerando os eixos temáticos que emergiram, a saber:

- (i) *Temáticas escolares e tipos de modelos*: esta categoria reúne os principais conteúdos tratados nos trabalhos e as diferentes formas de utilização de modelos adotados para representá-los.
- (ii) *Modelagem ilustrativa ou instrucional*: contempla trabalhos nos quais os modelos são utilizados predominantemente como ferramentas ilustrativas ou expositivas, sem promover a modelagem como um processo cognitivo ativo por parte dos estudantes. Nesses casos, os modelos cumprem uma função informativa, mas não são explorados como mediadores da construção do conhecimento científico. Compõem esta categoria os trabalhos 3, 4, 8, 11 e 12 (Quadro 1).
- (iii) *Modelagem como prática científica escolar*: abrange as produções que exploram a modelagem como um processo ativo de construção do conhecimento, promovendo a participação dos estudantes. Pertencem a este grupo os trabalhos 1, 2 e 7 (Quadro 1).

- (iv) *Modelagem com limitações epistemológicas ou pedagógicas*: inclui os estudos que, embora façam uso da modelagem como recurso didático, apresentam fragilidades no aprofundamento conceitual ou na intencionalidade pedagógica. Enquadram-se aqui os trabalhos 5, 6, 9, 10 e 13.

Na sequência, cada categoria é apresentada, procedendo-se à discussão detalhada dos respectivos resultados.

4.1 TEMÁTICAS ESCOLARES E TIPOS DE MODELOS

Conforme a análise dos trabalhos, constatou-se que o uso de modelos esteve presente de forma expressiva em abordagens de conteúdos que envolviam conceitos abstratos ou fenômenos de difícil visualização na área das Ciências da Natureza. Entre os temas abordados, destacaram-se anatomia e fisiologia humana (trabalho 1), divisão celular (trabalhos 2 e 9), botânica (trabalhos 3, 7 e 8), genética (trabalhos 4, 6 e 11), biomas (trabalho 5) e células animais e vegetais (trabalho 10). Esses conteúdos, em razão de sua complexidade estrutural ou microscópica, frequentemente exigem estratégias didáticas que possibilitem aos estudantes construir representações mentais mais concretas.

Os tipos de modelos identificados em cada um dos trabalhos são caracterizados no Quadro 3, conforme a tipologia proposta por Paz *et al.* (2006).

Quadro 3 – Tipos de modelos e suas características identificados nos trabalhos sobre modelização no ensino de Biologia apresentados em diferentes edições do ENEBIO

Trabalhos	Tipo de Modelo	Características propostas por Paz <i>et al.</i> (2006)
1; 2; 3; 4; 5; 6; 8; 9; 10; 11; 12 e 13.	Modelo Didático Tridimensional	Modelo representacional - consiste em uma representação tridimensional de determinado objeto, fenômeno ou conceito.
7	Modelo matemático	Modelo teórico - conjunto de pressupostos que busca explicitar um objeto ou um sistema, podendo ser expresso por meio de equações matemáticas.
7	Representação Gráfica	Modelo teórico - pautado em descrições matemáticas.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Entre os tipos de modelos identificados, verificou-se que doze trabalhos utilizaram modelos representacionais, predominantemente tridimensionais, enquanto apenas um estudo fez uso de modelos matemáticos e representações gráficas fundamentadas em descrições quantitativas. Essa

predominância do uso de modelos representacionais no ensino de Biologia evidencia uma tendência metodológica voltada a tornar conteúdos abstratos mais acessíveis por meio da visualização e manipulação de estruturas que representam sistemas biológicos complexos.

Essa abordagem pedagógica, centrada na construção e utilização de modelos representacionais, tem se mostrado particularmente efetiva para promover a aprendizagem. Conforme Duso *et al.* (2013), esses modelos desempenham, no ensino de Biologia e Química, um papel comparável ao dos modelos teóricos no ensino de Física e Matemática, permitindo que os estudantes articulem ideias, identifiquem relações entre estruturas e processos, e desenvolvam explicações mais coerentes sobre os fenômenos naturais.

Ainda que apenas um dos textos analisados (trabalho 7) tenha explorado o uso de modelos teóricos, essa escolha não diminui sua relevância no campo das Ciências Biológicas. Pelo contrário, evidencia a diversidade de abordagens possíveis na utilização de modelos, que podem ser representacionais, teóricos, matemáticos ou computacionais, dependendo dos objetivos pedagógicos e do tipo de fenômeno investigado.

Como destacam Schwarz *et al.* (2016), os modelos devem ser compreendidos não apenas por sua forma, mas principalmente pela função que desempenham no processo de ensino e aprendizagem. Ou seja, mais do que representar estruturas, os modelos devem possibilitar que os estudantes compreendam como e por que determinados fenômenos ocorrem, contribuindo assim para o desenvolvimento do pensamento científico e para a construção de explicações fundamentadas em evidências.

Nas categorias de análise subsequentes, aprofundou-se a discussão sobre a forma como cada estudo abordou o processo de construção e utilização dos modelos no ensino de Biologia, possibilitando uma compreensão mais detalhada das práticas pedagógicas investigadas.

4.2 MODELAGEM ILUSTRATIVA OU INSTRUCIONAL

No trabalho 4, Barros e Oliveira (2016), ao considerarem as dificuldades dos alunos na compreensão de processos celulares abstratos relacionados ao conteúdo de Genética, elaboraram e utilizaram três modelos didáticos (núcleo, DNA e divisão celular) com turmas do terceiro ano do Ensino Médio. Para avaliar o impacto desses recursos na aprendizagem, foi realizada uma

comparação entre duas abordagens: uma aula tradicional, baseada em lousa e giz, e outra que incorporou os modelos confeccionados pelos docentes, juntamente com recursos de mídia, como projetor multimídia. A análise planejada, por meio da aplicação de questionários diagnósticos antes e após as aulas, não foi plenamente realizada devido à elevada evasão dos estudantes. Ainda assim, os autores destacaram que, a partir das observações em sala de aula, os modelos favoreceram a visualização de estruturas e processos celulares e contribuíram para o engajamento dos estudantes.

À luz da concepção teórica apresentada por Schwarz *et al.* (2016), é possível afirmar que tal prática não constitui, de fato, um processo de modelagem científica. Para os autores, modelos científicos não são apenas representações visuais ou descritivas de elementos do mundo real, mas instrumentos cognitivos utilizados com o propósito de compreender, explicar e prever fenômenos naturais. A modelagem, nesse sentido, exige o envolvimento ativo dos estudantes na construção, teste, avaliação e revisão de modelos, vinculados a um fenômeno específico e articulados a uma intencionalidade clara de produção de conhecimento.

Os quatro trabalhos seguintes também apresentaram propostas didáticas orientadas pela mesma abordagem baseada no uso de modelos previamente elaborados pelos docentes; entretanto, distinguiram-se por seu enfoque na inclusão. Os manuscritos 3 e 8 concentraram-se na utilização de modelos didáticos inclusivos no ensino de Botânica, destacando a preocupação com a acessibilidade e a diversidade de perfis presentes em sala de aula. Ambos os trabalhos tiveram como eixo central a elaboração de materiais tridimensionais e táteis, confeccionados com recursos de baixo custo, com o objetivo de favorecer a aprendizagem de conteúdos biológicos por meio da mediação sensorial e da adaptação pedagógica.

No estudo 3, Pauletti *et al.* (2014) relataram a construção de um modelo tridimensional da epiderme foliar, desenvolvido por estudantes de licenciatura com o objetivo de ampliar o acesso ao conhecimento para alunos com deficiência visual. No trabalho 8, Rangel e Oliveira (2018) propuseram a utilização da “flor-modelo”, um recurso ampliado e tátil que, além de atender às necessidades de estudantes com deficiência visual, também considera as demandas de alunos com dislexia e Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH), ao explorar cores e texturas como instrumentos facilitadores da aprendizagem.

Embora ambos os modelos tenham sido elaborados previamente pelos docentes ou pelos licenciandos e não configurem práticas de modelagem no sentido investigativo e participativo, as propostas demonstraram compromisso com a construção de ambientes de aprendizagem mais equitativos. As iniciativas enfatizaram a importância de adaptar os recursos didáticos às demandas de diferentes perfis de estudantes, incorporando princípios da educação inclusiva ao ensino de Biologia.

De modo semelhante, o trabalho 11, de Iketani *et al.* (2021), apresentou um modelo tridimensional impresso em 3D com o objetivo de apoiar o ensino de Genética, especificamente os mecanismos de funcionamento do óperon da lactose (lac). O modelo foi composto por diversas peças que representavam as regiões do DNA, o RNA mensageiro e as proteínas envolvidas no processo, permitindo também a simulação de mutações genéticas. Sua principal contribuição esteve na promoção da acessibilidade, especialmente para estudantes com deficiência visual, que puderam manipular o modelo, perceber suas dimensões e realizar a leitura das regiões do DNA por meio da identificação em braile. Além disso, por ser um material de baixo custo e alta durabilidade, apresentou-se como alternativa viável para o uso contínuo em contextos escolares. Os autores sugeriram diferentes formas de utilização do recurso, tais como: ferramenta de explicação docente, jogo didático para memorização das estruturas ou como parte de uma atividade em sala de aula invertida, precedida por leituras ou vídeos sobre o conteúdo. Ressaltaram, ainda, a importância de esclarecer aos estudantes que o modelo constituía uma representação esquemática do processo biológico, evitando interpretações equivocadas entre os elementos simbólicos e a realidade científica.

Nessa mesma perspectiva, o trabalho 12, de Amorim e Cadena (2024), teve como objetivo desenvolver um modelo didático tridimensional impresso em 3D para apoiar o ensino e a compreensão do processo de diferenciação das células B em plasmócitos secretores de anticorpos específicos, um tema complexo da imunologia. O modelo foi criado no software Blender® (v. 2.8), utilizando técnicas de modelagem 3D (modificação de vértices, faces, extrusão, rotação etc.) e posteriormente preparado para impressão. O protótipo final constituiu-se como um recurso tátil e interativo, composto por peças de encaixe que representavam cada fase da diferenciação celular, permitindo a visualização e manipulação das etapas do processo. Incluiu representações de linfócitos

B, linfócitos T (TH), antígenos e anticorpos, evidenciando como ocorre a ativação e secreção de imunoglobulinas.

Em ambos os casos, observou-se que os modelos foram utilizados como instrumentos para visualização, manuseio e memorização dos conceitos, construídos previamente pelos docentes, sem a participação ativa dos estudantes na elaboração ou na problematização dos modelos. Embora tenham se constituído como recursos pedagógicos relevantes, voltados para a inclusão e/ou o acesso ao conhecimento científico, essas propostas não configuraram práticas de modelagem no sentido estrito, conforme definido na literatura (Justi, 2015), uma vez que não envolveram o engajamento dos alunos em processos investigativos de construção, análise e validação de modelos científicos.

4.3 MODELAGEM COMO PRÁTICA CIENTÍFICA ESCOLAR

No trabalho 1, Duso *et al.* (2005) relataram o desenvolvimento do projeto "Descobrimo o Corpo Humano", realizado com estudantes do 2º ano do Ensino Médio ao longo de um ano letivo. A proposta foi estruturada em três etapas: sensibilização por meio de palestras e visitas; construção coletiva de modelos tridimensionais do corpo humano com base em pesquisa; e socialização crítica dos trabalhos com alunos de outras escolas. Os resultados indicaram que a atividade possibilitou uma aprendizagem integrada de conhecimentos de diferentes áreas, como Química, Física, Matemática e Biologia, promovendo uma compreensão sistemática do corpo humano. A construção dos modelos tridimensionais favoreceu o desenvolvimento de conceitos relacionados ao volume, proporção, localização espacial, interações e estrutura funcional dos órgãos e sistemas corporais. A participação ativa dos alunos na elaboração e validação dos modelos caracteriza a prática como uma experiência de modelagem científica, favorecendo a construção autônoma e contextualizada do conhecimento.

Diferentemente das abordagens centradas no uso de modelos prontos e na memorização de estruturas, o trabalho de Duso *et al.* (2005) evidenciou a amplitude e o potencial das práticas de modelagem científica, ao articular de forma integrada diferentes áreas do conhecimento e promover o envolvimento ativo dos estudantes em todas as etapas do processo. Tratou-se de uma proposta interdisciplinar que contemplou as duas dimensões fundamentais da modelagem: pensar sobre modelos e pensar com modelos. A primeira diz respeito ao processo intelectual de decidir quais

elementos e relações devem compor o modelo, exigindo que os alunos analisem criticamente o sistema em estudo e realizem escolhas conscientes sobre o que representar e de que forma fazê-lo. Já a segunda envolve o uso do modelo como ferramenta para explicar e prever fenômenos naturais ou biológicos, favorecendo o desenvolvimento do raciocínio baseado em modelos, um objetivo central da educação científica (Schwarz *et al.*, 2016).

Na mesma linha de pensamento, no trabalho 7, Gerolin e Trivelato (2016) discutiram, sob uma perspectiva teórica, as relações entre o ensino de Ciências por investigação e a modelagem, destacando-a como prática epistêmica fundamental. A partir dessa perspectiva, as autoras analisaram uma sequência didática sobre o crescimento populacional de *Lemna sp.*, cujo objetivo foi engajar os alunos em uma investigação científica. Após 15 dias de observação, os estudantes elaboraram relatórios e modelos representacionais, como gráficos ou modelos matemáticos, acerca do fenômeno estudado. Os resultados indicaram o desenvolvimento de práticas epistêmicas, como o uso de conhecimentos prévios e a formulação de critérios investigativos. As autoras concluíram que a articulação entre investigação e modelagem favoreceu a compreensão da natureza da ciência, tornando os estudantes protagonistas de seu processo de aprendizagem.

Ao integrarem a modelagem de modo interdisciplinar ou associada a práticas de investigação, Duso *et al.* (2005) e Gerolin e Trivelato (2016) demonstraram a possibilidade de criar situações de aprendizagem significativas, nas quais os estudantes não apenas assimilaram conceitos, mas também experimentaram modos de pensar e agir próprios da ciência, desenvolvendo competências analíticas, criativas e reflexivas. O valor atribuído às concepções prévias dos discentes na prática corresponde ao apontado por Ferreira (2006): os modelos não são apenas ferramentas para representar conhecimentos científicos consolidados, mas também instrumentos para a reconstrução ativa desses conhecimentos pelos alunos. Em um processo dinâmico, os aprendizes mobilizam suas ideias iniciais, frequentemente incompletas ou alternativas, para interpretar fenômenos, testar hipóteses e construir explicações mais coerentes, a partir da mediação docente e do confronto com dados empíricos ou teóricos.

No trabalho 2, Braga, Ferreira e Gastal (2010) apresentaram os resultados da aplicação de uma sequência didática fundamentada no uso de modelos para o ensino da divisão celular. O objetivo do trabalho foi detalhar o modelo elaborado e as atividades realizadas nas aulas que

compunham a sequência. Para o processo de modelização de cromossomos, foram utilizados canudos de refrigerante; as atividades foram realizadas em quatro aulas com uma turma do 1º ano do Ensino Médio. Na 1ª aula, os canudos foram empregados na modelagem dos diferentes tipos de cromossomos. Na 2ª aula, realizou-se a modelagem de cromossomos simples e duplicados, o que possibilitou a discussão sobre a duplicação da molécula de DNA, sua relação com a divisão celular e as consequentes alterações na estrutura cromossômica. Na 3ª aula, os alunos representaram e registraram, por meio de desenhos, todas as fases da mitose, simulando as diferentes posições e movimentos dos cromossomos. Na 4ª e última aula, voltada ao ensino de meiose, a modelagem permitiu que os alunos formulassem e testassem hipóteses acerca de como, nesse tipo de divisão, uma célula diploide pode originar células filhas com apenas um genoma.

A análise dos dados obtidos permitiu inferir que o uso de modelos promoveu um maior envolvimento dos alunos com o conteúdo, facilitou o diálogo e a troca de significados entre professor e aluno, contribuiu para uma melhor compreensão de conceitos e processos abstratos e propiciou situações que incentivaram a formulação e teste de hipóteses, entre outros. Por fim, as autoras destacaram a importância de esclarecer aos estudantes os limites da analogia sugerida pelo modelo de cromossomo construído com os canudos, considerando que eles podem interpretá-lo como uma representação fiel da realidade. Essa preocupação apresenta fundamentação teórica e encontra respaldo em Ferreira (2006), que destaca a necessidade de os alunos compreenderem claramente os limites, papéis e funções dos modelos.

A dimensão crítica dos trabalhos com modelos reforçou seu valor como prática científica escolar, ao aproximar os estudantes dos modos de pensar e agir da ciência. Dessa forma, a modelagem emergiu como uma estratégia pedagógica eficaz, capaz de possibilitar aprendizagens contextualizadas e coerentes com os processos de construção do conhecimento científico.

4.4 MODELAGEM COM LIMITAÇÕES EPISTEMOLÓGICAS OU PEDAGÓGICAS

No trabalho 9, Gonçalves (2021) propôs a construção e utilização de modelos didáticos tridimensionais de baixo custo para o ensino de divisão celular aos alunos do Ensino Médio. Para tanto, foram utilizados materiais como placas de isopor circulares com cerca de 15 cm de diâmetro; tinta nas cores cinza e salmão; massa de biscoito ou de modelar; novelos de lã e cola de isopor. Sugeriu-se que, primeiramente, o docente apresentasse os modelos didáticos na abordagem das

divisões da meiose e mitose, discutindo suas diferenças, para que os alunos, em seguida, construíssem em grupos seus próprios modelos a partir dos conhecimentos previamente assimilados. Após a finalização dos modelos, cada grupo apresentaria seu modelo didático, simulando os mecanismos das fases da mitose ou da meiose. O objetivo da proposta era facilitar o processo de ensino e aprendizagem, adotando uma abordagem mais lúdica e motivadora. Dessa forma, esperava-se que os estudantes compreendessem o tema abordado de maneira mais eficaz, considerando o estímulo visual e a interação proporcionada pelo trabalho em grupo.

Apesar de a proposta apresentada por Gonçalves (2021) ter demonstrado potencial para tornar o ensino mais dinâmico e acessível, sua abordagem de modelagem revelou limitações do ponto de vista pedagógico e epistemológico. A atividade descrita tendeu a se restringir a um uso predominantemente ilustrativo e reprodutivo dos modelos, priorizando a construção manual e a estética em detrimento do desenvolvimento de explicações científicas ou da problematização conceitual. A ausência de discussões sobre as limitações, funções e natureza dos modelos impediu que os estudantes apreendessem seu caráter teórico e provisório, conforme defendem autores como Ferreira (2006) e Schwarz *et al.* (2016). Além disso, a proposta não mobilizou as concepções prévias dos alunos, nem estimulou a elaboração de hipóteses ou o raciocínio investigativo, aspectos considerados fundamentais para a construção significativa do conhecimento. Embora a ludicidade e o trabalho em grupo possam favorecer o engajamento, essas estratégias deveriam estar articuladas a objetivos pedagógicos claros e à intencionalidade de promover a modelagem como prática científica autêntica, e não apenas como uma representação visual simplificada dos fenômenos biológicos.

No trabalho 5, Monteiro *et al.* (2016) relataram uma experiência referente a ações desenvolvidas pelo PIBID-Bio, em um projeto de modelagem tridimensional, que teve como objetivo a revisão de conteúdo do 3º ano do Ensino Médio, por meio da construção de modelos que relacionassem organismos aos biomas brasileiros. Embora a atividade tenha sido avaliada como prazerosa pelos estudantes, emergiram alguns desafios, como a dificuldade inicial em compreender o que constituía um modelo, a ausência de conhecimentos prévios relacionados ao tema e a percepção de que o tempo disponível não foi plenamente aproveitado. Esses aspectos evidenciaram a carência de um trabalho conceitual mais aprofundado sobre a natureza dos modelos científicos.

Apesar do potencial da proposta, observou-se a necessidade de uma mediação mais consistente que promovesse o aprofundamento conceitual necessário para consolidar a modelagem como ferramenta de aprendizagem. Nesse sentido, destaca-se a importância de não apenas propor a modelagem, mas também de planejar ações que favoreçam a compreensão dos fundamentos teóricos e das funções dos modelos, permitindo que os alunos avancem além da atividade prática e desenvolvam uma compreensão mais crítica e integrada dos conteúdos trabalhados.

A análise dos textos 6, 10 e 13 revelou pontos de convergência significativos no uso de modelos didáticos como recursos pedagógicos, mas também apontou limitações comuns no que diz respeito à abordagem da modelagem científica em sua integralidade. O manuscrito de número 6, de Brão (2016), apresentou uma proposta de ensino de genética quantitativa a partir da construção de atividades lúdicas utilizando modelos didáticos. A autora desenvolveu três oficinas sobre cor da pele, dos olhos e do cabelo, aplicadas a turmas da 3ª série do Ensino Médio e a estudantes de graduação em Ciências Biológicas. Nessas oficinas, materiais simples como massinha de modelar, papel cartão, palitos e isopor foram utilizados com o objetivo de visualizar os resultados de cruzamentos genéticos e facilitar a compreensão do conteúdo. Apesar da avaliação positiva por parte dos estudantes e da ênfase na acessibilidade e no baixo custo dos materiais, observou-se que a proposta não se articulou a uma concepção mais ampla de modelagem científica, tal como discutida até aqui (Ferreira, 2003; Justi, 2015; Schwarz *et al.*, 2016). A autora não promoveu reflexões sobre os limites, a natureza ou a função dos modelos utilizados, tampouco explorou os processos de construção, análise e validação desses modelos, o que restringe seu potencial formativo. A atividade foi tratada majoritariamente como um recurso lúdico e ilustrativo, voltado à visualização de conceitos, mantendo-se desvinculada da dimensão epistemológica da modelagem, que envolve o raciocínio sobre e com os modelos, bem como a construção ativa do conhecimento científico.

O mesmo ocorreu no trabalho 10, em que Jarenczuk e Kovalski (2021) descreveram um relato de experiência sobre uma oficina pedagógica realizada durante um estágio supervisionado de Biologia I, em um Colégio Estadual do município de Quedas do Iguaçu-PR. Com 25 alunos do 1º ano do Ensino Médio, a oficina teve como foco a confecção de células animais e vegetais comestíveis. Inicialmente, foram trabalhados os conteúdos relacionados à Biologia Celular de maneira teórica; em seguida, com o objetivo de articular teoria e prática e possibilitar uma maior compreensão dos

conteúdos, propôs-se a construção dos modelos. Por meio da modelagem de organelas em pasta americana, os estudantes participaram de uma atividade prática que culminou na aplicação de um questionário para registrar suas percepções sobre a experiência. Os resultados indicaram que a oficina pedagógica contribuiu para a compreensão dos conteúdos de Biologia Celular e favoreceu a interação entre os alunos e a estagiária.

No texto 13, apesar de os autores Lima e Oliveira (2024) terem discutido a elaboração de modelos didáticos e sua relação com os modelos científicos, a atividade desenvolvida com estudantes do 2º ano do Ensino Médio também apresentou limitações. A proposta consistiu na aplicação de uma sequência didática sobre Biologia Celular que integrou aulas teóricas e práticas envolvendo a construção de modelos didáticos de células eucarióticas e procarióticas. A iniciativa teve como objetivo retomar e mobilizar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca das diferenças entre células eucarióticas e procarióticas, utilizando recursos visuais, vídeos e analogias. Em seguida, os autores discutiram a elaboração de modelos didáticos e sua relação com os modelos científicos. Nos encontros posteriores, os alunos planejaram e construíram seus modelos utilizando materiais simples e acessíveis, como massa de modelar, itens de artesanato e alimentos, para representar as principais estruturas celulares. Os resultados evidenciaram envolvimento dos estudantes durante as atividades práticas. O trabalho em grupo favoreceu a cooperação, a comunicação e a troca de saberes entre pares. Além de contribuir para a compreensão das estruturas e funções celulares, a experiência também favoreceu o interesse dos estudantes pelas Ciências Biológicas, evidenciando o potencial das metodologias ativas na construção da aprendizagem e no fortalecimento da autonomia discente.

Apesar dos méritos pedagógicos e do potencial motivador das atividades propostas, elas ainda carecem de aprofundamento teórico e metodológico para se alinharem a uma perspectiva mais robusta de modelagem científica no ensino. Isso aponta para a importância de formações docentes e práticas pedagógicas que incorporem não apenas o uso de modelos, mas a modelagem como processo investigativo e formativo central à ciência escolar. Essa diferença na compreensão do papel da modelagem pode estar associada ao fato de que o professor nem sempre aprofunda ou explora plenamente o potencial didático-pedagógico dessa abordagem, seja por escolhas pedagógicas intencionais, seja pela ausência de maior aprofundamento teórico-conceitual acerca

dessa perspectiva, dos modelos e da própria natureza da ciência. A esse respeito, Ferreira e Justi (2005) destacam que:

[...] mais ênfase deve ser dada à modelagem durante os cursos de formação (inicial ou continuada) de professores, capacitando-os a refletir criticamente sobre o processo, a propor atividades de modelagem que possam ser aplicadas em uma maior gama de contextos e a conduzir o processo de ensino de forma adequada (Ferreira; Justi, 2005, p. 9).

Depreende-se, portanto, que o foco central não reside em delimitar o que pode ou não ser considerado um modelo, nem em alcançar a representação mais precisa possível, mas sim em compreender o propósito pedagógico de seu uso em sala de aula. Quando a representação é utilizada apenas para nomear componentes de um sistema de forma estática ou para fins meramente de memorização, seu potencial formativo torna-se limitado e o sentido da modelagem pode se perder.

Por outro lado, quando a representação é empregada para expressar ideias e investigar as interações entre os elementos de um sistema, com o intuito de explicar fenômenos, configura-se efetivamente uma prática autêntica de modelagem (Schwarz *et al.*, 2016). Nesse sentido, a modelagem não deve ser vista como um recurso didático acessório, mas como um eixo estruturante de propostas pedagógicas que valorizam o questionamento, a reflexão e a construção coletiva de significados. Tal perspectiva demanda uma atuação docente intencional, mediadora e teoricamente fundamentada, capaz de transformar atividades práticas em experiências de aprendizagem de caráter investigativo e formativo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação realizada evidenciou uma presença ainda incipiente da modelagem nas produções acadêmicas voltadas ao ensino de Biologia no Ensino Médio, publicadas nos anais do ENEBIO entre 2005 e 2024. Apesar do reconhecimento do valor pedagógico dos modelos como recursos visuais e facilitadores da aprendizagem, a maior parte dos trabalhos analisados ainda aborda a modelagem de forma restrita, muitas vezes associada a práticas ilustrativas, estéticas ou reprodutivas, que pouco contribuem para a construção ativa do conhecimento e para o desenvolvimento do pensamento científico dos estudantes.

Essa constatação evidencia uma limitação relevante: a modelagem, quando não articulada a uma intencionalidade epistemológica explícita, pode ser reduzida a um recurso didático de apoio, desvinculado de seu potencial como prática investigativa e formativa. O uso de modelos prontos ou elaborados apenas com finalidade de visualização, sem o engajamento dos estudantes na formulação de hipóteses, no confronto com dados ou na análise crítica de suas representações, não configura, de fato, uma prática de modelagem científica conforme definida na literatura especializada (Gilbert; Justi, 2016).

Por outro lado, os poucos trabalhos que adotam uma perspectiva mais aprofundada da modelagem indicam que, quando adequadamente planejada e conduzida, essa estratégia apresenta potencial para promover aprendizagens interdisciplinares, contextualizadas e fundamentadas na compreensão conceitual. Nesses casos, os estudantes assumem um papel ativo no processo de construção do conhecimento, desenvolvendo habilidades analíticas, criativas e reflexivas, competências consideradas fundamentais para o fazer científico. Nesse contexto, o foco desloca-se do modelo como produto final para o processo intelectual do estudante, valorizando o raciocínio, a tomada de decisões e a capacidade de representar e interpretar fenômenos. Desse modo, reforça-se o caráter formativo da modelagem, tanto na construção do conhecimento quanto na formação de sujeitos críticos, autônomos e capazes de atuar de maneira ativa na sociedade.

Diante desse cenário, destaca-se a necessidade de ampliar a compreensão da modelagem como prática epistêmica, para além de sua função representacional. Para tanto, torna-se necessário investir na formação inicial e continuada de professores, promovendo o aprofundamento teórico acerca dos modelos, de seus limites, funções e natureza provisória, bem como a apropriação de estratégias pedagógicas que favoreçam seu uso como instrumento de investigação e problematização. Nesse sentido, é fundamental que o professor compreenda a modelagem não apenas como um recurso lúdico ou atrativo, mas como uma prática que requer mediação qualificada e intencionalidade pedagógica.

Ademais, vale destacar, como limitação deste estudo, que a análise se concentrou exclusivamente nos trabalhos publicados nos anais do ENEBIO, sem considerar periódicos revisados por pares, teses, dissertações ou outras fontes acadêmicas. Por isso, os resultados refletem tendências observadas nesse evento específico e não podem ser generalizados para toda a produção

sobre modelagem no ensino de Biologia, indicando a necessidade de futuras pesquisas que explorem outras bases de dados e contextos de ensino.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC; Consed; Undime, 2018.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DAVIES, Philip. Revisões sistemáticas e a Campbell Collaboration. In: THOMAS, Gary. *et al.* **Educação baseada em evidências**: atualização dos achados científicos para a qualificação da prática pedagógica. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DUSO, Leandro *et al.* Modelização: uma possibilidade didática no ensino de Biologia. **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 29-44, 2013.

FERREIRA, Poliana F. M.; JUSTI, Rosária da Silva. Atividades de construção de modelos e ações envolvidas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Anais do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru: ENPEC, 2005.

FERREIRA, Poliana F. M. **Modelagem e suas contribuições para o ensino de ciências**: uma análise no estudo de equilíbrio químico. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/items/faacd8f1-dbc8-446d-a53a-1547b6117886>. Acesso em: 24 nov. 2025.

GILBERT, John K. Models and modelling: routes to a more authentic science education. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 2, n.2, p. 115-130, 2004.

GILBERT, John K.; BOULTER, Carolyn J. Aprendendo ciências através de modelos e modelagem. In: COLINVAUX, D. (Org.). **Modelos e educação em ciências**. Rio de Janeiro: Ravil, 1998. p. 12-34.
GILBERT, John K.; JUSTI, Rosária. **Modelling-based teaching in science education**. Basel, Switzerland: Springer International Publishing, 2016.

JUSTI, Rosária. Relações entre argumentação e modelagem no contexto da ciência e do ensino de ciências. **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, p. 31-48, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/PJnWzcv8fLY3zJtqgxTXtNj/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 jun. 2025.

KITCHENHAM, Barbara. **Procedures for performing systematic reviews**. Keele: Keele University, 2004. (Technical Report TR/SE-0401).

MAIA, Poliana F.; JUSTI, Rosária. Contribuições de modelagem para o desenvolvimento de habilidades de investigação. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis: ENPEC, 2009.

PAZ, Alfredo M. da *et al.* Modelos e modelizações no ensino: um estudo da cadeia alimentar. **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 157-170, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/VnkmpCkDhwjnYyt4tVBQ5Lj/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 10 ago. 2025.

PIETROCOLA, Maurício. Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 4, n. 3, p. 213-227, 1999.

SCHWARZ, Christina V. *et al.* *Developing and using models*. In: SCHWARZ, Christina; PASSMORE, Cynthia; REISER, Brian (Orgs.). **Helping students make sense of the world using Next Generation Science and Engineering Practices**. Arlington: [s.n.], 2016. p. 109-134.

SILVA, Fernando S. da; CATELLI, Francisco. Os modelos no ensino de ciências: reações de estudantes ao utilizar um objeto-modelo mecânico concreto analógico didático (OMMCAD). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 42, e20190248, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/7crP8QRsn636rMxVp3VHVtk/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 24 nov. 2025.