

PESQUISAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS

DA TEORIA À PRÁTICA

Volume 3



Organizadores

Junielson Soares da Silva

Isaquieli de Moura Ribeiro Azevedo

Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira



PESQUISAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS

DA TEORIA À PRÁTICA

Volume 3



Organizadores

Junielson Soares da Silva

Isaquieli de Moura Ribeiro Azevedo

Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira



Junielson Soares da Silva
Isaquiél de Moura Ribeiro Azevedo
Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
Organizadores

Pesquisas em Ensino de Ciências: da teoria à prática

Volume 3



©2026 by Wissen Editora
 Copyright © Wissen Editora
 Copyright do texto © 2026 Os autores
 Copyright da edição © Wissen Editora
Todos os direitos reservados

Direitos para esta edição cedidos pelos autores à Wissen Editora.



Todo o conteúdo desta obra, inclusive correção ortográfica e gramatical, é de responsabilidade do(s) autor(es). A obra de acesso aberto (Open Access) está protegida por Lei, sob Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial-Sem Derivações 4.0 Internacional, sendo permitido seu *download* e compartilhamento, desde que atribuído o crédito aos autores, sem alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Editores Chefe: Dr. Junielson Soares da Silva
 Ma. Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
 Dra. Denise dos Santos Vila Verde
 Dra. Adriana de Sousa Lima

Projeto Gráfico e Diagramação: Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

Imagem da Capa: Canva

Edição de Arte: Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

Revisão: Os autores
 Os Organizadores

Informações sobre a Editora

Wissen Editora
 Homepage: www.editorawissen.com.br
 Teresina – Piauí, Brasil
 E-mails: contato@wisseneditora.com.br
wisseneditora@gmail.com

Siga nossas redes sociais:



@wisseneditora

EQUIPE EDITORIAL

Editores-chefes

Dr. Junielson Soares da Silva
Ma. Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
Dra. Denise dos Santos Vila Verde
Dra. Adriana de Sousa Lima

Equipe de arte e editoração

Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

CONSELHO EDITORIAL

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Dr. Felipe Górski - Secretaria de Educação do Paraná (SEED/PR)
Dra. Patrícia Pato dos Santos - Universidade Anhanguera (Uniderp)
Dr. Jose Carlos Guimaraes Junior - Governo do Distrito Federal (DF)

Ciências Biológicas e da Saúde

Dra. Francijara Araújo da Silva - Centro Universitário do Norte (Uninorte)
Dra. Rita di Cássia de Oliveira Angelo - Universidade de Pernambuco (UPE)
Dra. Ana Isabelle de Gois Queiroz - Centro Universitário Ateneu (UniAteneu)

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Dr. Allan Douglas Bento da Costa - Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)
Dra. Vania Ribeiro Ferreira - Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
Dr. Agmar José de Jesus Silva – Secretaria de Educação do Amazonas (Seduc/AM)

Linguística, Letras e Artes

Dra. Conceição Maria Alves de A. Guisardi - Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
Dr. Danni Conegatti Batista – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Dr. Isael de Jesus Sena - Culture, Education, Formation, Travail (CIRCEFT)
Dra. Mareli Eliane Graupe - Universidade do Planalto Catarinense (Uniplac)
Dr. Rodrigo Avila Colla - Rede Municipal de Ensino de Esteio, RS
Dr. Erika Giacometti Rocha Berribili - Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Dr. Douglas Manoel Antonio De Abreu P. Dos Santos - Universidade de São Paulo (USP)
Dra. Aline Luiza de Carvalho - Fundação Hospitalar do Estado de Minas Gerais (FHEMIG)
Dr. José Luiz Esteves - Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC/PR)
Dr. Claudemir Ramos - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP)
Dr. Daniela Conegatti Batista – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Dr. Wilson de Lima Brito Filho - Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Dr. Cleonice Pereira do Nascimento Bittencourt- Universidade de Brasília (UnB)
Dr. Jonata Ferreira de Moura - Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
Dra. Renata dos Santos - Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

Conselho Técnico Científico

- Me. Anderson de Souza Gallo - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)
 Ma. Antônio Alikane de Sá - Universidade Federal do Piauí (UFPI)
 Ma. Talita Benedta Santos Künast - Universidade Federal do Paraná (UFPR)
 Ma. Irene Suelen de Araújo Gomes – Secretaria de Educação do Ceará (Seduc /CE)
 Ma. Tamires Oliveira Gomes - Universidade Federal de São Paulo (Unifesp)
 Ma. Aline Rocha Rodrigues - União Das Instituições De Serviços, Ensino E Pesquisa LTDA (UNISEPE)
 Me. Mauricio Pavone Rodrigues - Universidade Cidade de São Paulo (Unicid)
 Ma. Regina Katiusha Bezerra da Silva - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
 Esp. Rubens Barbosa Rezende – Faculdade UniFB
 Me. Luciano Cabral Rios – Secretaria de Educação do Piauí (Seduc/PI)
 Me. Jhenys Maiker Santos - Universidade Federal do Piauí (UFPI)
 Me. Francisco de Paula S. de Araujo Junior - Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
 Ma. Anna Karla Barros da Trindade - Instituto Federal do Piauí (IFPI)
 Ma. Elaine Fernanda dos Santos - Universidade Federal de Sergipe (UFS)
 Ma. Lilian Regina Araújo dos Santos - Universidade do Grande Rio (Unigranrio)
 Ma. Luziane Said Cometti Lélis - Universidade Federal do Pará (UFPA)
 Ma. Márcia Antônio Dias Catunda - Devry Brasil
 Ma. Marcia Rebeca de Oliveira - Instituto Federal da Bahia (IFBA)
 Ma. Mariana Moraes Azevedo - Universidade Federal de Sergipe (UFS)
 Ma. Marlova Giuliani Garcia - Instituto Federal Farroupilha (IFFar)
 Ma. Rosana Maria dos Santos - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
 Ma. Rosana Wichineski de Lara de Souza - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
 Ma. Simone Ferreira Angelo - Escola Família Agrícola de Belo Monte - MG
 Ma. Suzel Lima da Silva - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
 Ma. Tatiana Seixas Machado Carpenter - Escola Parque
 Me. Cássio Joaquim Gomes - Instituto Federal de Nova Andradina / Escola E. Manuel Romão
 Me. Daniel Ordane da Costa Vale - Secretaria Municipal de Educação de Contagem
 Me. Diego dos Santos Verri - Secretária da Educação do Rio Grande do Sul
 Me. Fernando Gagno Júnior - SEMED - Guarapari/ES
 Me. Grégory Alves Dionor - Universidade do Estado da Bahia (UNEB)/ Universidade Federal da Bahia (UFBA)
 Me. Lucas Pereira Gandra - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); UNOPAR, Polo Coxim/MS
 Me. Lucas Peres Guimarães – Secretaria Municipal de Educação de Barra Mansa - RJ
 Me. Luiz Otavio Rodrigues Mendes - Universidade Estadual de Maringá (UEM)
 Me. Mateus de Souza Duarte - Universidade Federal de Sergipe (UFS)
 Me. Milton Carvalho de Sousa Junior - Instituto Federal do Amazonas (IFAM)
 Me. Sebastião Rodrigues Moura - Instituto Federal de Educação do Pará (IFPA)
 Me. Wanderson Diogo A. da Silva - Universidade Regional do Cariri (URCA)
 Ma. Heloisa Fernanda Francisco Batista - Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
 Ma. Telma Regina Stroparo - Universidade Estadual do Centro Oeste (Unicentro)

Me. Sérgio Saraiva Nazareno dos Anjos - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
(Embrapa)

Pesquisas em Ensino de Ciências: da teoria à prática

Volume 3



<http://www.doi.org/10.52832/wed.190>

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

Pesquisas em ensino de ciências [livro eletrônico]: da teoria à prática: volume 3 / organizadores Junielson Soares da Silva, Isaquiel de Moura Ribeiro Azevedo, Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira. -- 3. ed. -- Teresina, PI: Wissen Editora, 2026.
PDF

Vários autores.

ISBN 978-65-85923-84-2

DOI: 10.52832/wed.190

1. Ciências - Estudo e ensino I. Silva, Junielson Soares da. II. Azevedo, Isaquiel de Moura Ribeiro. III. Oliveira, Neyla Cristiane Rodrigues de.

26-328613.0

CDD-507

Índices para catálogo sistemático:

1. Ciências: Estudo e ensino 507
2. Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

Informações sobre a Wissen Editora

Homepage: www.editorawissen.com.br

Teresina - Piauí, Brasil

E-mail: wisseneditora@gmail.com

Como citar ABNT: SILVA, Junielson Soares da.; Azevedo, RIBEIRO, Isaquiel de Moura; OLIVEIRA, Neyla Cristiane Rodrigues de. **Práticas em Ensino de Ciências: da teoria à prática.** v. 3, Teresina-PI: Wissen Editora, 2026. 146 p. DOI: <http://www.doi.org/10.52832/wed.190>

 **Wissen**
editora
Teresina-PI, 2026

SOBRE OS ORGANIZADORES

Junielson Soares da Silva



Mestre e doutor em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva (PPG-GCBEv), pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí, onde participou do Pibid. Especialista em Saúde Pública, e em Educação Ambiental pelo Instituto Superior de Educação São Judas Tadeu-ISESJT. Vem estudando o efeito tóxico, citotóxico, genotóxico e mutagênico de substâncias derivadas de plantas em mosquitos vetores de arboviroses (*Aedes aegypti* e *Ae. albopictus*). Tem experiência em metodologia de Ensino de Ciências da Natureza (Ciências e Biologia) e Formação de Professores. É editor-chefe de revistas científicas (Journal of Education, Science and Health JESH, Journal of Research in Medicine and Health JORMED, Revista Ensinar - RENSIN e Revista Base Científica) e da Wissen Editor.

Isaquieli de Moura Ribeiro Azevedo



Mestrado no Programa de Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Pós-graduado em Educação em Ciências e Matemática pelo Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) e em Ciências da Natureza, suas Tecnologias e o Mundo do Trabalho pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Graduado em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal do Piauí (IFPI), onde atuou no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), desenvolvendo atividades voltadas para o ensino de Ciências e Biologia. Também possui formação técnica em Redes de Computadores, com experiência na área de tecnologias, e forte interesse em temas como educação em Ciências, tecnologias educacionais, ensino de Bioquímica, ensino de Biologia, formação de professores e práticas educativas.

Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira



Mestra em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFPI). Membro do Grupo de Estudos e Pesquisas Ambientais do Maranhão, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (GEPAM/IFMA). Especialista em Ensino de Ciências pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Especialista em Ensino de Genética pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Estagiária bolsista-CNPq na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa, Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte/Teresina, PI, adquirindo experiências na área de Ciência do Solo (coleta, manejo, propriedades químicas, biológicas e fauna edáfica). Bolsista CAPES/UFPI (2019/2021) adquirindo experiências em Meio Ambiente, Ensino, Educação Ambiental e Mudanças Climáticas. Docente na Educação Básica e Ensino Superior, nas instituições: Escola Municipal Nossa Senhora da Conceição (EMNSC), Ensino Fundamental-Ciências (2015); Professora substituta EBTT de Biologia no IFMA/*Campus* Alcântara (2015-2017); Professora Substituta EBTT no IFPI/*Campus* São João do Piauí (2021-

2023). Editora-chefe das revistas científicas (*Journal of Education, Science and Health –JESH*, *Revista Ensinar -RENSIN*) e da *Wissen* Editora.

APRESENTAÇÃO

O e-book “**Pesquisas em Ensino de Ciências: da teoria à prática – Volume 3**” reúne reflexões, investigações e experiências pedagógicas que articulam fundamentos teóricos, abordagens metodológicas e práticas inovadoras no Ensino de Ciências e Biologia. A obra evidencia o compromisso com uma formação docente crítica, ética e socialmente engajada, apresentando estudos que dialogam com desafios contemporâneos da educação científica.

A seguir, apresenta-se uma síntese dos capítulos que compõem esta coletânea.

O Capítulo 1 – História e Filosofia da Ciência na formação docente: ética, dever e responsabilidade, discute a importância da História e Filosofia da Ciência (HFC) na formação inicial de professores, defendendo uma compreensão mais crítica, contextualizada e humanizada da ciência.

No Capítulo 2 – Práticas de Educação em Biologia Antropocênica, é feita uma análise sobre o ensino de Biologia à luz do conceito de Antropoceno, discutindo os impactos da ação humana sobre os sistemas biológicos e os limites planetários.

O Capítulo 3 – Uma análise do campo da Educação CTSA a partir da Filosofia da Ciência, examina o campo da Educação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) sob a perspectiva da Filosofia da Ciência.

O Capítulo 4 – A célula que ganha vida: interatividade e tecnologia no Ensino de Ciências, explora estratégias didáticas que utilizam recursos tecnológicos e ferramentas interativas para tornar o ensino de citologia mais dinâmico e significativo.

O Capítulo 5 – Recursos digitais no Ensino de Ciências: o papel da modelagem molecular na compreensão da polaridade das moléculas, apresenta a modelagem molecular como recurso didático para o ensino de Química e Bioquímica, especialmente na compreensão da polaridade das moléculas.

O Capítulo 6 – Observação de célula vegetal e elaboração de modelos táteis: uma prática inclusiva baseada no Desenho Universal para a Aprendizagem, aborda práticas inclusivas no ensino de Biologia, propondo a elaboração de modelos táteis de células vegetais com base nos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA).

O Capítulo 7 – Ilustrações como ferramenta didática no ensino de Botânica para licenciandos do IFRS – Campus Sertão, analisa o uso de ilustrações científicas como estratégia pedagógica no ensino de Botânica, valorizando o desenho e a representação visual como instrumentos de observação, sistematização do conhecimento e aprofundamento conceitual.

O Capítulo 8 – Centralidade da motivação no processo de ensino e aprendizagem em Biologia, discute-se o papel da motivação no desempenho e no envolvimento dos estudantes nas aulas de Biologia.

O Capítulo 9 – Invertebrados lofotrocozoários na prática: atuação de alunos em projetos extensionistas, apresenta experiências extensionistas envolvendo o estudo de invertebrados lofotrocozoários, articulando ensino, pesquisa e extensão.

O Capítulo 10 – Horta escolar: ferramenta pedagógica para promoção da interdisciplinaridade e temas transversais, discute a horta escolar como espaço de aprendizagem interdisciplinar, integrando conteúdos de Ciências, sustentabilidade, alimentação saudável e cidadania.

O Capítulo 11 – Circuito biológico: uso de rotação por estações de aprendizagem no ensino de Histologia, apresenta a metodologia de rotação por estações como estratégia ativa para o ensino de Histologia.

O Capítulo 12 – Impactos de pesticidas sobre a biomassa e atividade microbiana, aborda os efeitos dos pesticidas na biomassa e na atividade microbiana do solo, articulando conhecimentos de microbiologia, ecologia e sustentabilidade.

Ao reunir estudos teóricos, análises críticas e experiências pedagógicas inovadoras, esta obra reafirma o compromisso com um Ensino de Ciências que ultrapasse a transmissão de conteúdos, promovendo pensamento crítico, ética, inclusão e engajamento social. O Volume 3 consolida-se, assim, como uma contribuição relevante para pesquisadores, professores e licenciandos que buscam transformar a prática educativa a partir de fundamentos científicos, filosóficos e pedagógicos sólidos.

Prof. Dr. Junielson Soares da Silva

Os organizadores

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	15
HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO DOCENTE: ÉTICA, DEVER E RESPONSABILIDADE.....	15
Ma. Larissa Dyovana de Oliveira Zamuner   	15
Prof. Assoc. Aguinaldo Robinson de Souza   	15
DOI: 10.52832/wed.190.1073 	15
CAPÍTULO 2	22
PRÁTICAS DE EDUCAÇÃO EM BIOLOGIA ANTROPOCÊNICA	22
Carlos Eduardo Fortes Gonzalez   	22
DOI: 10.52832/wed.190.1074 	22
CAPÍTULO 3	32
UMA ANÁLISE DO CAMPO DA EDUCAÇÃO CTSA A PARTIR DA FILOSOFIA DA CIÊNCIA.....	32
Grégory Alves Dionor   	32
DOI: 10.52832/wed.190.1075 	32
CAPÍTULO 4	46
A CÉLULA QUE GANHA VIDA: INTERATIVIDADE E TECNOLOGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	46
Thiago Cosin   	46
DOI: 10.52832/wed.190.1076 	46
CAPÍTULO 5	58
RECURSOS DIGITAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: O PAPEL DA MODELAGEM MOLECULAR NA COMPREENSÃO DA POLARIDADE DAS MOLÉCULAS	58
Edmilson Clarindo de Siqueira   	58
DOI: 10.52832/wed.190.1077 	58
CAPÍTULO 6	71
OBSERVAÇÃO DE CÉLULA VEGETAL E ELABORAÇÃO DE MODELOS TÁTEIS: UMA PRÁTICA INCLUSIVA BASEADA NO DESENHO UNIVERSAL PARA A APRENDIZAGEM	71
Reinaldo Venancio do Valle   	71
Eder Pires de Camargo   	71
Alexandre de Oliveira Legendre   	71
DOI: 10.52832/wed.190.1078 	71
CAPÍTULO 7	82
ILUSTRAÇÕES COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NO ENSINO DE BOTÂNICA PARA LICENCIANDOS DO IFRS – CAMPUS SERTÃO	82

Maria Cláudia Melo Pacheco de Medeiros   	82
Elisane Lorenço Neitzke   	82
DOI: 10.52832/wed.190.1079 	82
CAPÍTULO 8	93
CENTRALIDADE DA MOTIVAÇÃO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM BIOLOGIA	93
Emilli Juliane de Azevedo Neves Moura   	93
Isaquel de Moura Ribeiro Azevedo   	93
DOI: 10.52832/wed.190.1080 	93
CAPÍTULO 9	109
INVERTEBRADOS LOFOTROCOZOÁRIOS NA PRÁTICA: ATUAÇÃO DE ALUNOS EM PROJETOS EXTENSIONISTAS	109
Tatiana de Oliveira Ramos   	109
DOI: 10.52832/wed.190.1081 	109
CAPÍTULO 10	116
HORTA ESCOLAR: FERRAMENTA PEDAGÓGICA PARA PROMOÇÃO DA INTERDISCIPLINARIDADE E TEMAS TRANSVERSAIS	116
Juliana Georgia da Silva   	116
Clauzivaldo Cicero de Santana   	116
Polyane Maria da Silva   	116
Kevin Cezar de Santana Vieira da Silva   	116
Maria Eduarda da Silva Souza   	116
DOI: 10.52832/wed.190.1082 	116
CAPÍTULO 11	128
CIRCUITO BIOLÓGICO: USO DE ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE HISTOLOGIA	128
Keven Mateus de Moraes Costa   	128
Ana Cláudia Sales Rocha Albuquerque   	128
DOI: 10.52832/wed.190.1082 	128
CAPÍTULO 12	141
IMPACTOS DE PESTICIDAS SOBRE A BIOMASSA E ATIVIDADE MICROBIANA	141
Gleycon Velozo-Silva   	141
Tatiana de Oliveira Ramos   	141
DOI: 10.52832/wed.190.1084 	141

CAPÍTULO 1

HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO DOCENTE: ÉTICA, DEVER E RESPONSABILIDADE

HISTORY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE TEACHER EDUCATION: ETHICS, DUTY
AND RESPONSABILITY

Larissa Dyovana de Oliveira Zamuner   

Mestre em Educação, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru-SP, Brasil

Aguinaldo Robinson de Souza   

Pós-doutor em Ciências pela Universidade da Califórnia, San Diego, Docente do Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, Professor Associado do Departamento de Educação, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru-SP, Brasil

DOI: 10.52832/wed.190.1073 

Resumo: Discute a relevância da História e Filosofia da Ciência (HFC) e das discussões éticas na formação inicial de professores de Ciências, visando desenvolver uma compreensão mais crítica e contextualizada da ciência. Partindo da crítica de Matthews (1994) e Chalmers (1993) à visão linear e descontextualizada da ciência, argumenta-se que a HFC possibilita a humanização dos cientistas e a compreensão da ciência como processo histórico, social e coletivo. Para exemplificar, é analisado o caso da descoberta da estrutura do DNA por Watson, Crick e Rosalind Franklin, episódio que se tornou emblemático por combinar genialidade científica e dilemas éticos sobre autoria e reconhecimento. A análise é sustentada pelas perspectivas éticas de Kant, que propõe o respeito à dignidade humana e o agir segundo máximas universalizáveis e de Popper, que defende a responsabilidade social do cientista e a necessidade de uma ciência aberta à crítica. A pesquisa adota abordagem qualitativa, com estudo de caso e análise textual discursiva de registros teóricos. Os resultados indicam que a abordagem histórica e filosófica, aliada à análise de dilemas éticos, pode promover mudanças nas concepções sobre ciência, despertando maior sensibilidade para questões de gênero, autoria e justiça epistêmica. Conclui-se que integrar HFC e ética na formação inicial de professores é primordial para o desenvolvimento do pensamento crítico, para a promoção de debates argumentativos e para a construção de uma prática docente comprometida com a cidadania e a responsabilidade social.

Palavras-chave: Rosalind Franklin. Estrutura do DNA. Ensino de Ciências.

Abstract: It discusses the relevance of the History and Philosophy of Science (HPS) and ethical discussions in the initial training of Science teachers, aiming to develop a more critical and contextualized understanding of science. Building on the critiques by Matthews (1994) and Chalmers (1993) of the linear and decontextualized view of science, it is argued that HPS enables the humanization of scientists and the understanding of science as a historical, social, and collective process. To illustrate this, the case of the discovery of the DNA structure by Watson, Crick, and Rosalind Franklin is analyzed, an episode that became emblematic for combining scientific brilliance with ethical dilemmas regarding authorship and recognition. The analysis is supported by Kant's ethical perspectives, which propose respect for human dignity and acting according to universalizable maxims, and by Popper, who advocates the scientist's social responsibility and the need for science to be open to criticism. The research adopts a qualitative approach, using a case study and textual-discursive analysis of theoretical records. The results indicate that the historical and philosophical approach, combined with the analysis of ethical dilemmas, can promote changes in conceptions of science, raising greater awareness of issues of gender, authorship, and epistemic justice. It is concluded that integrating HPS and ethics into teacher training is essential for the development of critical thinking, for the promotion of argumentative debates, and for building a teaching practice committed to citizenship and social responsibility.

Keywords: Rosalind Franklin. Structure of DNA. Science Education

1 INTRODUÇÃO

No contexto educacional brasileiro, o ensino de Ciências tem sido historicamente marcado por práticas transmissivas e pela apresentação do conhecimento científico como algo neutro e fragmentado. Essa abordagem, como apontam Matthews (1994) e Chalmers (1993), empobrece a compreensão da ciência ao ocultar seus aspectos humanos, históricos e sociais. Matthews é categórico ao afirmar que “ensinar ciência sem sua história é ensinar ciência descontextualizada,

como se tivesse surgido pronta e acabada” (Matthews, 1994, p.3). Essa crítica revela a urgência de integrar a História e Filosofia da Ciência (HFC) ao currículo de formação docente.

Ao trabalhar a HFC, os futuros professores compreendem que a ciência é uma construção coletiva, permeada por controvérsias, erros e revisões. Essa compreensão é essencial para que os professores possam transmitir aos estudantes uma visão mais realista da ciência, como atividade humana e social.

Chalmers (1993, p.25) lembra que *“a ciência é um empreendimento humano, social e histórico”*, e essa concepção favorece o desenvolvimento do pensamento crítico. Episódios históricos como o julgamento de Galileu, a recepção da teoria da evolução de Darwin ou a corrida pela elucidação da estrutura do DNA servem como recursos pedagógicos para ilustrar que a ciência é dinâmica e marcada por disputas de ideias.

Autores como Kuhn (2013) e Fleck (2010) contribuem para essa discussão ao mostrar que o conhecimento científico se desenvolve em contextos paradigmáticos e coletivos de pensamento, marcados por consensos temporários e rupturas. Kuhn observa que *“a ciência progride por meio de revoluções científicas”* e não apenas pela acumulação linear de fatos, o que reforça a importância de apresentar aos alunos os conflitos e as transformações que marcam a evolução do saber científico (Kuhn, 2013, p.92).

Nesse sentido, entende-se a ética como um eixo fundamental na formação docente, pois orienta o professor a refletir sobre as consequências de suas escolhas pedagógicas e sobre sua responsabilidade social. Kant (2013) fornece um referencial deontológico quando discute que o ser humano

[...] age de tal maneira que uses a humanidade, tanto na tua pessoa como na pessoa de qualquer outro, sempre e simultaneamente como fim e nunca simplesmente como meio”, ressaltando que a ação moral não se justifica pelos resultados, mas pela conformidade com o dever (Kant, 2013, p.66).

Essa perspectiva ajuda futuros professores a compreenderem que seu trabalho não se limita à transmissão de conteúdos, mas envolve o respeito à autonomia e à dignidade dos alunos.

Popper (2006), por sua vez, adverte que *“o cientista deve ser responsável pelas consequências do uso de seu trabalho”*, destacando a necessidade de uma ciência que se mantenha aberta à criticidade e atenta aos impactos sociais e tecnológicos de suas descobertas (Popper, 2006, p.121). Transpor esse princípio para a educação significa formar docentes capazes de promover debates críticos, encorajando seus alunos a questionarem não apenas os resultados científicos, mas também os processos e as implicações sociais da ciência.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reforça esse compromisso ao indicar que o ensino de Ciências deve *“promover a compreensão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade*

e meio ambiente, desenvolvendo a capacidade de argumentação e a tomada de decisão responsável” (Brasil, 2018, p.549). Essa orientação dialoga diretamente com a ética e a filosofia da ciência tornando indispensável a formação de professores.

Consideremos o estudo de caso sobre a construção das pesquisas referentes ao estudo da estrutura do DNA como um ponto de inflexão histórico e ético para essa pesquisa.

2 METODOLOGIA

A presente investigação caracteriza-se como um estudo de caso qualitativo (Yin, 2015), centrado na análise de textos históricos e filosóficos e em argumentos éticos relacionados à descoberta da estrutura do DNA. Essa abordagem busca compreender, em profundidade, como o episódio envolvendo Watson, Crick e Rosalind Franklin pode ser utilizado para discutir aspectos da História e Filosofia da Ciência (HFC) e dilemas éticos no ensino de Ciências.

Yin (2015) define estudo de caso como uma investigação empírica que:

investiga um fenômeno contemporâneo em profundidade e dentro de seu contexto de vida real, especialmente quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes (YIN, 2015, p. 18).

Segundo Yin (2015), é particularmente útil quando as fronteiras entre fenômeno e contexto não são claramente delimitadas e quando o pesquisador deseja compreender como e por que determinados processos ocorrem. Essa definição é importante porque destaca duas características principais, o caráter contextual em que considera o fenômeno em seu ambiente natural, não isolado e o **caráter** exploratório e explicativo que busca responder perguntas do tipo indo além da simples descrição.

Foram selecionados textos de referência, como *A Dupla Hélice* (Watson, 2013) e *Rosalind Franklin: The Dark Lady of DNA* (Maddox, 2003), além de obras teóricas de Kant (2013), Popper (2006), Kuhn (2013) e Matthews (1994), que fundamentam a reflexão sobre ética, paradigmas científicos e humanização da ciência.

A análise foi conduzida por meio de análise textual discursiva (Galiazzi; Souza, 2005), envolvendo:

1. Unitarização – identificação de trechos significativos relacionados à ética, à construção do conhecimento científico e aos conflitos de autoria.
2. Categorização – organização desses trechos em eixos temáticos, como “ética do dever”, “responsabilidade social da ciência” e “humanização dos cientistas”.
3. Metatexto – construção de uma síntese interpretativa que articula o estudo de caso às concepções de ética de Kant e Popper e à importância pedagógica da HFC.

Segundo Galiazzi e Souza (2005), a ATD é um processo **auto-organizado de análise** que permite ao pesquisador reconstruir o entendimento de um fenômeno a partir de textos. É um movimento de desconstrução e reconstrução, no qual o pesquisador cria novas compreensões ao interagir com os materiais analisados. Essa metodologia permitiu desenvolver uma análise aprofundada e reflexiva, sem a necessidade de coleta de dados empíricos, mas com base em revisão teórica e interpretação crítica dos textos selecionados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando o contexto histórico sobre o estudo de caso em questão, temos a disputa de diversos grupos para desvendar a estrutura do DNA, no início da década de 1950. Watson e Crick trabalhavam em Cambridge, utilizando modelagem molecular, enquanto Rosalind Franklin e Maurice Wilkins, no King's College de Londres, aplicavam a técnica de difração de raios-X para analisar fibras de DNA (Watson, 2013).

Franklin foi responsável por obter imagens cristalográficas de altíssima qualidade, sendo a mais famosa a “Fotografia 51”, que revelou padrões consistentes com uma estrutura helicoidal. Seu trabalho foi crucial para determinar que o DNA possuía duas cadeias antiparalelas e que as bases nitrogenadas estavam no interior da hélice (Maddox, 2003).

Watson e Crick, combinando os dados de Franklin com informações de Chargaff sobre a proporção de bases e Linus Pauling sobre estruturas helicoidais, propuseram o modelo em que o DNA é formado por duas fitas em espirais unidas por pares de bases complementares. Esse modelo explicou como a molécula poderia armazenar informação genética e se duplicar, sendo um avanço revolucionário para a biologia molecular (Watson, 2013).

Watson (2013, p.87), em seu livro, discorre “nunca pensávamos em mais nada que não fosse a estrutura do DNA”, revelando o ambiente competitivo da época. Brenda Maddox (2003) destaca que Franklin não foi informada de que sua fotografia havia sido mostrada a Watson, o que possibilitou que Watson e Crick ajustarem rapidamente o modelo tridimensional que se tornaria o famoso modelo da dupla hélice, publicado em 1953.

O episódio levanta importantes dilemas éticos sobre autoria e reconhecimento. Sob a perspectiva kantiana, utilizar dados de Franklin sem consentimento poderia ser visto como tratar seu trabalho apenas como meio, e não como fim em si mesmo (Kant, 2013). Pela ótica popperiana, embora o avanço tenha beneficiado toda a ciência, a transparência e o reconhecimento adequado são essenciais para a integridade do processo científico (Popper, 2006).

A presença da HFC na formação docente vai além de um resgate histórico: ela oferece aos futuros professores uma visão crítica sobre como o conhecimento científico é construído,

legitimado e transformado ao longo do tempo. Isso contribui para humanizar os cientistas, apresentando-os como pessoas reais, com limitações, emoções e contextos de vida.

Ao estudar casos como o de Rosalind Franklin, os professores em formação compreendem que a ciência também é marcada por desigualdades de gênero, disputas por reconhecimento e tensões éticas. Essa abordagem ajuda a combater estereótipos de cientistas como figuras neutras ou “gênios isolados”, aproximando a ciência da experiência dos estudantes.

Partindo desse pressuposto, compreende-se que a articulação entre ética e HFC é um dos caminhos mais promissores para a formação de professores críticos e reflexivos. O estudo de casos como o de Rosalind Franklin, Watson e Crick oferece uma oportunidade concreta para discutir dilemas éticos envolvendo autoria, reconhecimento e responsabilidade social.

Sob a ótica kantiana, a utilização dos dados de Franklin sem consentimento é eticamente problemática, pois não poderia ser universalizada como máxima moral. Na perspectiva popperiana, o episódio convida a refletir sobre a necessidade de práticas mais transparentes e colaborativas na ciência.

Ao trabalhar com esses casos, os licenciandos não apenas podem aprender sobre conceitos científicos, mas também desenvolver competências argumentativas, aprendem a reconhecer os valores presentes na ciência e são desafiados a refletir sobre seu papel como futuros educadores. Isso atende às diretrizes da BNCC, que propõem desenvolver nos estudantes a capacidade de análise crítica e de tomada de decisão responsável.

Integrar HFC e ética na formação inicial prepara o professor para desenvolver metodologias ativas, como estudo de casos, debates, análise de documentos históricos e projetos interdisciplinares. Discutir episódios como a corrida para descobrir a estrutura do DNA permite trabalhar simultaneamente conteúdos científicos e questões sobre autoria, cooperação, competição e justiça epistêmica. Esse tipo de abordagem dá significado ao conhecimento, motiva os alunos e fortalece competências socioemocionais, como empatia e responsabilidade.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que a integração entre História e Filosofia da Ciência e reflexão ética é essencial para a formação inicial de professores de Ciências. Os resultados indicam que o estudo de casos históricos e a análise de dilemas éticos promovem a humanização da ciência e o engajamento dos licenciandos. Ao articular o dever moral kantiano e a responsabilidade popperiana, oferece-se um referencial sólido para que os futuros docentes desenvolvam práticas educativas capazes de estimular o pensamento crítico e a formação cidadã.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento especial ao Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência (PPGEDC) da Unesp, e a CAPES, pela bolsa concedida.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

GALIAZZI, M. C.; SOUZA, D. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Editora Unijuí, 2005.

KANT, I. **Fundamentação da Metafísica dos Costumes**. São Paulo: Martins Fontes, 2013.

KUHN, T. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2013.

MADDOX, B. **Rosalind Franklin: The Dark Lady of DNA**. New York: HarperCollins, 2003.

MATTHEWS, M. R. **Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science**. New York: Routledge, 1994.

POPPER, K. **Conjecturas e Refutações**. São Paulo: Cultrix, 2006.

WATSON, J. D. **A Dupla Hélice: como descobrimos a estrutura do DNA**. São Paulo: Companhia das Letras, 2013.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

CAPÍTULO 2

PRÁTICAS DE EDUCAÇÃO EM BIOLOGIA ANTROPOCÊNICA

PRACTICES OF ANTHROPOCENIC BIOLOGY EDUCATION

Carlos Eduardo Fortes Gonzalez   

Doutor em Educação, Universidad de la Empresa (UDE, Uruguai). Professor Visitante Sênior,
Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém - PA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.190.1074 

Resumo: Este artigo discute as práticas de ensino e aprendizagem em ciências biológicas sob a perspectiva do antropoceno, abordando como estes processos educacionais podem incorporar de forma crítica os impactos da ação humana sobre os sistemas biológicos e os limites do planeta. O objetivo é analisar as propostas didático-pedagógicas que tratam o antropoceno como um eixo estruturante do currículo dos componentes curriculares de ciências e de biologia, favorecendo a formação de sujeitos ecológicos e eticamente engajados, ou seja, de cidadãos conscientes em termos de meio ambiente, para atuarem e contribuírem de modo crítico e transformador, visando a sustentabilidade socioambiental. A metodologia baseia-se em revisão bibliográfica sistemática, com foco em produções acadêmicas dos últimos dez anos. Os resultados indicam a emergência de abordagens que articulam conhecimentos biológicos com dimensões sociais e ambientais, culturais e epistêmicas. Conclui-se que práticas educativas fundamentadas no paradigma da complexidade e da Educação Ambiental crítica têm potencial para revitalizar o ensino de ciências biológicas no contexto da crise social e ecológica contemporânea.

Palavras-chave: Educação Ambiental crítica. Paradigma da complexidade. Sustentabilidade socioecológica.

Abstract: This article discusses teaching and learning practices in the biological sciences from the perspective of the anthropocene, addressing how these educational processes can critically incorporate the impacts of human action on biological systems and the planet's limits. The objective is to analyze didactic-pedagogical approaches that treat the anthropocene as a structuring axis of the science and biology curriculum components, fostering the formation of ecological and ethically engaged individuals—that is, environmentally conscious citizens capable of acting and contributing in a critical and transformative manner toward socio-environmental sustainability. The methodology is based on a systematic literature review, focusing on academic works produced in the last ten years. The results indicate the emergence of approaches that articulate biological knowledge with social, environmental, cultural, and epistemic dimensions. It is concluded that educational practices grounded in the paradigm of complexity and in critical environmental education have the potential to revitalize the teaching of biological sciences in the context of the contemporary social and ecological crisis.

Keywords: Critical Environmental Education. Complexity Paradigm. Socioecological Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

A discussão sobre os impactos ambientais provocados pela ação humana alcançou centralidade nas últimas décadas, culminando na difusão do conceito de antropoceno, que passou a ser amplamente aceito na literatura científica contemporânea (Alcântara *et al*, 2021). A partir dessa concepção, entende-se que as atividades humanas alcançaram uma magnitude capaz de alterar os ciclos biogeoquímicos e os equilíbrios planetários, levando à degradação dos ecossistemas, ao colapso da biodiversidade e ao avanço das mudanças climáticas globais (Candiotto, 2017).

Nesse cenário a educação, especialmente a educação científica, emerge como elemento essencial para o enfrentamento das crises socioambientais (Correia; Nunes, 2024). O ensino de biologia ocupa lugar privilegiado nesse processo por tratar diretamente das relações entre

organismos vivos e o ambiente, podendo fomentar uma leitura crítica das implicações da ação humana sobre os sistemas vivos (Pagan, 2018).

Todavia, como assevera Sacristán (2017), os currículos escolares e universitários ainda operam majoritariamente sob lógicas reducionistas e fragmentadas, ancoradas no paradigma cartesiano-newtoniano, que dificultam a apreensão das múltiplas dimensões que constituem os problemas ambientais contemporâneos. Esse modelo, ao excluir a complexidade das inter-relações ecológicas e socioculturais, contribui para a reprodução de uma racionalidade instrumental que legitima a exploração da natureza (Horkheimer, 2015).

O ensino tradicional de biologia, com ênfase em conteúdos descontextualizados, muitas vezes contribui para a naturalização da dominação humana sobre o meio ambiente (Mota; Rosa, 2018). Em contrapartida, ganham espaço abordagens críticas que buscam integrar os conteúdos biológicos a perspectivas ético-políticas, valorizando a diversidade epistêmica e os saberes ecológicos locais (Nicola; Paniz, 2016).

Dessa forma, este artigo tem como objetivo analisar criticamente práticas pedagógicas no ensino de biologia que incorporam o conceito de antropoceno, considerando sua relevância para a formação de sujeitos ecológicos e socialmente engajados. Parte-se da hipótese de que uma educação biológica alinhada aos princípios da educação ambiental crítica, da ecologia de saberes e da teoria da complexidade pode contribuir para a superação de visões antropocêntricas e para a construção de currículos comprometidos com a justiça socioambiental (Seiffert; Cemillo, 2022).

A relevância deste estudo justifica-se diante da constatação de que a crise ecológica atual é, acima de tudo, uma crise de civilização, com raízes epistemológicas, culturais e políticas (Maciel; Uhmann, 2020). Investigar os caminhos para uma educação em biologia que enfrente essas múltiplas dimensões torna-se, portanto, uma tarefa urgente para a formação docente e a renovação das práticas escolares frente aos desafios do século XXI.

Este artigo organiza-se em quatro partes: nesta introdução, apresenta-se o problema de pesquisa, os objetivos e a justificativa. Na segunda seção, descrevem-se os procedimentos metodológicos adotados. A terceira parte é dedicada à análise das propostas pedagógicas selecionadas. Por fim, são apresentadas as considerações finais, apontando as contribuições e limitações do estudo, bem como perspectivas futuras para o ensino de biologia em tempos de antropoceno.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa apresentada neste artigo é de natureza qualitativa com abordagem documental, orientada por pressupostos da análise de conteúdo e da epistemologia crítica (Zanette, 2017).

Optou-se por uma revisão bibliográfica sistemática fundamentada na metodologia proposta por Bardin (2016), considerando a necessidade de identificar categorias analíticas emergentes a partir da literatura científica recente sobre o ensino de biologia e o antropoceno.

O recorte temporal da revisão compreende o período de 2015 a 2025, selecionando-se produções acadêmicas disponíveis nas bases eletrônicas SciELO, ERIC, Redalyc, *Google Scholar* e Portal de Periódicos da CAPES. Foram utilizados os seguintes descritores combinados: "ensino de biologia"; "educação ambiental crítica"; "antropoceno"; "formação docente"; "complexidade". Aplicaram-se critérios de inclusão que priorizaram: a) produções com rigor metodológico reconhecido; b) articulação teórica com os fundamentos da educação ambiental crítica e da teoria da complexidade; c) implicações pedagógicas explícitas para o ensino de biologia.

Inicialmente, foram identificados 198 documentos. Após leitura de títulos e resumos, 71 textos foram selecionados para leitura integral. A filtragem final resultou em um corpus composto por 43 obras. A análise foi realizada com auxílio de fichamentos e síntese temática, considerando as orientações da análise categorial de conteúdo proposta por Bardin (2016).

As categorias emergentes da análise foram organizadas em três grandes eixos: (i) crítica ao paradigma antropocêntrico nos currículos de biologia; (ii) estratégias pedagógicas contextualizadas para tratar o Antropoceno; (iii) formação docente e construção de sujeitos ecológicos críticos. O cruzamento entre esses eixos permitiu identificar diretrizes curriculares e didáticas com potencial para renovar o ensino de Biologia à luz dos desafios contemporâneos, apontando tendências e lacunas na produção atual.

Por tratar-se de um estudo qualitativo com base documental, não houve aplicação de instrumentos empíricos com sujeitos da educação básica ou superior. Contudo, a investigação pauta-se em estudos já publicados, sendo que diversos deles analisaram práticas concretas em contextos escolares e formativos, o que confere densidade interpretativa e aplicabilidade à discussão apresentada. Dessa forma, a presente pesquisa assume um caráter exploratório-analítico (Yin, 2016), contribuindo para o campo da educação ambiental crítica e para os estudos curriculares em biologia na contemporaneidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos 43 documentos selecionados permitiu identificar três grandes eixos temáticos que articulam os fundamentos da educação ambiental crítica, os debates sobre o antropoceno e as práticas pedagógicas no ensino de biologia. Estes eixos são discutidos a seguir, de modo analítico, gerando considerações indicativas de possíveis caminhos a serem percorridos para um ensino de ciências biológicas com ênfase nas problemáticas socioambientais do antropoceno.

O primeiro eixo evidencia uma crítica recorrente ao caráter antropocêntrico e conteudista predominante nos currículos de biologia. Diversos autores denunciam a ausência de discussões sobre as relações entre seres humanos e natureza nos documentos oficiais (Frizzo; Carvalho, 2018) e nas práticas escolares, o que contribui para a naturalização da exploração ambiental e para a invisibilidade de conflitos socioambientais (Porto-Gonçalves, 2017).

Ferdinand (2022) aponta que o ensino de biologia deve deslocar-se de uma abordagem descritiva e fragmentada para uma perspectiva que considere a ecologia política e a justiça ambiental como princípios orientadores da formação docente. Essa mudança demanda uma reconfiguração epistemológica, em que o conhecimento científico dialogue com os saberes tradicionais, os direitos da natureza e as epistemologias críticas (Layragues; Puggian, 2016).

O segundo eixo refere-se às experiências didáticas que abordam o antropoceno como conceito articulador entre os conhecimentos biológicos e os problemas contemporâneos. Diversos estudos descrevem propostas que incluem metodologias ativas, projetos interdisciplinares e atividades de campo como estratégias para promover aprendizagens significativas e críticas (Martinazzo, 2020).

Exemplos incluem oficinas sobre biodiversidade e agroecologia, simulações de conferências climáticas, análises de documentários socioambientais e uso de recursos digitais para tratar de temas como desmatamento, poluição e mudanças climáticas. Essas práticas buscam conectar os conteúdos de biologia às realidades locais dos estudantes, contribuindo para o desenvolvimento de uma consciência socioambiental fundamentada em dados científicos e em valores éticos (Nepomuceno *et al*, 2024).

Há também o destaque à importância da pedagogia da complexidade (Morin, 2015), que propõe uma educação que ultrapasse a compartimentalização disciplinar, reconhecendo a interdependência entre os sistemas naturais, sociais e culturais. Trabalhar com o antropoceno na educação exige, portanto, práticas pedagógicas que acolham a incerteza, a ambiguidade e a transitoriedade dos saberes (Campesato, 2023).

O terceiro eixo da análise revela a centralidade da formação docente na construção de uma educação em biologia comprometida com o enfrentamento das crises ambientais e civilizatórias. Estudos como os de Guimarães e Mello (2022) indicam que a ausência de formação inicial e continuada voltada para a educação ambiental crítica compromete a capacidade dos professores de problematizar o antropoceno em sala de aula.

Além da capacitação técnica, os autores analisados destacam a importância da dimensão ético-política da docência, entendida como prática de mediação cultural e de produção de sentidos sobre o mundo (Rios, 2017). Formar sujeitos ecológicos, em conformidade com Figueira *et al*

(2021), significa criar condições para que educadores e educandos se reconheçam como parte de redes ecológicas mais amplas, assumindo responsabilidades coletivas na construção de futuros possíveis.

As propostas pedagógicas mais inovadoras descritas na literatura analisada compartilham alguns princípios comuns: valorização da interdisciplinaridade, centralidade da problematização socioambiental, articulação entre saberes acadêmicos e populares, e incentivo à participação ativa dos estudantes em processos de transformação social (Santos *et al*, 2017). Esses elementos apontam para uma visão ampliada do papel da Biologia na formação humana e para o potencial da educação como força de resistência diante do colapso ecológico (Stengers, 2015).

Nesse sentido, pode-se afirmar que a educação em biologia, quando orientada pelos fundamentos da educação ambiental crítica e pela perspectiva do antropoceno, torna-se um espaço fecundo para o cultivo da cidadania planetária, da solidariedade ecológica e da justiça entre gerações (Inêz *et al*, 2023).

4 CONCLUSÃO

As análises realizadas ao longo deste estudo evidenciam que a educação em biologia, quando orientada por princípios da educação ambiental crítica e articulada ao conceito de antropoceno, possui significativo potencial para contribuir com a formação de sujeitos ecológicos, críticos e socialmente comprometidos. Trata-se de uma concepção de educação comprometida não apenas com a transmissão de conteúdos, mas com a problematização das relações de poder que atravessam os processos educativos, os currículos escolares e as formas de produção e circulação do conhecimento científico.

Superar o paradigma antropocêntrico no ensino de biologia exige uma mudança epistemológica e metodológica profunda, que reconheça a complexidade das relações entre natureza, ciência, cultura e política. Implica repensar os fundamentos da própria biologia escolar, incorporando dimensões históricas, éticas, estéticas e culturais e estabelecendo diálogos com saberes não-hegemônicos que historicamente foram silenciados pelas lógicas coloniais e positivistas da ciência moderna.

Os três eixos temáticos identificados — crítica ao paradigma dominante, estratégias pedagógicas contextualizadas e formação docente — revelam que há um movimento emergente e promissor dentro das práticas educativas, ainda que não hegemônico, voltado à resignificação do ensino de biologia. Esse movimento incorpora preocupações éticas, ecológicas e epistemológicas que refletem os desafios de uma era marcada por colapsos ambientais, desigualdades sociais e tensões civilizatórias. A noção de crise ecológica, nesse contexto, deve ser compreendida como

crise do modelo civilizatório moderno, que separa sujeito e objeto, natureza e cultura, razão e emoção, teoria e prática.

Entretanto, também se reconhece que tais avanços ainda enfrentam obstáculos estruturais e ideológicos. A formação inicial e continuada de professores, em muitos contextos, ainda carece de suporte institucional, epistemológico e didático para integrar os fundamentos da educação ambiental crítica e da abordagem complexa do antropoceno. Soma-se a isso a permanência de uma cultura escolar tecnicista, disciplinar e conteudista, que inibe a criatividade pedagógica e a abertura para o diálogo interdisciplinar. A ausência de políticas educacionais efetivas voltadas à formação ecológica e a desvalorização do conhecimento crítico comprometem a consolidação de práticas pedagógicas transformadoras.

Reitera-se, portanto, a urgência de políticas públicas e programas formativos que valorizem a transdisciplinaridade, a justiça ambiental, a ecologia de saberes e a produção de currículos contextualizados, coerentes com as realidades socioambientais dos territórios. Tais princípios devem fundamentar não apenas o ensino de biologia, mas a educação básica como um todo, em todas as disciplinas e modalidades. Além disso, é fundamental que as universidades assumam protagonismo na formação de educadores comprometidos com a transformação social, oferecendo espaços de reflexão, investigação e vivência que articulem ciência, ética, política e poética. Tais iniciativas devem permear o ensino, a pesquisa e a extensão, a tríade funcional do ensino superior.

Por fim, este artigo estimula educadores, pesquisadores e gestores a ponderarem sobre as possibilidades de uma educação biológica comprometida com a vida em todas as suas formas. Tal Educação deve se constituir como um projeto civilizatório alternativo ao modelo hegemônico, centrado na exploração desenfreada dos recursos naturais, na objetificação da natureza e na negação da diversidade cultural. Em oposição, propõe-se uma práxis educativa enraizada na ética do cuidado, na solidariedade social e ecológica e na dignidade de todos os seres vivos. Nesse contexto, a escola deve deixar de ser um espaço meramente reprodutor de conteúdos e passar a ser um território de diálogos de construção coletiva do conhecimento e de experiências sensíveis que permitam o reconhecimento das interdependências vitais entre os humanos e os demais habitantes do planeta, de modo a possibilitar a manutenção da biodiversidade e, por conseguinte, da biosfera.

Em tempos de múltiplas crises, ecológicas, sanitárias, epistemológicas, sociais, culturais, éticas e políticas, a escola pode e deve se constituir como espaço de aprendizados profundos, estudos, pesquisas, resistências, de cuidado e de encantamento com o mundo. Essa proposta não se limita ao campo da biologia, mas aponta para uma concepção ampliada de educação, que reconhece a interdependência entre os seres e a Terra como princípio pedagógico, fundado na noção de cidadania planetária, no direito à vida e na responsabilidade entre gerações.

Como perspectivas futuras, recomenda-se a ampliação de estudos empíricos que investiguem experiências concretas de ensino de biologia orientadas pelo conceito de antropoceno, bem como a articulação entre diferentes áreas do conhecimento e atores sociais na construção de novas práticas educativas em todos os âmbitos educacionais. Tais pesquisas devem considerar, ainda, os contextos territoriais, as desigualdades socioambientais e a potência dos saberes locais como elementos fundamentais para a elaboração de currículos emancipatórios.

Além disso, sugere-se que novas investigações explorem com mais profundidade as interfaces entre a educação ambiental crítica, os movimentos sociais, a pedagogia decolonial e os saberes tradicionais, como caminhos para fortalecer a resistência frente à necropolítica ambiental vigente. O diálogo com epistemologias insurgentes, como as afro-brasileiras, indígenas, camponesas, populares e de outras nações autóctones, pode ampliar a capacidade crítica e transformadora da educação em biologia, superando o colonialismo epistêmico ainda presente nas práticas escolares e acadêmicas. Somente assim será possível enfrentar, com rigor, sensibilidade e profundidade, os desafios da educação em tempos de colapso ecológico e civilizatório.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, Valderí Castro *et al.* Antropoceno: o campo de pesquisas e as controvérsias sobre a Era da Humanidade. **Revista Gestão & Conexões**, v.9, n.3, p.11-31, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/ppgadm/article/view/31771>. Acesso em: 22 jul. 2025.

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

CAMPESATO, Maria Alice Gouvêa. Educação no Antropoceno: articulações cosmopolíticas num mundo em ruínas. **Antíteses**, [S. l.], v. 16, n. 32, p. 281–310, 2023. DOI: 10.5433/1984-3356.2023v16n32p281-310. Disponível em: <https://www.ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/antiteses/article/view/47614>. Acesso em: 23 jul. 2025.

CANDIOTTO, Luciano Zanetti Pessôa. Ecossistemas brasileiros: degradação e potencialidades. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, [S. l.], v. 13, n. 32, p.603-630, 2017. DOI: 10.21713/2358-2332.2016.v13.1008. Disponível em: <https://rbpg.capes.gov.br/rbpg/article/view/1008>. Acesso em: 22 jul. 2025.

CORREIA, Elizabeth de Fátima; NUNES, Nilo. Educação Ambiental e Sustentabilidade Socioambiental na formação profissional. **Revista Científica ANAP Brasil**, São Paulo, Brasil, v. 17, n. 42, p.56-69, 2024. DOI: 10.17271/19843240174220244948. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap_brasil/article/view/4948. Acesso em: 21 jul. 2025.

FERDINAND, Malcom. **Uma Ecologia Decolonial: pensar a partir do mundo caribenho**. São Paulo: Ubu Editora, 2022.

FIGUEIRA DOS SANTOS, Marcio Eric; ANÉZIA MARIA FONSÊCA BARBOSA; MÁRCIA ELIANE SILVA CARVALHO. Sujeitos ecológicos e educação ambiental: um olhar para a Comunidade Santa Cruz, no território quilombola Brejão dos Negros, Sergipe. **Revista Sergipana de Educação Ambiental**, [S. l.], v. 8, n. Especial, p. 1–23, 2021. DOI: 10.47401/revisea.v8iEspecial.15605. Disponível em: <https://periodicos.ufs.br/revisea/article/view/15605>. Acesso em: 20 jul. 2025.

FRIZZO, Taís Cristine Ernst; CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. Políticas públicas atuais no Brasil: o silêncio da Educação Ambiental. **REMEA - Revista Eletrônica Do Mestrado Em Educação Ambiental**, v.1, p.115–127, 2018. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/8567>. Acesso em: 22 jul. 2025.

GUIMARÃES, Juliana; MELLO, Nilvania Aparecida. Educação ambiental crítica e a formação continuada de professores: Critical environmental education and continuing teacher education. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 8, n. 10, p. 67629–67638, 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n10-182. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/53201>. Acesso em: 21 jul. 2025.

HORKHEIMER, Max. **Eclipse da razão**. Tradução Carlos Henrique Pissardo. São Paulo: editora Unesp, 2015.

INÊZ DA SILVA, Karen Luana; SOBRAL DA SILVA MAIA, Jorge. Mudanças climáticas e Educação Ambiental Crítica no contexto da escola pública através do ensino de biologia. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, [S. l.], v. 40, n. 3, p. 218–236, 2023. DOI: 10.14295/remea.v40i3.15721. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/15721>. Acesso em: 22 jul. 2025.

LAYRARGUES, Philippe Pomier; PUGGIAN, Cleonice. Convergências na Ecologia Política: Quando a Educação Ambiental abraça a luta por Justiça Ambiental. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 11, n. 2, p. 72-82, 2016. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/pesquisa/article/view/11968>. Acesso em: 22 jul. 2025.

MACIEL, Eloisa Antunes; UHMANN, Rosângela Inês Matos. Ecologia e Educação Ambiental: um estudo sobre as inter-relações conceituais. **Revista Cocar**, v. 14, n. 30, p.1-19, 2020. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/3520>. Acesso em: 21 jul. 2025.

MARTINAZZO, Celso José. O Pensamento Transdisciplinar como Percepção do Real e os Desafios Educacionais e Planetários. **Educar em Revista**, Curitiba, UFPR, v. 36, e66048, p. 1-17, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/01044060.66048>. Acesso em: 12 set. 2021.
MORIN, Edgar. **Educação e complexidade**: os sete saberes e outros ensaios. 3ª. ed. São Paulo: Cortez, 2015.

MOTA, Ana Rita; ROSA, Cleci Teresinha Werner. Ensaio sobre metodologias ativas: reflexões e propostas. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 25, n. 2, p. 261-276, 2018. Disponível em: <https://doaj.org/article/a1bda2fd4955473faefb2d8526175f1>. Acesso em: 21 jul. 2025.

NEPOMUCENO, Nayana de Almeida Santiago; PORTELA VASCONCELOS, Ana Karine; DA SILVA LOPES, Betina. Educação Ambiental e Ensino de Biologia: uma experiência

pedagógica a partir da Aprendizagem Baseada em Projetos. **Revista de Estudios y Experiencias en Educación**, Concepción, v. 23, n. 52, p. 286-301, ago. 2024. Disponível em: <https://www.rexe.cl/index.php/rexe/article/view/2226>. Acesso em 23 jul. 2025.

NICOLA, Jéssica Anese; PANIZ, Catiane Mazocco. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia. **InFor**, v. 2, n. 1, p.355-381, 2016. Disponível em: <https://ojs.ead.unesp.br/index.php/cdep3/article/view/InFor2120167>. Acesso em: 22 jul. 2025.

PAGAN, Alice Alexandra. O ser humano do ensino de biologia: Uma abordagem fundamentada no autoconhecimento. **Revista Entreideias: Educação, Cultura e Sociedade**, v.7, n.3, 73–86, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/entreideias/article/view/26530>. Acesso em: 22 jul. 2025.

PORTO- GONÇALVES, Carlos Walter. **Amazônia: encruzilhada civilizatória: tensões territoriais em curso**. Rio de Janeiro: Consequência Editora, 2017.

RIOS, Terezinha Azerêdo. **De direitos e Deveres: A ética na construção da Cidadania**. Santa Maria: Biblos, 2017.

SACRISTÁN, José Gimeno. **O currículo: uma reflexão sobre a prática**. Trad. Ernani F. da Fonseca Rosa. 3ª ed. Porto Alegre: Penso, 2017.

SANTOS, Derli Barbosa; SOUZA, Cinthia Raquel; MOREIRA, Leandro Marcio. Da educação ambiental à transformação social: reflexões sobre a interdisciplinaridade como estratégia desse processo. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, [S. l.], v. 34, n. 2, p. 156–172, 2017. DOI: 10.14295/remea.v34i2.7014. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/7014>. Acesso em: 23 jul. 2025.

SEIFFERT, Elaine Cristina Pamplona; CEMILLO, Eliane Juraski. Responsabilidade socioambiental: dos documentos oficiais que regem a Educação à prática docente. **Cadernos de Pesquisa**, v. 29, n. 1, p. 149–176, 29 Mar., 2022. Disponível em: <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/cadernosdepesquisa/article/view/11146>. Acesso em: 23 jul. 2025.

STENGERS, Isabelle. **No tempo das catástrofes: resistir à barbárie que se aproxima**. São Paulo: Cosac Naify, 2015.

YIN, Robert Kuo-zuir. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Penso, 2016.

ZANETTE, Marcos Suel. Pesquisa qualitativa no contexto da educação do Brasil. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 65, p. 149-166, jul./set. 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/educar/article/view/47454> Acesso em: 23 jul. 2025.

CAPÍTULO 3

UMA ANÁLISE DO CAMPO DA EDUCAÇÃO CTSA A PARTIR DA FILOSOFIA DA CIÊNCIA

AN ANALYSIS OF THE FIELD OF STSE EDUCATION FROM THE PHILOSOPHY OF
SCIENCE

Grégory Alves Dionor   

Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências pela Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana (UFBA/UEFS), Docente do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus- BA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.190.1075 

Resumo: Muitas poderiam ser as análises acerca da Educação CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), mas aqui analisaremos face aos estudos de Imre Lakatos e Hugh Lacey pela compreensão epistemológica que eles possibilitam. O objetivo foi compreender como publicações do campo da pesquisa em Educação CTSA mobilizam contribuições epistemológicas de Lakatos e Lacey em seus fundamentos. A partir de uma revisão integrativa da literatura, após levantamento, formamos o *corpus* com 30 trabalhos que discutem os fundamentos da Educação CTSA enquanto campo. Nos resultados, muito embora Lakatos e Lacey não tenham atuado sobre Educação em Ciências e a Educação CTSA, vemos que teorias desenvolvidas por esses filósofos da ciência podem ser utilizadas para fundamentar teoricamente os estudos e práticas vinculados à Educação CTSA, nos fazendo perceber uma densa estrutura na constituição teórica da Educação CTSA. Na óptica lakatosiana, percebemos como a Educação CTSA tem definido seus critérios e agendas de pesquisa, promovendo uma visão de ciência enquanto estruturas epistêmicas que estão imersas em um todo não-epistêmico. Pelo olhar da obra de Lacey, a Educação CTSA tem mostrado muito afincado a incentivar a participação pública nas decisões e regulamentações da ciência, principalmente ao negar a ideia de ciência livre de valores. Ainda precisamos investir nas discussões que elaboram a capacidade explicativa e preditiva de novos fatos, e que destacam a influência dos elementos históricos no empreendimento científico; além de promovermos um ideal de ciência engajada para o bem-estar de indivíduos, sociedades e ambientes, criticando o predomínio das metodologias descontextualizadas.

Palavras-chave: Educação Científica, Imre Lakatos. Hugh Lacey. Epistemologia da Ciência. Revisão Integrativa da Literatura.

Abstract: There could be many analyses of STSE (Science-Technology-Society-Environment) Education, but here we will analyze it in light of the studies of Imre Lakatos and Hugh Lacey for the epistemological understanding they provide. The objective was to understand how publications in the field of STSE Education research mobilize Lakatos and Lacey's epistemological contributions in their foundations. Based on an integrative literature review, we compiled a corpus of 30 papers that discuss the foundations of STSE Education as a field. The results show that, although Lakatos and Lacey did not work on Science Education and STSE Education, we see that theories developed by these philosophers of science can be used to theoretically underpin studies and practices related to STSE Education, revealing a dense structure in the theoretical constitution of STSE Education. From a Lakatosian perspective, we see how STSE Education has defined its research criteria and agendas, promoting a vision of science as epistemic structures embedded in a non-epistemic whole. From Lacey's perspective, STSE Education has shown great dedication to encouraging public participation in scientific decisions and regulations, particularly by rejecting the idea of value-free science. We still need to invest in discussions that develop the explanatory and predictive capacity of new facts and that highlight the influence of historical elements on the scientific enterprise; in addition, we must promote an ideal of engaged science for the well-being of individuals, societies, and environments, criticizing the predominance of decontextualized methodologies.

Keywords: Science Education. Imre Lakatos. Hugh Lacey. Epistemology of Science. Integrative Literature Review.

1 INTRODUÇÃO

No decorrer da história, diversas mudanças nas teorias e práticas no ensino de Ciências e Matemática aconteceram, em especial, questionando as influências da filosofia positivista sobre o ensino de ciências (Villani, 2001). Desde a crise do positivismo lógico, passando pela consolidação

da filosofia da ciência clássica do século XX, e a fase historicista (Moulines, 2020), muitas discussões epistemológicas avançaram concomitantemente. A partir disso, é perceptível que os pensamentos de autores da epistemologia começaram a influenciar diretamente aqueles que construíam novas formas de se conceber a Educação em Ciências.

Como apontado por Duarte e Zanatta (2016), ainda que involuntariamente, os professores tendem a estruturar suas práticas educativas a partir das suas crenças epistemológicas, reproduzindo concepções científicas de forma equivocada ou que, muitas vezes, já são foram superadas no campo da Filosofia da Ciência. Também não podemos nos esquecer das relações entre o ensino de ciências, as concepções de sociedade e de ciência existentes, e os valores que as permeiam, pois a práxis do “[...] ensinar ciência faz parte de uma atividade humana inevitavelmente ligada a concepções sobre a sociedade, a cultura, os valores e a política, estando, portanto, sujeita a múltiplas influências que devem ser reconhecidas e avaliadas” (Rufatto; Carneiro, 2009, p. 270).

Um dos principais autores que buscou contribuir para a ampliação da compreensão de como a ciência funciona foi o húngaro, físico, filósofo da ciência e da matemática, Imre Lakatos (1922-1974). Ele elabora seus estudos em torno de contribuições que buscavam não só aperfeiçoar o falseacionismo (ou falsificacionismo) popperiano com base nas críticas realizadas por Thomas Kuhn, como também trazer uma visão histórica crítica mais forte dentro da compreensão de ciência, sem procurar definir regras metodológicas sobre a prática científica corrente, mas que auxiliasse em análises de caráter historiográfico (Lakatos, 1971).

Entretanto, Lakatos, apesar de valorizar as análises de conhecimentos teóricos e as práticas utilizadas e frutos do trabalho científico, acaba por não considerar a importância de discutirmos os valores imbuídos no pensar e fazer ciência. Porém, é importante ressaltarmos que não estamos apontando isto enquanto uma limitação ou desqualificação da obra de Imre Lakatos, mas, indicando essa ausência como um possível tema que o autor, em seu tempo, não aderiu à sua agenda de pesquisa, mas que, hoje, vemos como necessário tensionarmos.

Avançando um pouco mais nessa discussão, cronologicamente e teoricamente, um dos autores que vem contribuindo fortemente para esse tópico – ciência e valores – é o filósofo da ciência australiano Hugh Lacey. Um dos pontos centrais de sua obra se dá ao realizar a crítica à ideia de ciência livre de valores. Lacey afirma que, em nossa sociedade, devido à dependência da ciência em relação a incentivos e financiamentos, geralmente atrelados aos interesses de certos grupos, não há como ser possível termos uma ciência autônoma e imparcial, ainda que ele mesmo defenda a necessidade de a ciência ocorrer de forma imparcial durante suas avaliações e escolhas teóricas (Lacey, 1999).

Outro ponto levantado por Lacey é sobre o que ele chama de “metodologias descontextualizadas” (Lacey, 2009, p. 683). Esse termo refere-se às construções teórico-metodológicas científicas que atingiram uma certa hegemonia na qual as metodologias utilizadas nas práticas científicas visam desconsiderar todas as forças sociopolíticas e econômicas que as influenciam. Como grande parte do incentivo e investimento na pesquisa vem de grupos políticos e econômicos que têm interesse que seus valores e posições estejam embutidos nas produções tecnocientíficas e seus artefatos, essa desconexão acaba sendo uma das principais razões para o estabelecimento dessa hegemonia metodológica (Lacey, 2009).

Porém, a área que busca relacionar os campos da História, da Filosofia e da Sociologia da Ciência (HFSC) com a Educação em Ciências vêm ganhando cada vez mais espaço no âmbito da pesquisa e da prática, necessitando cada vez mais de avanços teóricos, práticos e valorativos (Gatti; Nardi, 2016; Matthews, 2014, 2015, 2018; Prestes; Silva, 2018). Uma possibilidade educacional que, a nosso ver, viabiliza essa inserção das concepções epistemológicas de Lakatos e Lacey na Educação em Ciências é por meio da Educação CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente).

Originado entre as décadas de 1960-1970, o Movimento CTSA analisa e atua nas relações entre as esferas da Ciência, da Tecnologia, da Sociedade e do Meio Ambiente em áreas como epistemologia, educação, políticas públicas, entre outras (Dionor, 2018). Esse movimento objetiva, como um dos seus focos, compreender e tecer críticas acerca dos efeitos negativos e prejudiciais do uso de artefatos tecnocientíficos por meio de lentes como a da ética, ressaltando a importância desses entendimentos para uma Educação em Ciências mais crítica e empenhada com a participação popular e com os valores democráticos (Vilela; Selles, 2020; Teixeira, 2003). Ademais, na Educação CTSA e nas suas vertentes e abordagens também há uma preocupação para com uma Educação em Ciências que propõe um ensino de ciências como uma construção carregada de valores (Hodson, 1998; Pedretti; Nazir, 2011).

Assim, temos como objetivo principal deste trabalho compreender, a partir de uma revisão integrativa, como publicações do campo da pesquisa em Educação CTSA mobilizam contribuições epistemológicas de Lakatos e Lacey em seus fundamentos.

2 PERCURSO METODOLÓGICO

Estruturamos a pesquisa enquanto uma revisão integrativa da literatura (Rodrigues; Sachinski; Martins, 2022; Whittemore; Knalf, 2005). Nesse método, encontramos uma forte rigorosidade na seleção do *corpus* que compõe a pesquisa, mas, ainda assim, havendo certa liberdade dos autores no processo de análise dos dados e interpretações dos resultados extraídos do *corpus* (Ercole; Melo; Alcoforado, 2014; Mendes; Silveira; Galvão, 2008).

Os bancos de dados selecionados foram: (i) Periódicos CAPES, (ii) *Scientific Electronic Library Online* – SciELO, (iii) *ScienceDirect* e (iv) *Education Resources Information Center* – ERIC.

Realizamos as buscas a partir da combinação de grupos de palavras-chaves que, após buscas-testes, estavam mais bem relacionadas com os objetivos da pesquisa. Os grupos de palavras-chave foram organizados da seguinte forma: Grupo 1 “CTS OR CTSA OR Ciência-Tecnologia-Sociedade OR Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente”, Grupo 2 “educação científica OR ensino de ciências OR literacia científica OR alfabetização científica” e Grupo 3 “educação OR movimento OR abordagem OR epistemologia OR currículo OR modelo OR teoria” (também utilizamos as respectivas traduções para inglês e espanhol). Além do operador booleano OR entre os termos de cada grupo, também utilizamos o operador AND entre os grupos no momento das buscas.

As buscas foram realizadas a partir da combinação dos grupos, procurando-os nos campos “Título”, “Resumo” e “Palavras-chave”. O levantamento foi realizado entre dezembro de 2021 e janeiro de 2022, sem restrição de datas. Nos trabalhos selecionados, buscamos aqueles que, explicitamente, se propuseram a discutir construtos teóricos, práticos e valorativos da Educação CTSA enquanto um campo de pesquisa.

Durante as buscas, alguns arquivos não puderam ser obtidos por não serem de livre acesso, por não estarem disponíveis via acesso da Comunidade Acadêmica Federada (CAFe) ou pelo endereço eletrônico não estar funcionando. Assim, obtivemos 223 arquivos no Periódico CAPES, 464 no SciELO, 662 no *ScienceDirect* e 281 no ERIC, em um total de 1.630 arquivos capturados.

Após reunidos e excluídos aqueles com erro e/ou repetidos. Também só mantivemos artigos completos e que estivessem apresentados com texto em português, inglês e espanhol. Não incluímos livros, capítulos de livros, resumos expandidos, trabalhos em anais de eventos, teses e dissertações, dentre outros materiais, bem como publicações em outros idiomas. Assim, esse processo resultou em um total de 853 artigos.

A partir disso, lemos os resumos desses artigos e eliminamos aqueles que correspondiam a pesquisas de outras áreas do conhecimento e/ou não se relacionavam de alguma forma com a Educação CTSA, restando, assim, 305 artigos voltados a essas discussões.

Realizamos, então, a leitura flutuante desses 305 artigos, sendo mantidos aqueles em que o trabalho estivesse voltado em discutir e/ou analisar teórico-epistemologicamente as bases e os fundamentos da Educação CTSA; em outras palavras, textos que refletiam especificamente *sobre* a Educação CTSA e não *com* ou *a partir* da Educação CTSA. Após essa seleção, mantivemos 30 artigos que, assim, compuseram o *corpus* de análise da pesquisa.

A partir dos artigos selecionados para constituir o *corpus* da pesquisa, executamos a análise buscando compreender e refletir criticamente sobre como esses trabalhos mobilizam na Educação CTSA contribuições que, sob nossa óptica, tem uma base nos contributos de Imre Lakatos e Hugh Lacey. As categorias analíticas foram definidas *a priori*, sendo refinadas após uma nova e mais atenciosa leitura sistemática (Quadro 2).

Quadro 2 - Categorias para análise dos artigos selecionados.

1. Contribuições de base em Imre Lakatos	1.1 Influência dos elementos históricos no empreendimento científico
	1.2 Visão da ciência enquanto estrutura pertencente a um todo
	1.3 Definição de critérios para a pesquisa e parâmetros de cientificidade
	1.4 Capacidade explicativa e preditiva
2. Contribuições de base em Hugh Lacey	2.1 Negação à ideia de “ciência livre de valores”
	2.2 Críticas às metodologias descontextualizadas
	2.3 Promoção de um ideal de ciência engajada para o bem-estar social
	2.4 Incentivo à participação pública nas decisões sobre ciência

Fonte: Autoria própria.

Após a definição e o refinamento das categorias indicadas no quadro acima, procedemos à análise em si, na qual, através de uma nova leitura analítica, buscamos excertos (unidades de análise – UA) dos artigos selecionados que, para nós, se relacionavam diretamente com as categorias de análise. A partir desses trechos selecionados, elaboramos a discussão a seguir. É importante ressaltar que, ao final do trabalho, encontra-se a “Lista de Referências do *Corpus* da Pesquisa” com todos os trabalhos que compuseram a análise, mesmo que não citados diretamente na próxima seção do texto, pois acreditamos ser necessário explicitar tal listagem para transparência da análise frente ao leitor.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As UA foram determinadas por correspondência semântica, ou seja, a partir da relação entre a mensagem vinculada do trecho selecionado e as definições das categorias de análise. A partir daí, a pesquisa se encaminhou por meio da identificação de unidades de análise relevantes à pesquisa e a análise destas em relação às categorias de modo a compreender traços próprios da Educação CTSA imbuídos das contribuições dos teóricos para o campo e dos aspectos identificados nos trabalhos acadêmicos analisados. A seguir, discutiremos, então, cada uma das categorias encontradas nas análises dos resultados obtidos.

Dados os esforços empreendidos por Lakatos para integrar elementos históricos ao campo epistêmico das teorias científicas como uma estratégia para favorecer aspectos de racionalidade à ciência, a categoria intitulada “*Influência dos elementos históricos no empreendimento científico*” corresponde àquela em que, como o próprio nome sugere, integra um caráter historiográfico e de narrativa histórica como parte constituinte da Educação CTSA. Foram inseridos nesta categoria 17 UA que explicitam o arcabouço teórico das narrativas históricas dentro do campo da ciência como fatores que influenciaram na consolidação da educação com enfoque CTSA.

Recorrer ao uso da história das ciências pode corresponder a um dos consensos mais amplamente consolidados entre os pesquisadores da área. Esse fenômeno pode ser explicado pela concepção de que a Educação CTSA permite que se compreenda a ciência como uma atividade humana em permanente processo de construção e, portanto, histórica, que traz consigo um compilado de valores, significados e interesses de quem a desenvolve, favorecendo a percepção de mundo e das relações estabelecidas com este e os sujeitos (Werlang; Pereira, 2021).

A segunda categoria, “*Visão da ciência enquanto estrutura pertencente a um todo*”, aborda, de maneira mais ampla, a concepção de que as teorias científicas correspondem a partes de um todo estruturado, o qual, porém, não podemos compreender de forma individual, à parte de um quadro maior. À vista disso, foram inseridos nessa categoria 20 UA em que identificamos considerações da Educação CTSA reconhecendo as influências da ciência no desenho da estrutura da sua própria evolução científica enquanto campo de pesquisa, e como estes processos se correlacionam com esferas outras não-epistêmicas.

Diante disso, a Educação CTSA procura trazer representações dos aspectos externos que interferem na construção da ciência de modo a contribuir para o desenvolvimento de uma postura crítica que compreende a produção da ciência e da tecnologia como produto de um processo social contextualizado e histórico (Melo *et al.*, 2016). À vista disso, a Educação CTSA entende a ciência e a tecnologia em primeira instância inicialmente pelo contexto social, todavia sem desconsiderar os processos internos intrínsecos à ciência (Garcia, 2014).

A terceira categoria “*Definição de critérios para a pesquisa e parâmetros de cientificidade*” parte do pressuposto de que os programas de pesquisa precisam delimitar para o seu perfil de trabalho uma série de fatores que irão guiar as investigações desenvolvidas. Dessa forma, foram identificados nos artigos investigados um conjunto de 31 UA que apresentam critérios para definição dos tipos de pesquisa a serem desenvolvidas, a exemplo de agendas, temas, métodos de pesquisa pertinentes ou não, e parâmetros de cientificidade.

É importante compreender que há uma percepção da Educação CTSA como um campo de pesquisa que é tangenciado por diferentes temas de pesquisa, todavia três caminhos direcionam

os estudos e programas de pesquisa CTSA: a) direcionados às políticas públicas; b) programas específicos para os estudos da ciência e da tecnologia; c) programas dedicados à dimensão CTSA (Melo *et al.*, 2016). Ao definir os seus programas de pesquisa no campo CTSA, algumas questões são levantadas, a exemplo da finalidade do desenvolvimento da pesquisa; a prioridade de financiamento; os tipos de pesquisas que têm o maior ou menor incentivo no setor; o perfil do pesquisador e a concessão de responsabilidade pelo projeto em desenvolvimento, entre outros fatores (Strieder; Kawamura, 2017).

Na última categoria fundamentada na teoria de Lakatos, “*Capacidade explicativa e preditiva*”, foram considerados aspectos das pesquisas em Educação CTSA que são capazes de explicar fatos, objetos e fenômenos e prever eventos intrínsecos à Educação em Ciências com base na abordagem CTSA. Dessa forma, é possível compreender a dinâmica própria dos processos de ensino e aprendizagem nesse campo, e planejar ações, bem como desenvolver predição no setor. Esta categoria agrupou o menor número de UA com apenas 07.

Desde a origem dos estudos e dos programas CTSA, quatro caminhos que direcionam essa abordagem são identificados, todavia, estes encontram-se em total consonância e possuem caráter complementar: a) primeiramente, no campo da pesquisa, os estudos CTSA são vistos como um modelo alternativo à ciência e à tecnologia tradicional; nesse viés, abandona-se uma perspectiva essencialista e uma postura reflexiva é fomentada, possibilitando a asserção da atividade científica como produto de um contexto social; b) no cenário das políticas públicas, evidenciando a ciência e a tecnologia como elementos de regulação social; c) em um terceiro viés, são considerados processos de tomada de decisão acerca de questões que circundam o campo de políticas científicas e tecnológicas; d) por fim, no setor da educação, é promovida a gradativa introdução de programas e disciplinas de CTSA tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior, construindo uma nova visão do cenário científico-tecnológico que tem sido divulgado em países da Europa, América Latina e nos Estados Unidos (Nascimento; Von Linsingen, 2006).

A categoria “*Negação à ideia de ‘ciência livre de valores’*” emerge a partir dos postulados propostos por Hugh Lacey e está associada à ideia de que no discurso da Educação CTSA está incutida a compreensão de que as ciências não são concebidas à luz de um campo de neutralidade, uma vez que esta é conduzida por ideias, princípios, valores e defesas a serviço de grupos muito bem estabelecidos. Durante a análise, foram identificadas 27 UA.

Dada a complexidade das inter-relações CTSA, a análise valorativa implica na transposição de visões distorcidas acerca dos limites da tecnociência (Strieder; Kawamura, 2017); diante disso, o desafio para o campo de pesquisa em Educação CTSA consiste no aprofundamento da responsabilidade dos valores que delineiam o desenvolvimento técnico-científico. No entanto, é

importante compreender que o reconhecimento da parcialidade científica não deve resultar em uma rejeição dos produtos das ciências e na reprovação da tecnocracia, como se esta fosse uma mera aplicação da ciência (Rodríguez; Pino, 2019). Frente a esse cenário, a Educação CTSA articula visões mais conciliadoras sobre o conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico que os reconhecem como um processo social isento de neutralidade e que esses fatores nem sempre implicam em benefícios, pois o seu progresso não necessariamente está alinhado ao bem-estar social, contudo sua apropriação pelos cidadãos corrobora para o fortalecimento da democracia (Freitas; Heidemann; Araujo, 2020).

Em “*Críticas ao predomínio de metodologias descontextualizadas*” averiguamos se, com base em Lacey, a pesquisa em Educação CTSA também não se limita a apresentar os produtos científico-tecnológicos de forma descontextualizada, logo, se se preocupa com a capacidade de ação socioambientalmente responsável dos sujeitos. Compuseram essa categoria 24 UA.

Quanto a esses aspectos, a Educação CTSA discute o estímulo à construção do conhecimento local com vistas a dirimir a imposição destituída de contextos de um conhecimento externo àquela comunidade. Além disso, sugere o questionamento de investimento em C&T de modo a considerar os contextos para que os países desenvolvidos não dediquem a transferir C&T para os países em desenvolvimento sem que estes se apropriem de fato de suas demandas e demais fatores ao promover maior complexidade entre as dimensões CTSA. Com isso, é preciso que se planeje uma agenda científica própria para que os investimentos no setor sejam dedicados a solucionar questões de suas próprias localidades (Cardoso; Caluzi; Santos, 2020).

A penúltima categoria “*Promoção de um ideal de ciência engajada para o bem-estar social*” agrupou 19 UA e está relacionada ao engajamento da pesquisa em Educação CTSA com o compromisso da ciência em si para um projeto coletivo mais amplo a serviço de uma sociedade mais justa e equânime.

Assim, consequentemente, é preciso dedicar esforços para que as pesquisas científicas e os debates nas escolas tenham cada vez mais o compromisso com uma Educação em Ciências a serviço de um projeto social mais amplo, vinculado a valores que reforcem a importância da democracia e que facilitem a configuração de uma sociedade mais justa e consciente da importância da preservação ambiental; para tanto, espera-se que a abordagem de uma Educação em Ciências que se preocupe com a abordagem das relações CTSA possa servir de agente potencializador capaz de “[...] identificar quais conteúdos e práticas ampliam as competências sociais dos indivíduos, em direção a uma educação científica crítica” (Freitas; Heidemann; Araujo, 2020, p. 18).

Em “*Incentivo à participação pública nas decisões sobre ciência*”, última categoria, resgatamos as discussões explicitadas por Lacey na medida em que defende a participação da comunidade não-

científica nos processos regulatórios da própria ciência. Nessa categoria, foram incluídas todas as UA que discutem a participação social no segmento científico e que apresentam alternativas aos modelos hegemônicos da ciência dentro de uma perspectiva da pesquisa em Educação CTSA, reunindo o maior número UA com 42.

O Movimento CTSA, desde a sua origem, vem requisitando a participação da sociedade nas decisões acerca das interferências resultantes do desenvolvimento técnico-científico (Cardoso; Caluzi; Santos, 2020). Os princípios da Educação CTSA se coadunam com as discussões que circundam a própria atividade científica fundida diretamente com questões de natureza social, política, econômica, ambiental e cultural, reforçando, portanto, a ideia de que a ciência não se limita exclusivamente à comunidade científica e apresenta impactos para a sociedade como um todo (Santos; Mortimer, 2001). Logo, emerge a necessidade da intervenção da sociedade na C&T, com vistas a contribuir para considerar transformações no modo de pensar a ciência, que resultou em maiores investimentos na formação dos estudantes para que estes possam atuar na qualidade e no controle social da ciência (Santos; Mortimer, 2000).

4 CONCLUSÃO

A partir das análises, podemos perceber que, em seus fundamentos apresentados na literatura, o campo da pesquisa em Educação CTSA mobiliza, em variados níveis de aprofundamento, contributos tanto de Lakatos quanto de Lacey, de modo com que esse campo desenvolveu uma densa estrutura em sua constituição teórica.

Muito embora Imre Lakatos e Hugh Lacey não tenham atuado ou se pronunciado (ao menos não explícita e abrangentemente) sobre Educação em Ciências e, muito menos, sobre a Educação CTSA, com o presente trabalho pudemos mostrar que as teorias sobre a ciência desenvolvidas por esses filósofos da ciência podem ser utilizadas para fundamentar teoricamente os estudos e práticas vinculados à Educação CTSA, cada uma a seu modo e complementando-se entre si.

A partir da óptica de ciência de Lakatos, percebemos como a Educação CTSA tem definido de forma explícita seus critérios e agendas de pesquisa, promovendo, em especial, uma visão de ciência enquanto estruturas epistêmicas que estão imersas em um todo não-epistêmico. Ao nos apropriarmos dos contributos de Lacey, vemos que a Educação CTSA tem mostrado muito afinho a incentivar a participação pública nas decisões e regulamentações da ciência, principalmente ao negar a ideia de ciência livre de valores.

Porém, talvez ainda precisemos, enquanto pesquisadores do campo da Educação CTSA, investirmos nas discussões que elaboram e desenvolvem a capacidade explicativa e preditiva de

novos fatos, destacando a influência dos elementos históricos no empreendimento científico; além de criticar o predomínio das metodologias descontextualizadas e promover um ideal de ciência engajada para o bem-estar de indivíduos, sociedades e ambientes.

REFERÊNCIAS

- DIONOR, G. A. **Propostas de ensino baseadas em Questões Sociocientíficas**: uma análise sistemática da literatura acerca do ensino de ciências na educação básica. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.
- DUARTE, B. M.; ZANATTA, S. C. La Enseñanza de Conceptos de la Ciencia y Concepciones Alternativas en el Contexto de las Teorías Epistemológicas del Siglo XX. **Paradigma**, v. 37, n. 1, p. 36-45, junio 2016.
- ERCOLE, F. F.; MELO, L. S.; ALCOFORADO, C. L. G. C. Revisão Integrativa *versus* Revisão Sistemática. **Revista Mineira de Enfermagem**, v. 18, n. 1, p. 9-11, Jan./Mar. 2014.
- GATTI, S. R. T.; NARDI, R. **A História e a filosofia da ciência no ensino de ciências**: A pesquisa e suas contribuições para a prática pedagógica em sala de aula. São Paulo: Escrituras, 2016.
- HODSON, D. **Teaching and learning science**: towards a personalized approach. Buckingham: Open University Press, 1998.
- LACEY, H. **Is science value free?** Values and scientific understanding. London: Routledge, 1999.
- LACEY, H. O lugar da ciência no mundo dos valores e da experiência humana. **Scientiae Studia**, v. 7, n. 4, p. 681-701, 2009.
- LAKATOS, I. Reply to Critics. *In*: BUCK, R. C.; COHEN, R. S. (Eds.). **PSA 1970**: In Memory of Rudolf Carnap Proceedings of the 1970 Biennial Meeting Philosophy of Science Association. Dordrecht: Springer Netherlands, 1971. p. 174-182.
- MATTHEWS, M. R. **History, Philosophy and Science Teaching**: New Perspectives. Switzerland: Springer Nature, 2018.
- MATTHEWS, M. R. **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. Dordrecht: Springer, 2014.
- MATTHEWS, M. R. **Science Teaching**: The Contribution of History and Philosophy of Science. 2. ed. New York: Routledge, 2015.
- MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto Contexto Enfermagem**, v. 17, n. 4, p.758-764, Out./Dez. 2008.

MOULINES, C. U. **O desenvolvimento moderno da filosofia da ciência (1890-2000)**. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia, 2020.

PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Currents in STSE Education: mapping a complex field, 40 years on. **Science Education**, v. 95, n. 4, p. 601-626, 2011.

PRESTES, M. E. B.; SILVA, C. C. **Teaching Science with Context: Historical, Philosophical, and Sociological Approaches**. Switzerland: Springer Nature, 2018.

RODRIGUES, A. S. P.; SACHINSKI, G. P.; MARTINS, P. L. O. Contribuições da revisão integrativa para a pesquisa qualitativa em Educação. **Linhas Críticas**, Brasília, v. 28, p. 1-14, 2022.

RUFATTO, C. A.; CARNEIRO, M. C. A concepção de ciência de Popper e o ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 2, p. 269-289, 2009.

TEIXEIRA, P. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

VILELA, M. L.; SELLES, S. E. É possível uma Educação em Ciências crítica em tempos de negacionismo científico? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1722-1747, Dez. 2020.

VILLANI, A. Filosofia da Ciência e Ensino de Ciências: uma analogia. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 169-181, 2001.

WHITTEMORE, R.; KNALF, K. The integrative review: updated methodology. **Journal of Advanced Nursing**, v. 52, n. 5, p. 546-553, Dec. 2005.

REFERÊNCIAS DO CORPUS DA PESQUISA

ABREU, T. B. de; FERNANDES, J. P.; MARTINS, I. Levantamento sobre a produção CTS no Brasil no período de 1980-2008 no campo de ensino de ciências. **Alexandria**, v. 6, n. 2, p. 3-32, Jun. 2013.

ARAÚJO, A. B.; SILVA, M. A. da. Ciência, Tecnologia e Sociedade; Trabalho e Educação: possibilidades de integração no currículo da educação profissional tecnológica. **ENSAIO**, Belo Horizonte, v. 16, n. 1, p. 99-112, Jan./Abr. 2012.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.

AUTIERI, S. M.; AMIRSHOKOOHI, A.; KAZEMPOUR, M. The science-technology-society framework for achieving scientific literacy: an overview of the existing literature. **European Journal of Science and Mathematics Education**, v. 4, n. 1, p. 75-89, 2016.

BOURSCHEID, J. L. W.; FARIAS, M. E. A convergência da educação ambiental, sustentabilidade, ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e ambiente (CTSA) no ensino de ciências. **Revista Thema**, v. 11, n. 1, p. 24-36, 2014.

CARDOSO, A. P. S.; CALUZI, J. J.; SANTOS, R. A. dos. Aproximação entre a filosofia de Hugh Lacey e o campo educacional em Ciência, Tecnologia e Sociedade. **ENSAIO**, Belo Horizonte, v. 22, e12122, 2020.

CHOWDHURY, M. A. The integration of Science-Technology-Society/Science-Technology-Society-Environment and Socio-Scientific-Issues for effective science education and science teaching. **Electronic Journal of Science Education**, v. 20, n. 5, p. 19-38, 2016.

FARIAS, L. N.; MIRANDA, W. S.; PEREIRA FILHO, S. C. F. Fundamentos epistemológicos das relações CTS no ensino de ciências. **Amazônia**, v. 9, n. 17, p. 63-75, Jul./Dez. 2012.

FREITAS, C. C. G.; SEGATTO, A. P. Ciência, tecnologia e sociedade pelo olhar da Tecnologia Social: um estudo a partir da Teoria Crítica da Tecnologia. **Cadernos EBAPE BR**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, Abr./Jun. 2014.

FREITAS, M. de; HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S. Educação em ciências na perspectiva da teoria da sociedade do conhecimento de Nico Stehr. **ENSAIO**, Belo Horizonte, v. 22, e19224, 2020.

GALIETA, T.; VON LINSINGEN, I. Caracterização da produção acadêmica latino-americana sobre educação CTS e temáticas socioambientais nas Jornadas ESOCITE. **Revista CTS**, v. 16, n. 47, p. 11-41, Jul. 2021.

GARCIA, G. A. M. Comprensión sobre la naturaleza de la ciencia em la enseñanza de las ciencias desde el enfoque ciencia, tecnología y sociedad (CTS). **Trilogía**, v. 6, n. 11, p. 61-76, Jul./Dic. 2014.

GONÇALVES, R. S.; SILVA, L. F. Abordagens de temas a partir do enfoque CTS na Educação Básica: caracterização dos trabalhos apresentados por autores brasileiros, espanhóis e portugueses nos Seminários Ibero-Americanos CTS. **Revista CTS**, n. 34, v. 12, p. 223-249, Feb. 2017.

GORUR, R.; HAMILTON, M.; LUNDAHL, C.; SJÖDIN, E. S. Politics by other means? STS and research in education. **Discourse**, v. 40, n. 1, p. 1-15, 2019.

LUCERO, H. C. Estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad: en favor del compromiso político. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 511-534, 2014.

MARULANDA, C. O. La educación CTS: un espacio para la cooperación ibero-americana. **Revista CTS**, n. 42, v. 14, p. 99-114, Oct. 2019.

MELO, T. B. de; *et al.* Os temas de pesquisa que orbitam o enfoque CTS: uma análise de rede sobre a produção acadêmica brasileira em ensino. **RBPEC**, v. 16, n. 3, p. 587-606, Dez. 2016.

NASCIMENTO, T. G.; VON LINSINGEN, I. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergencia**, n. 42, p. 95-116, Sep./Dic. 2006.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

- RIBEIRO, T. V.; SANTOS, A. T.; GENOVESE, L. G. R. A história dominante do Movimento CTS e o seu papel no subcampo brasileiro de pesquisa em ensino de ciências CTS. **RBPEC**, v. 17, n. 1, p. 13-43, Abr. 2017.
- RODRÍGUEZ, A. S. M.; PINO, J. C. D. Estudo da produção científica sobre o enfoque CTS em revistas brasileiras especializadas. **Amazônia**, v. 15, n. 33, p. 167-182, Jan./Jun. 2019.
- SANTOS, M. E. V. M. dos. Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas. **Revista CTS**, n. 6, v. 2, p. 137-157, Dic. 2005.
- SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria**, v. 1, n. 1, p. 109-131, Mar. 2008.
- SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.
- SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO**, Belo Horizonte, v. 02, n. 02, p. 110-132, Jul./Dez. 2000.
- SOUSA, R. G. de; BRITO, L. P. de. Controvérsias em experiências pedagógicas CTS/CTSA na formação inicial de professores de ciências: o que dizem algumas dissertações e teses brasileiras? **Amazônia**, v. 12, n. 23, p. 85-102, Jul./Dez. 2015.
- STRIEDER, R. B.; TORIJA, B. B.; QUÍLEZ, M. J. G. Ciencia-tecnología-sociedad: ¿Qué estamos haciendo en el ámbito de la investigación en educación en ciencias? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 35, n. 3, p. 29-49, 2017.
- STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. D. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. **Alexandria**, v. 10, n. 1, p. 27-56, Maio 2017.
- TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.
- WERLANG, J.; PEREIRA, P. B. Educação do Campo, CTS, Paulo Freire e Currículo: pesquisas, confluências e aproximações. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 27, e21016, 2021.

CAPÍTULO 4

A CÉLULA QUE GANHA VIDA: INTERATIVIDADE E TECNOLOGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

THE LIVING CELL: INTERACTIVITY AND TECHNOLOGY IN SCIENCE
EDUCATION

Thiago Cosin   

Mestre em Educação/Tecnologia Educacional, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru-SP, Brasil

DOI: 10.52832/wed.190.1076 

Resumo: O presente capítulo apresenta uma experiência pedagógica desenvolvida com turmas do 6º ano do Ensino Fundamental em duas escolas da rede estadual de São Paulo, participantes do Programa de Ensino Integral (PEI) da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEDUC-SP). A prática, realizada nos anos de 2022 e 2023 nas cidades de Piracicaba e Americana, consistiu na elaboração de uma aula interativa sobre a estrutura celular, utilizando o software PowerPoint como recurso didático digital. O objetivo foi promover a compreensão do conceito de célula — unidade fundamental dos seres vivos — por meio da interação ativa dos estudantes com as organelas e suas funções. A proposta evidenciou que o uso da tecnologia como ferramenta mediadora do conhecimento favorece o engajamento, a curiosidade e a aprendizagem significativa, em consonância com o Currículo Paulista e as habilidades da BNCC voltadas à área de Ciências da Natureza.

Palavras-chave: Célula. Educação. Ensino de Ciências. Metodologias ativas. Tecnologia Educacional.

Abstract: This chapter presents a pedagogical experience carried out with 6th-grade students from two public schools in the state of São Paulo, both part of the Integral Education Program (PEI) of the Department of Education of the State of São Paulo (SEDUC-SP). The practice, conducted in 2022 and 2023 in the cities of Piracicaba and Americana, involved the design of an interactive lesson on cell structure, using Microsoft PowerPoint as a digital teaching resource. The goal was to promote students' understanding of the cell — the fundamental unit of living organisms — through active interaction with organelles and their functions. The results showed that using technology as a mediating tool for knowledge fosters engagement, curiosity, and meaningful learning, in line with the Currículo Paulista and the competencies established by the Brazilian National Common Curricular Base (BNCC) for the field of Natural Sciences.

Keywords: Active Methodologies. Cell. Education. Educational Technology. Science Teaching.

1 INTRODUÇÃO

Ensinar citologia nos anos finais do Ensino Fundamental é um desafio recorrente para o professor de Ciências. Por envolver conteúdos microscópicos, a abstração exigida pode afastar o estudante da compreensão conceitual. Nesse contexto, a tecnologia surge como uma aliada essencial para ampliar as possibilidades de visualização, interação e experimentação científica (Santos; Franqueira, 2011; Valente; Mazzone; Baranauskas, 2017; Lima; Foltran; Blanco, 2025).

A proposta aqui apresentada foi desenvolvida no âmbito do Programa de Ensino Integral (PEI) da rede estadual paulista, que prioriza o protagonismo juvenil, a inovação e o desenvolvimento de competências socioemocionais. A prática, aplicada em 2022 e reaplicada em 2023, transformou o tradicional estudo das células — antes restrito ao livro didático — em uma experiência interativa digital, na qual os estudantes “navegaram” pela estrutura celular clicando em organelas e acessando suas funções por meio de uma apresentação criada no Microsoft PowerPoint.

De acordo com Silva *et al.* (2025), “a adoção das tecnologias digitais no ensino de Ciências atua como um recurso que torna o ambiente de aprendizagem mais dinâmico, favorecendo a participação dos estudantes e oferecendo novas formas de construir saberes” (p. 2). Essa perspectiva reforça que a incorporação das tecnologias educacionais contribui diretamente para a construção de ambientes mais participativos e engajadores, nos quais o estudante assume papel ativo em seu próprio processo de aprendizagem.

Essa iniciativa está em sintonia com as Competências Gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), especialmente as de número 2 e 5 (Brasil, 2018), que enfatizam o desenvolvimento do pensamento científico e o uso crítico e criativo das tecnologias digitais. Também dialoga com os princípios do Currículo Paulista, que propõe o uso das tecnologias como recurso para potencializar aprendizagens significativas e promover a autoria dos estudantes (São Paulo, 2019).

Portanto, a experiência aqui relatada busca evidenciar como a combinação entre conteúdos científicos e ferramentas digitais acessíveis pode transformar o ensino de Ciências em uma prática mais interativa, significativa e alinhada às demandas contemporâneas da educação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A integração entre tecnologia e ensino de Ciências tem sido amplamente estudada nas últimas décadas, sobretudo a partir da perspectiva das metodologias ativas, que propõem o estudante como protagonista do processo de aprendizagem, favorecendo o engajamento, a curiosidade e a autonomia (Bacich e Moran, 2018; Berbel, 2011). Essas abordagens têm se mostrado eficazes por deslocarem o foco da memorização de conteúdo para a aprendizagem significativa (Ausubel, 2003; Moreira; Masini, 2006), na qual o estudante constrói novos conhecimentos a partir de experiências concretas e mediadas pelo professor.

No contexto contemporâneo, a aprendizagem é potencializada pelo uso de recursos digitais interativos, que possibilitam a visualização de fenômenos invisíveis a olho nu e a experimentação de ideias em ambientes simulados. De acordo com Valente *et al.* (2017), o uso de ferramentas tecnológicas no ensino deve ir além da simples substituição de recursos analógicos, assumindo papel de instrumento mediador da construção do conhecimento. Essa visão é compartilhada por Kenski (2007), que defende que as tecnologias digitais contribuem para o desenvolvimento do pensamento científico, crítico e criativo, ao mesmo tempo em que fortalecem as competências digitais e a autonomia dos estudantes.

Para o ensino de Ciências, Araya, Gibin e Souza Filho (2021) destacam que as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), quando empregadas de modo crítico e reflexivo,

tornam-se recursos de protagonismo estudantil e autoria docente, ampliando o alcance das metodologias ativas. Assim, as TDIC não devem ser vistas apenas como suporte técnico, mas como parte integrante da prática pedagógica e do processo de construção do conhecimento científico.

Entre as ferramentas tecnológicas exploradas nesse contexto, o Microsoft PowerPoint tem ganhado novos significados no campo educacional. Tradicionalmente utilizado para exposições estáticas, ele vem sendo rediscutido e ressignificado como recurso interativo, capaz de integrar imagens, sons, vídeos e links que estimulam a curiosidade e a exploração ativa dos conteúdos.

Nesse sentido, Putriana *et al.* (2022) demonstraram que a utilização do PowerPoint de forma interativa é válida, prática e eficaz para o ensino de Ciências, especialmente quando associada à exploração multimídia e à curiosidade dos estudantes. De forma semelhante, Silva *et al.* (2022) ressaltam que o uso criativo e pedagógico do *PowerPoint* contribui significativamente para o desenvolvimento de aulas mais dinâmicas e motivadoras, fortalecendo o engajamento discente e o protagonismo na aprendizagem.

Em complemento, Silva *et al.* (2025) reafirmam que a adoção de tecnologias digitais, como o *PowerPoint*, transforma o ambiente escolar em um espaço mais participativo, interativo e significativo, onde o aluno se envolve ativamente com o conhecimento científico. Segundo os autores, “o uso criativo e pedagógico do *PowerPoint* contribui significativamente para o desenvolvimento de aulas interativas e para a aprendizagem dos estudantes” (Silva *et al.*, 2022, p. 5).

De maneira convergente, Ferreira e Santos (2025) argumentam que as tecnologias, quando utilizadas como ferramentas facilitadoras, aproximam os alunos dos conteúdos e tornam o processo de ensino-aprendizagem mais ativo, inclusivo e dinâmico. Conforme afirmam, “a utilização de recursos tecnológicos na educação favorece o aprendizado, desperta o interesse dos estudantes e proporciona experiências significativas que fortalecem o desenvolvimento cognitivo e social” (Ferreira; Santos, 2025, p. 3).

Quadro 1 – Estudos recentes sobre interatividade e uso de tecnologias no ensino de Ciências.

Autor(es) / Ano	Título	Foco da pesquisa	Principais contribuições para este estudo
Putriana <i>et al.</i> (2022)	<i>Development of Interactive Multimedia Based on PowerPoint in Science Learning</i>	Uso de PowerPoint interativo no ensino de Ciências	Mostrou que o PowerPoint, quando planejado com interatividade, é eficaz para promover engajamento e aprendizagem significativa.
Silva <i>et al.</i> (2022)	Utilização criativa do PowerPoint como	Ensino com apresentações	Evidenciou que o PowerPoint pode gerar aulas interativas e motivadoras, reduzindo a evasão e

	ferramenta pedagógica	dinâmicas	aumentando o interesse.
Araya, Gibin e Souza Filho (2021)	O ensino de Ciências e as TDIC na Educação Básica	Integração das TDIC nas metodologias ativas	Defendem o papel da mediação docente e o protagonismo discente no uso crítico das tecnologias.
Ferreira e Santos (2025)	Educação e recursos tecnológicos como ferramentas facilitadoras	Uso de tecnologias no ensino fundamental	Apontam que tecnologias simples favorecem a participação e melhoram a aprendizagem significativa.
Silva <i>et al.</i> (2025)	Tecnologias no ensino de Ciências: o uso em perspectiva	Interatividade e engajamento no ensino de Ciências	Destacam que tecnologias digitais dinamizam o ambiente de aprendizagem e ampliam o interesse dos alunos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025) a partir de Putriana *et al.* (2022); Silva *et al.* (2022; 2025); Araya *et al.* (2021); Ferreira e Santos (2025).

Assim, os estudos analisados apontam que a interatividade digital é um meio eficaz para potencializar o ensino e a aprendizagem de Ciências, desde que o professor atue como mediador do processo e o estudante assume o papel de protagonista na construção do conhecimento. A tecnologia, nesse sentido, não substitui o professor, mas amplia sua capacidade de criar experiências de aprendizagem mais vivas, exploratórias e conectadas à realidade dos alunos. Esses estudos reforçam que a interatividade digital é um meio eficaz para potencializar a aprendizagem de conteúdos de Ciências, desde que o professor assume o papel de mediador e o estudante o de protagonista na construção do conhecimento.

3 METODOLOGIA

O estudo caracteriza-se como um relato de experiência docente, de abordagem qualitativa e natureza descritiva, desenvolvido em escolas públicas da rede estadual de São Paulo, pertencentes ao Programa de Ensino Integral (PEI/SEDUC-SP). A prática foi aplicada em diferentes contextos escolares, totalizando quatro turmas de 6º ano do Ensino Fundamental, com aproximadamente 120 alunos, distribuídos entre os municípios de Piracicaba (2022) e Americana (2023).

A proposta teve como objetivo investigar as contribuições do uso do *PowerPoint* interativo no ensino de Ciências, especialmente na compreensão da estrutura celular, considerando o impacto da tecnologia na participação, curiosidade e engajamento dos estudantes.

3.1 Planejamento e recursos

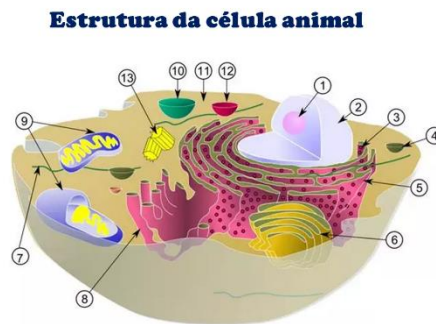
O planejamento foi estruturado com base nos princípios do Currículo Paulista – Ciências da Natureza, mais especificamente na Unidade Temática “Vida e Evolução”, dentro da Situação de

Aprendizagem “A célula como unidade dos seres vivos” (São Paulo, 2019). Os recursos utilizados foram os seguintes:

- **Ferramenta principal:** Microsoft PowerPoint, com slides interativos que continham imagens de células e links clicáveis em cada organela, permitindo a navegação entre suas partes e funções;
- **Recursos complementares:** computador, projetor multimídia e vídeos curtos explicativos sobre citologia.
- **Materiais de apoio:** caderno do aluno, anotações orientadas e cartazes produzidos coletivamente.
- **Avaliação:** observação direta, autoavaliação dos estudantes e análise das atividades escritas realizadas após a prática.

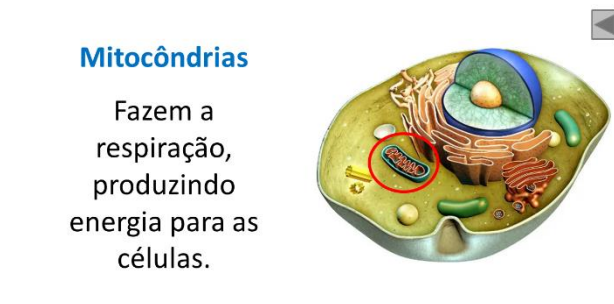
A criação dos slides buscou unir design visual, interatividade e conteúdo científico, aproximando o tema da realidade dos estudantes. O PowerPoint foi utilizado não apenas como ferramenta de exposição, mas como ambiente interativo de aprendizagem, em que cada elemento clicável abria novas janelas com informações, imagens e descrições das organelas celulares.

Figura 1 – Interface criada com numerações clicáveis em cada organela celular, permitindo a navegação entre as partes da célula.



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 2 – Cada número direcionava o estudante a uma nova tela com o nome e a função da estrutura celular.



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

3.2 Etapas da sequência didática

A sequência didática foi organizada em cinco momentos principais, seguindo uma lógica de aproximação gradual entre teoria, prática e tecnologia:

- **Introdução dialogada:** retomada dos conhecimentos prévios sobre seres vivos e não vivos, explorando a ideia de célula como unidade fundamental da vida.
- **Exploração digital:** apresentação da célula interativa no PowerPoint, com explicação inicial do funcionamento do recurso e das regras de participação.
- **Interação ativa:** os estudantes, em grupos, interagiram com a apresentação clicando nas organelas para descobrir seus nomes, funções e imagens correspondentes.
- **Socialização:** cada grupo apresentou as descobertas aos colegas, mediado pelo professor, consolidando o aprendizado por meio da troca de saberes e do diálogo.
- **Síntese prática:** confecção de modelos tridimensionais de células com materiais recicláveis, reforçando a aprendizagem pela via manual e criativa.

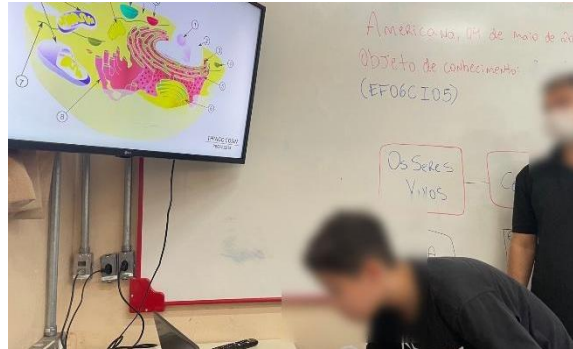
Durante a aplicação, o professor atuou como mediador, estimulando a curiosidade e conduzindo os alunos a refletirem sobre as funções das estruturas celulares, conectando o conteúdo às práticas cotidianas e aos desafios da biotecnologia contemporânea.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A proposta mostrou-se eficaz para estimular a curiosidade, o engajamento e o protagonismo estudantil. Desde os primeiros momentos da aplicação, observou-se o entusiasmo dos alunos ao interagir com o recurso digital, transformando o estudo da célula — tradicionalmente teórico e abstrato — em uma atividade dinâmica, participativa e lúdica. A possibilidade de explorar a estrutura celular de forma visual e interativa fez com que os estudantes se envolvessem

espontaneamente com o conteúdo, participando ativamente das discussões e colaborações em grupo.

Figura 3 – Estudante do 6º ano utilizando o computador para explorar as organelas celulares durante a aula de Ciências.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2023).

Figura 4 – Estudante do 6º ano escolheu a estrutura “Lisossomo” durante a aula de Ciências.



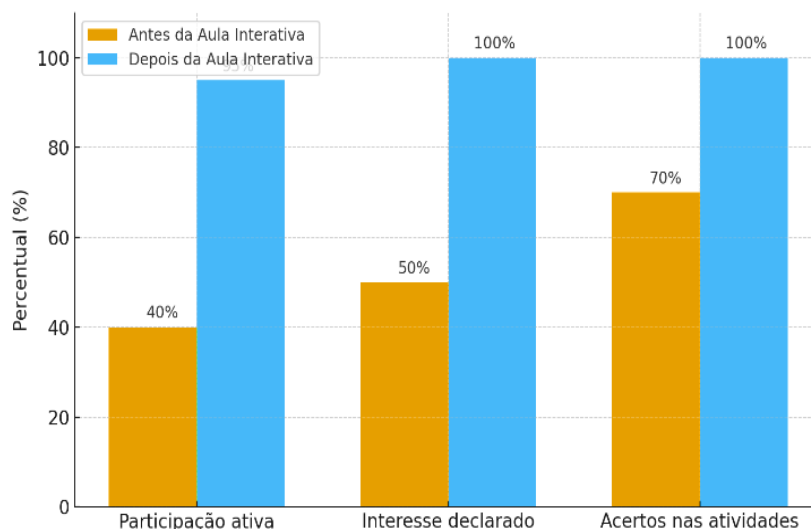
Fonte: Arquivo pessoal do autor (2023).

A aplicação da proposta em duas realidades distintas — uma escola estadual de Piracicaba (2022) e outra de Americana (2023) — revelou diferentes condições de infraestrutura e perfis estudantis, mas resultados semelhantes em termos de aprendizagem e participação. Enquanto na primeira escola os recursos tecnológicos eram mais limitados, exigindo o uso coletivo do computador e mediação direta do professor, na segunda, a estrutura mais completa possibilitou maior autonomia dos alunos no manuseio do material digital.

Apesar dessas diferenças, ambas as experiências demonstraram que a interatividade digital favorece a construção do conhecimento, uma vez que promove o diálogo, o trabalho colaborativo e o interesse pela temática científica.

A análise das atividades escritas e práticas realizadas após a aula interativa confirmou a consolidação dos conceitos trabalhados. Os alunos conseguiram identificar e relacionar corretamente as organelas e suas funções, demonstrando compreensão conceitual e capacidade de aplicação dos conhecimentos. O desempenho observado nos registros e nos relatos dos estudantes reforça o impacto positivo da proposta na aprendizagem.

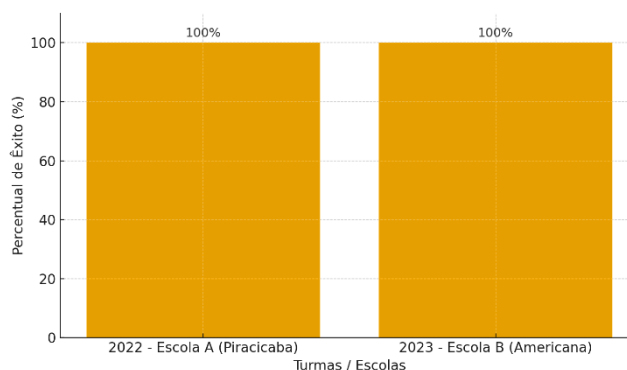
Figura 5 – Comparativo de engajamento e desempenho antes e depois da aula interativa.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Observa-se o aumento significativo na participação, no interesse e no desempenho dos estudantes após a experiência digital.

Figura 6 – Comparativo entre as turmas de 2022 (Piracicaba) e 2023 (Americana), evidenciando o alcance de resultados plenos após a aplicação da proposta.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

De modo semelhante ao relatado por Putriana *et al.* (2022), a proposta interativa baseada no PowerPoint resultou em maior engajamento e melhor compreensão dos conteúdos, especialmente ao permitir a manipulação visual das estruturas celulares e o desenvolvimento de habilidades cognitivas por meio da exploração digital. Esses resultados convergem com os achados de Silva *et al.* (2022) e Ferreira e Santos (2025), que apontam que o uso criativo e intencional das tecnologias digitais favorece a aprendizagem significativa e fortalece o protagonismo dos estudantes.

Os relatos dos estudantes, durante e após as aulas, evidenciaram satisfação, curiosidade e sentimento de autoria. Muitos expressaram interesse em criar suas próprias versões do material interativo, o que demonstra o potencial formativo dessa abordagem no desenvolvimento de competências digitais e científicas.

Assim, a prática analisada reforça que o uso pedagógico das tecnologias digitais no ensino de Ciências, quando articulado à mediação docente e à participação ativa dos alunos, representa um caminho promissor para a inovação metodológica, capaz de tornar o aprendizado mais envolvente, acessível e transformador.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência confirma que recursos simples, quando utilizados com intencionalidade pedagógica, podem gerar aprendizagens complexas e significativas. O uso do PowerPoint, tradicionalmente associado a exposições estáticas, foi ressignificado como uma ferramenta de interação, descoberta científica e mediação ativa do conhecimento. A proposta demonstrou que a tecnologia, quando articulada à criatividade docente, pode se transformar em um ambiente de aprendizagem dinâmico, acessível e engajador, aproximando os alunos do conteúdo de forma concreta e prazerosa.

Assim como indicam Araya *et al.* (2021) e Silva *et al.* (2025), o uso de tecnologias digitais no ensino de Ciências deve estar alinhado a uma intencionalidade pedagógica clara, crítica e reflexiva, de modo que o foco não recaia na ferramenta em si, mas na experiência de aprendizagem que ela possibilita. No contexto das escolas do Programa de Ensino Integral (PEI) da rede estadual paulista, o PowerPoint mostrou-se um recurso viável, eficaz e de fácil implementação, promovendo interatividade, autoria e protagonismo discente.

Mais do que memorizar estruturas ou decorar conceitos, os alunos vivenciaram o conteúdo de forma ativa, explorando a célula, compreendendo as funções de suas organelas e desenvolvendo curiosidade científica — elementos fundamentais para a formação integral proposta pela BNCC.

O impacto da proposta pôde ser observado não apenas nos resultados das atividades, mas também nas atitudes dos estudantes diante do conhecimento: tornaram-se mais participativos, questionadores e criativos, o que evidencia o poder transformador das metodologias que unem tecnologia, investigação e mediação docente.

Em síntese, a célula ganhou vida não apenas na tela, mas também na imaginação e no protagonismo de cada estudante, revelando que a inovação pedagógica pode nascer de práticas simples, quando guiadas por propósito educativo, sensibilidade e compromisso com a aprendizagem significativa.

REFERÊNCIAS

- ARAYA, A. M. O., GIBIN, G. B., SOUZA FILHO, M. P., eds. **O ensino de Ciências e as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC):** pesquisas desenvolvidas na educação básica [online]. São Paulo: Editora UNESP, 2021, 218 p. ISBN: 978-65-5714-054-3. <https://doi.org/10.7476/9786557140543>.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos:** uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.
- BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática** [recurso eletrônico] / Organizadores, Lilian Bacich, José Moran. – Porto Alegre: Penso, 2018 e-PUB.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, [S. l.], v. 32, n. 1, p. 25–40, 2012. DOI: 10.5433/1679-0383.2011v32n1p25. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/10326>. Acesso em: 19 out. 2025.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 19 out. 2025.
- FERREIRA, C. S.; SANTOS, M. P. M. Educação e os recursos tecnológicos como ferramenta facilitadora no processo de ensino-aprendizagem no ensino fundamental. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 1801–1822, 2025. DOI: 10.51891/rease.v11i2.18065. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/18065>. Acesso em: 19 out. 2025.
- KENSKI, V. M. Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação / Vani. Moreira Kenski. - Campinas, SP: Papirus, 2007. – (Coleção Papirus. Educação).
- LIMA, M. R. e S.; FOLTRAN, E. P.; BLANCO, S. F. M. M. (orgs.). **Formação docente e inovações tecnológicas:** desafios para a inclusão no âmbito do PROFEI. 1. ed. Rio de Janeiro: Autografia Editora, 2025. 264 p. ISBN 9788551877166.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. 2ª ed. São Paulo: Centauro Editora; 2006.

PUTRIANA, F. A. *et al.* **Development of interactive multimedia based on PowerPoint in science learning**. Journal of Physics: Conference Series, v. 2157, p. 1–7, 2022. DOI: 10.1088/1742-6596/2157/1/012034.

SANTOS, S. M. A.V.; FRANQUEIRA, A. da S.; LOBO, Í. M.. **Inovação Tecnológica Na Educação**: Gestão, Formação de Professores e Inclusão. [s.l.]: Repositório Acadêmico – Editora Acadêmica Aluz, 2025. DOI: 10.51473/42t6db13. Disponível em: <https://ebooks.editoraaluz.com.br/edu/catalog/book/82>. Acesso em: 19 out. 2025.

SÃO PAULO (Estado). **Currículo Paulista**. São Paulo: Secretaria da Educação, 2019.

SILVA, R. F. *et al.* Tecnologias no ensino de ciências: o uso em perspectiva crítica. **Observatório De La Economía Latinoamericana**, [S. l.], v. 23, n. 7, p. e10718, 2025. DOI: 10.55905/oelv23n7-111. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/10718>. Acesso em: 19 out. 2025.

SILVA, R. *et al.* **Utilização criativa do PowerPoint como ferramenta pedagógica**. Anais do Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências (CONAPESC), v. 3, p. 1–7, 2022. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2022/TRABALHO_COMPLETO_EV177_MD1_ID1074_TB600_22082022230905.pdf. Acesso em: 19 out. 2025.

VALENTE, J. A.; MAZZONE, J. S.; BARANAUSKAS, M. C. C. (orgs.). **Aprendizagem na era das tecnologias digitais**: conhecimento, trabalho na empresa e design de sistemas. São Paulo: Cortez, 2017. 271 p. ISBN 978852491471.

CAPÍTULO 5

RECURSOS DIGITAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: O PAPEL DA MODELAGEM MOLECULAR NA COMPREENSÃO DA POLARIDADE DAS MOLÉCULAS

DIGITAL RESOURCES IN SCIENCE TEACHING: THE ROLE OF MOLECULAR
MODELING IN UNDERSTANDING THE POLARITY OF MOLECULES

Edmilson Clarindo de Siqueira   

Doutor em Biologia Celular e Molecular Aplicada, Secretaria de Educação e Esportes de Pernambuco
(SEE/PE), Arcoverde-PE, Brasil

DOI: 10.52832/wed.190.1077 

Resumo: Este capítulo apresenta uma proposta didática que utiliza softwares de modelagem molecular como ferramenta para o ensino da polaridade molecular em turmas do 1º ano do Ensino Médio. A atividade foi desenvolvida com o objetivo de tornar conceitos abstratos mais acessíveis por meio da visualização tridimensional e da simulação de interações entre moléculas. Os estudantes realizaram simulações de docking entre substâncias polares e apolares, analisando mapas de potencial eletrostático para identificar padrões de afinidade e repulsão. Para isso foi utilizado o software molinspiration, disponível diretamente na internet. Os resultados indicaram maior compreensão dos conceitos de polaridade, interação intermolecular e propriedades físico-químicas associadas. A abordagem contribuiu para o desenvolvimento do pensamento crítico e científico dos alunos, além de promover maior engajamento nas aulas de Ciências da Natureza. Conclui-se que o uso de tecnologias digitais pode enriquecer o processo de ensino-aprendizagem, especialmente em temas de difícil abstração.

Palavras-chave: Ciências. Ensino. Modelagem. Molecular. Polaridade.

Abstract: This chapter presents a teaching proposal that utilizes molecular modeling software as a tool for introducing the concept of molecular polarity to first-year high school students. The activity was designed to make abstract concepts more accessible through three-dimensional visualization and the simulation of molecular interactions. Students conducted docking simulations between polar and nonpolar substances, analyzing electrostatic potential maps to identify patterns of affinity and repulsion. For this purpose, the Molinspiration software, which is freely available online, was employed. The results indicated an improved understanding of concepts such as polarity, intermolecular interactions, and related physicochemical properties. This approach contributed to the development of students' critical and scientific thinking, while also enhancing engagement in Natural Sciences classes. It is concluded that the use of digital technologies can enrich the teaching and learning process, especially in subjects that involve high levels of abstraction.

Keywords: Sciences. Teaching. Modeling. Molecular. Polarity.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de ciências aborda conceitos fundamentais que sustentam toda a formação científica dos estudantes. Entre esses conceitos, a polaridade das moléculas se destaca pela sua complexidade, pois requer que os alunos consigam visualizar a organização tridimensional dos átomos e a distribuição das cargas elétricas nas moléculas. A dificuldade em compreender aspectos como geometria molecular e assimetria frequentemente leva a uma compreensão limitada da regra de solubilidade, conhecida popularmente como “semelhante dissolve semelhante” (Carvalho, 2019).

As metodologias tradicionais, baseadas sobretudo em representações bidimensionais dos livros e quadros ou em modelos moleculares físicos com esferas e hastes, apresentam limitações evidentes. Essas abordagens muitas vezes não conseguem ilustrar de forma adequada aspectos dinâmicos como a distribuição da nuvem eletrônica, a eletronegatividade ou a variação do momento dipolar. Sem essa noção espacial e a distribuição de cargas, os docentes tendem a recorrer à

memorização de definições, em vez de compreenderem de fato os princípios físicos e químicos que explicam a polaridade molecular (Beckert; Lima, 2024).

Diante desse desafio pedagógico, a utilização de softwares de modelagem molecular se apresenta como uma inovação didática relevante e indispensável. Essas ferramentas digitais possibilitam a criação, rotação e manipulação de estruturas moleculares em um ambiente tridimensional e interativo. Com essas ferramentas, os alunos podem visualizar, em tempo real, moléculas polares e apolares, o que facilita a compreensão imediata de suas características geométricas e distribuições de cargas elétricas (Ferreira, 2022; Huang *et al.*, 2025).

Vários trabalhos têm sido descritos na literatura sobre os avanços das *Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação* (TDICs) no processo pedagógico. Por exemplo, Manfio e Cirino (2024), usaram o simulador virtual Geometria Molecular, disponível na plataforma *Physics Education Technology* (PhET) em uma aula de Química com uma turma do primeiro ano do Ensino Médio. Ao término da atividade, verificou-se uma aprendizagem conceitual significativa, em que os estudantes conseguiram estabelecer relações entre os nomes das geometrias moleculares e as formas das moléculas apresentadas em 3D.

Recentemente, o potencial das TDICs como ferramentas didáticas têm se tornado cada vez mais presentes no cotidiano de crianças e jovens, incluindo no ambiente escolar. A utilização de uma variedade de ferramentas digitais, como realidade aumentada, jogos educativos, aplicativos móveis, sites, vídeos e simuladores, para abordar temas complexos como organelas celulares, membrana plasmática e respiração celular, com foco em superar as dificuldades associadas à compreensão de conceitos abstratos e complexos têm sido revisados atualmente (Lima, 2025; Morais, 2025).

O elemento mais inovador no uso dos softwares de modelagem molecular é a capacidade de visualizar a superfície de potencial eletrostático. Neste sentido, o *molinspiration* é um software que oferece um kit de ferramentas de processamento molecular para um grande número de moléculas e que pode ser acessado diretamente na intranet. O kit emprega uma escala de cores para representar a distribuição de cargas na superfície da molécula, possibilitando ao aluno visualizar os pólos bem definidos nas moléculas e sua polaridade (ALVES *et al.*, 2022).

Além de permitir a visualização, o *molinspiration* oferece a possibilidade de simular interações e testar hipóteses. O estudante pode, por exemplo, aproximar virtualmente moléculas polares e apolares e observar, na prática, a ausência de atração entre elas ou a formação de interações específicas, como as pontes de hidrogênio. Essa experiência transforma a regra de solubilidade em uma investigação científica simulada, promovendo uma assimilação do conteúdo muito mais eficaz e duradoura do que a simples leitura teórica do conceito (Belusso; Peruchin, 2018).

Assim, este capítulo tem como propósito analisar e evidenciar a efetividade didática do uso o *molinspiration* como ferramenta central no ensino da polaridade das moléculas em uma turma de Educação Básica. A intenção é mostrar como essa ferramenta não só torna mais acessível a compreensão de conceitos abstratos, como também incentiva o desenvolvimento do raciocínio espacial e da postura investigativa dos alunos, contribuindo para a construção de uma base conceitual sólida (Oliveira, 2020).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da pesquisa

Trata-se de uma intervenção didática realizada com uma turma do 1º ano do Ensino Médio, durante a unidade curricular sobre polaridade das moléculas. O método consistiu na utilização do software *molinspiration* diretamente na web (<https://www.molinspiration.com/cgi/properties>) para processar moléculas orgânicas polares e apolares.

Antes da atividade com o software, os estudantes participaram de uma etapa teórica abordando conceitos como eletronegatividade, ligações covalentes e a definição da geometria molecular. Essa preparação teve como principal finalidade assegurar que os alunos dominassem os conhecimentos prévios indispensáveis para analisar as moléculas em três dimensões (Oliveira, 2020; Ferreira, 2022).

2.2 Área de Estudo e Público-alvo

O trabalho foi conduzido em uma aula de Biologia na Escola de Referência em Ensino Médio Carlos Rios (EREM Carlos Rios), em Arcoverde, Pernambuco. Participaram da atividade 36 estudantes com idades entre 15 e 16 anos de ambos os gêneros (21 garotos e 15 garotas).

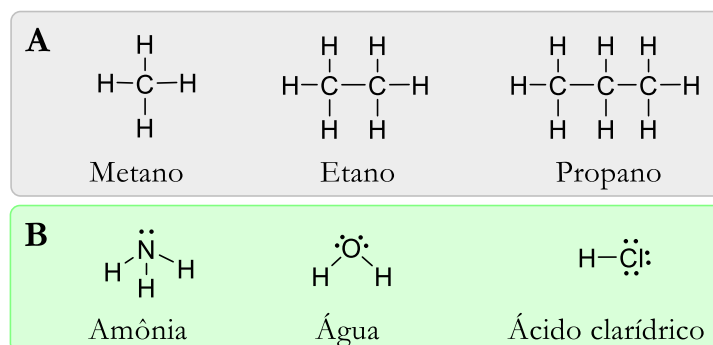
2.3 Metodologia da pesquisa

Foi utilizado o software *molinspiration* de código aberto, escolhido pela sua acessibilidade e capacidade de visualização 3D em tempo real. Após a configuração prévia dos computadores do laboratório, o software foi ajustado para destacar recursos visuais essenciais à polaridade: a exibição da nuvem eletrônica e o mapeamento da superfície de potencial eletrostático, que usa um gradiente de cores para ilustrar a distribuição de carga na molécula (Phankingthongkum; Limpanuparb, 2021).

Inicialmente, os alunos modelaram e analisaram substâncias apolares, como metano (CH_4), etano (CH_3CH_3) e propano ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$) – Figura 1.A. Eles observaram a ausência do vetor momento dipolar e a simetria de cores no mapa de potencial eletrostático, associando essa uniformidade à apolaridade. Em seguida, a atividade focou em moléculas polares, como amônia

(NH₃), água (H₂O) e ácido clorídrico (HCl) – Figura 1.B. Nesta fase, os estudantes puderam manipular as estruturas para identificar o vetor dipolar resultante e a clara assimetria de cargas na superfície mapeada, o que permitiu correlacionar a geometria não-linear com a polaridade.

Figura 1 – Estruturas moleculares de substâncias apolares (A) e polares (B).



Fonte: Moléculas geradas a partir do software *ChemDraw*.

Após a análise individual, a metodologia focou na simulação de interações moleculares no software. Os alunos foram desafiados a aproximar modelos de moléculas polares e apolares, observando a falta de interação, o que confirmou visualmente a regra “semelhante dissolve semelhante”. Em seguida, simularam a atração entre moléculas de água, evidenciando as pontes de hidrogênio. Esta etapa transformou a regra de solubilidade de um conceito memorizado em uma descoberta baseada na visualização da interação molecular (Carvalho, 2019; Phankingthongkum; Limpanuparb, 2021).

A avaliação foi realizada a partir da observação dos estudantes, considerando os índices de envolvimento destes na atividade proposta e o empenho dos mesmos no tocante à resolução de exercícios de aplicação de conhecimento 3D.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante as atividades, os estudantes realizaram simulações de docking entre moléculas polares e apolares para identificação de padrões de interação. Eles observaram que as substâncias polares apresentaram maior afinidade por sítios de ligação com características hidrofílicas, enquanto as substâncias apolares demonstraram preferência por ambientes hidrofóbicos. Essa diferenciação foi evidenciada pela análise dos mapas de potencial eletrostático gerados pelos softwares (Ferreira, 2022; Manfio; Cirino, 2024).

A Figura 2 ilustra um momento da atividade em que os estudantes utilizam o computador para construir modelos moleculares em 3D.

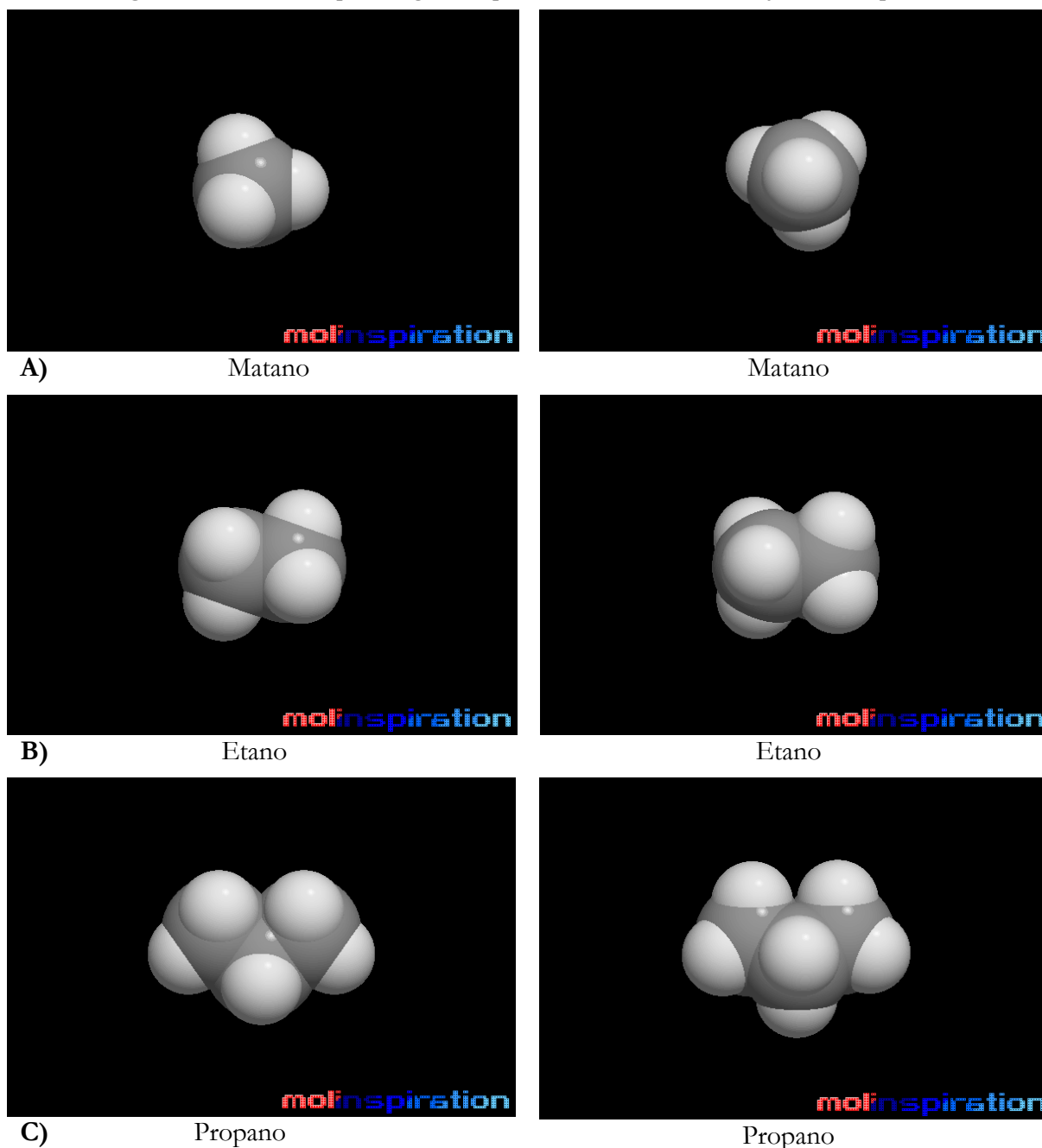
Figura 2 – Estudantes utilizando o *software molinspiration* para gerar as moléculas propostas.



Fonte: Autoral.

Por meio de softwares de modelagem *molinspiration*, os estudantes (Figura 2) manipulam estruturas químicas, analisando vetores de momento dipolar e superfícies de potencial eletrostático. Essa interação digital não apenas favoreceu o desenvolvimento do raciocínio espacial, mas também estimulou a autonomia e o engajamento dos alunos na compreensão de conceitos abstratos da química molecular.

A Figura 3, a seguir, mostra as moléculas apolares geradas pelos estudantes. Os discentes criaram e manipularam três moléculas apolares: metano (Figura 3.A), etano (Figura 3.B) e propano (Figura 3.C).

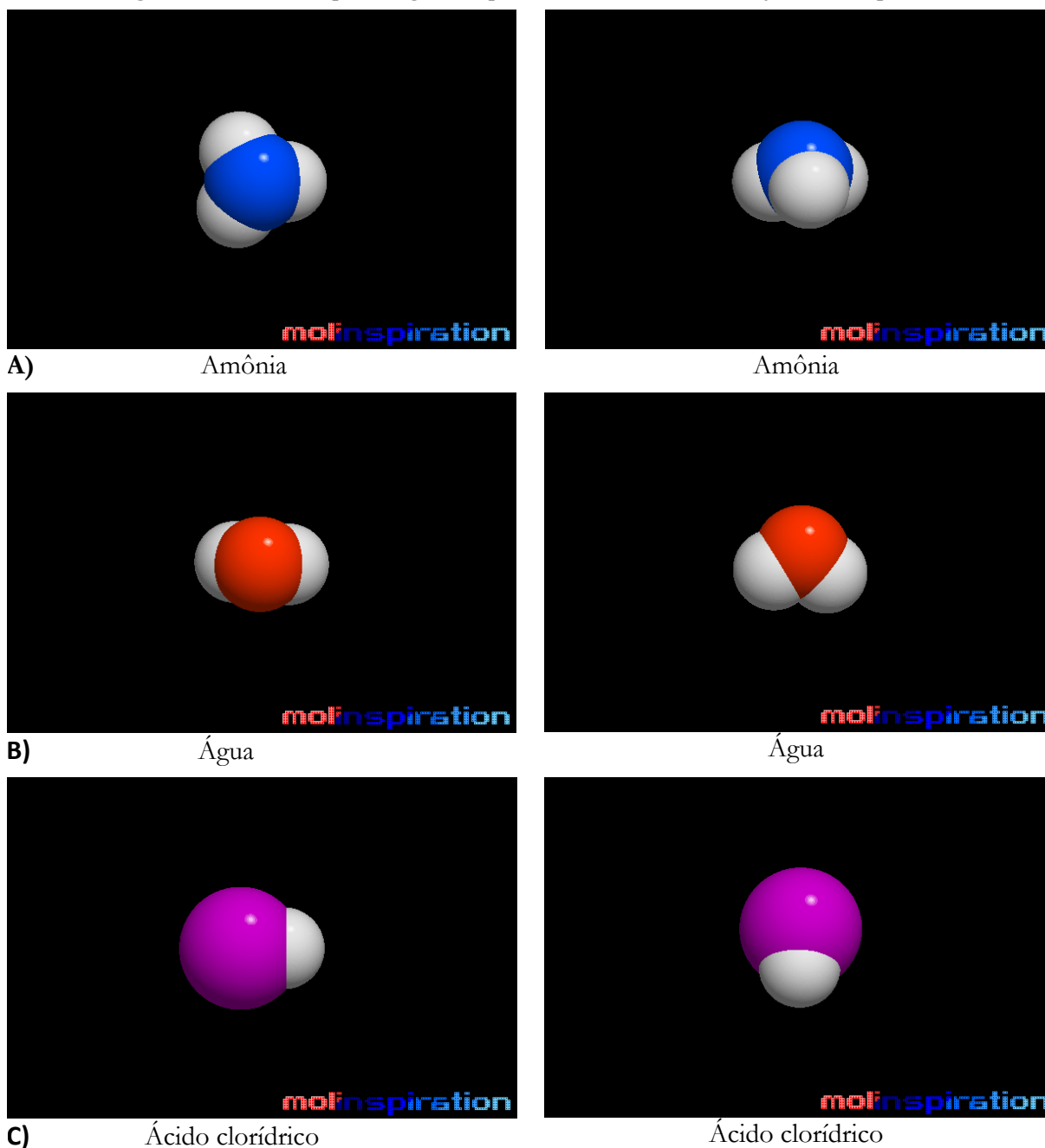
Figura 3 – Moléculas apolares geradas pelos estudantes usando o *software molinspiration*.

Fonte: Imagens geradas pelos estudantes a partir da manipulação do *software*.

Como mostrado na Figura 3, anteriormente, os estudantes manipularam as moléculas em várias posições diferentes para conseguir observar a simetria na distribuição dos átomos de hidrogênios e carbonos, além dos respectivos mapas de potencial eletrostático (volume).

A próxima etapa da proposta foi a modelagem das moléculas polares. A Figura 4 mostra o resultado da modelagem molecular para a amônia (Figura 4.A), água (Figura 4.B) e ácido clorídrico (Figura 4.C).

Figura 4 – Moléculas polares geradas pelos estudantes usando o *software molinspiration*.



Fonte: Imagens geradas pelos estudantes a partir da manipulação do *software*.

Através da Figura 4, supracitada, é possível observar que quanto menor o número de hidrogênio na molécula, mais visível se torna a sua polaridade através do mapa de potencial eletrostático.

A amônia (Figura 4.A) possui o maior número de átomos de hidrogênio (três) ligados ao átomo central de nitrogênio. Mesmo assim, é possível observar o momento dipolar (em azul) da molécula. Já na molécula de água o momento dipolar se torna mais visível (Figura 4.B, região vermelha) porque o oxigênio central está ligado apenas a dois hidrogênios. Por fim, no ácido

clorídrico (Figura 4.C) o momento dipolar fica mais evidente porque só existe um átomo de hidrogênio ligado ao átomo de cloro central.

Uma etapa adicional foi proposta com o objetivo de facilitar ainda mais a diferença entre as moléculas polares e apolares. Nessa nova etapa foi solicitado aos participantes que fizessem a manipulação das duas moléculas essenciais do processo respiratório: o gás oxigênio (O_2) e o gás carbônico (CO_2). O motivo para realização dessa etapa foi justamente o fato de ambas as moléculas possuírem em comum átomos de oxigênio com elétrons livres, além de serem simétricas.

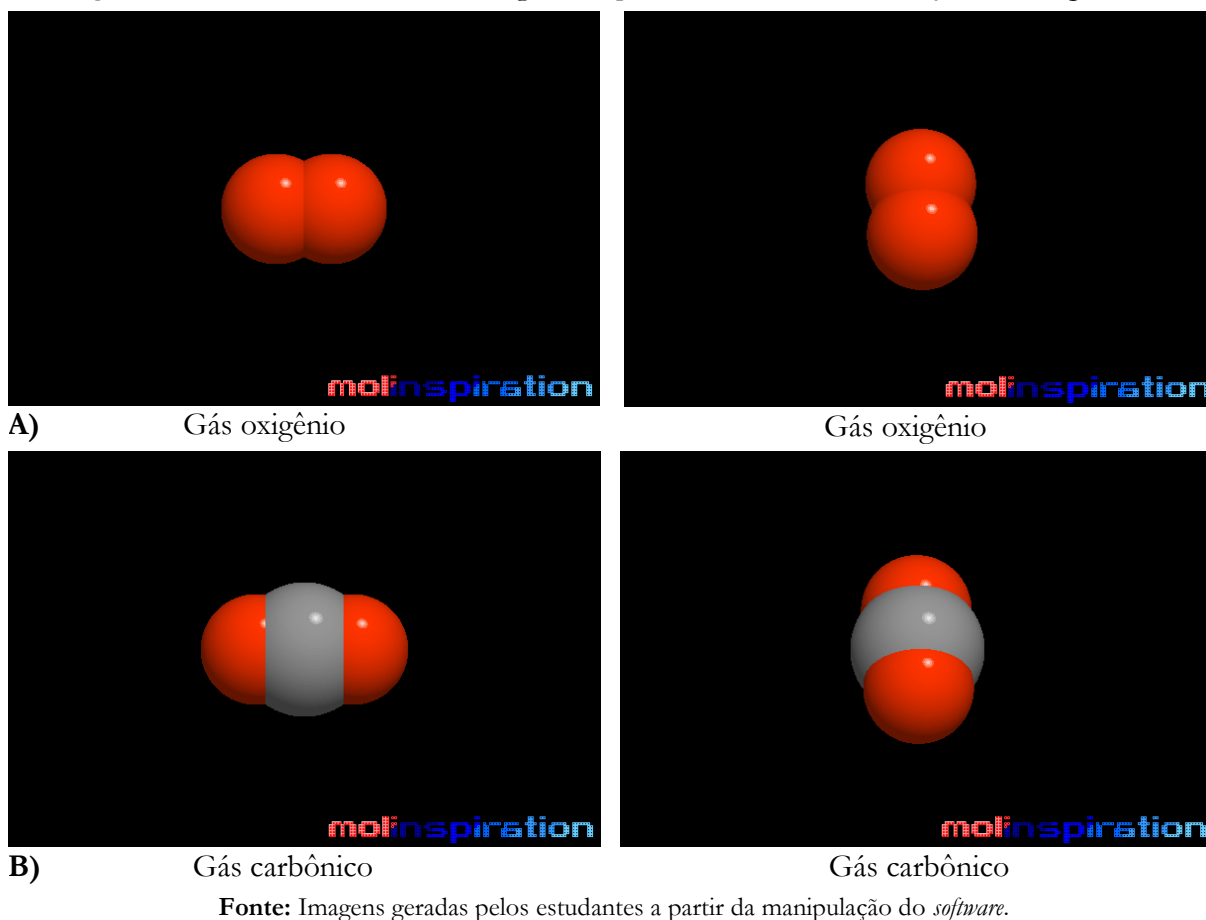
No O_2 e no CO_2 os estudantes puderam observar o quanto a simetria das moléculas interferia na sua polaridade. Isso pode ser observado na Figura 5 (página a seguir).

Como mostrou a Figura 5, produzida pelos estudantes, as moléculas de O_2 e CO_2 possuem átomos de oxigênio (em vermelho) com alta densidade de elétrons. Contudo, como as moléculas são simétricas os momentos de dipolos se anulam e as moléculas, portanto, se tornam apolares.

Os resultados mostraram que o uso do software *molinspiration* pelos estudantes melhorou a compreensão da polaridade das substâncias. No início, os alunos tinham dificuldades para perceber as diferenças estruturais entre moléculas polares e apolares usando apenas representações 2D. Com o auxílio dos modelos tridimensionais fornecidos pelo software, tornou-se mais fácil visualizar áreas com diferentes densidades eletrônicas, o que ajudou na compreensão da distribuição de cargas e, por consequência, da polaridade (Lohning *et al.*, 2017; Vidal-Limon, Aguilar-Toalá; Liceaga, 2022).

O uso desses softwares está plenamente alinhado com a demanda por integrar as TICs ao contexto educacional, favorecendo tanto a alfabetização digital quanto o engajamento dos estudantes do Ensino Médio (Manfio; Cirino, 2014). As TICs são fundamentais na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), sendo consideradas uma das 10 competências gerais para a Educação Básica (Brasil, 2018).

Figura 5 – Moléculas de O_2 e no CO_2 geradas pelos estudantes usando o *software molinspiration*.



Ao colocar o aluno no centro do processo, permitindo que ele construa e analise moléculas de forma interativa, a modelagem molecular transforma a aula em um verdadeiro laboratório virtual. Essa abordagem está em consonância com os fundamentos da aprendizagem ativa e com as práticas da pedagogia contemporânea (Lohning, 2017; Belusso; Peruchin, 2018).

Além disso, a atividade permitiu discutir limitações dos métodos computacionais, como a simplificação dos modelos e a dependência de parâmetros teóricos (ALVES, 2022). Os estudantes perceberam que, embora os softwares sejam ferramentas poderosas, os resultados devem ser interpretados com cautela e sempre associados ao conhecimento experimental.

Outro ponto relevante foi o desenvolvimento de habilidades digitais e científicas. O uso dos softwares estimulou a autonomia dos alunos na busca por informações, análise crítica dos resultados e elaboração de hipóteses, promovendo um aprendizado ativo e investigativo.

A discussão em grupo após as simulações favoreceu a troca de experiências e a consolidação do conhecimento. Os estudantes compartilharam diferentes estratégias para identificar a polaridade das moléculas, como a análise da geometria molecular e da presença de átomos eletronegativos, enriquecendo o debate e ampliando a compreensão coletiva (Manfio; Cirino, 2024).

Os resultados também evidenciaram a importância do contexto interdisciplinar, integrando conceitos de química, biologia e informática (Lima, 2025). A abordagem computacional permitiu relacionar a polaridade molecular com fenômenos biológicos, como a permeabilidade de membranas, tornando o aprendizado mais significativo (Carvalho, 2019).

A avaliação dos estudantes indicou alto grau de satisfação com a metodologia, destacando o caráter inovador e motivador da atividade. Muitos relataram que a experiência contribuiu para superar dificuldades anteriores na diferenciação entre substâncias polares e apolares, além de despertar interesse por áreas de pesquisa em química computacional.

Por fim, a implementação de softwares de modelagem molecular no ensino médio mostrou-se eficaz para promover a compreensão de conceitos fundamentais de química. A experiência reforça a necessidade de incorporar tecnologias digitais ao currículo, potencializando o aprendizado e preparando os estudantes para os desafios da ciência contemporânea (Vidal-Limon, Manfio; Cirino, 2024).

4 CONCLUSÃO

Os dados obtidos revelaram um avanço significativo na habilidade dos alunos em visualizar a geometria molecular e a distribuição de cargas em três dimensões nas moléculas sugeridas. A atividade com o software *molinspiration* demonstrou ser eficaz como ferramenta didática ao superar as limitações das representações bidimensionais.

A utilização do software *molinspiration* no ambiente educacional permitiu aos estudantes visualizar, de forma prática, as diferenças estruturais entre substâncias polares e apolares. Ao manipular moléculas em três dimensões, os alunos puderam observar a distribuição de cargas elétricas e a presença de grupos funcionais responsáveis pela polaridade, facilitando a compreensão de conceitos abstratos frequentemente abordados apenas de maneira teórica.

Os resultados indicaram que a visualização das moléculas em três dimensões contribuiu para o entendimento dos fatores que determinam a solubilidade e miscibilidade das substâncias. Os alunos relataram maior facilidade em relacionar a teoria com a prática, especialmente ao observar como moléculas polares e apolares interagem. Esses fatores reforçam a importância da complementaridade entre as propriedades físico-químicas das moléculas e seus ambientes de interação.

A modelagem molecular tem grande potencial para tornar o ensino de ciências mais contextualizado e interdisciplinar no Ensino Médio, mas sua implementação exige adaptação didática, formação docente e simplificação dos recursos tecnológicos.

Agradecimentos

Ao bibliotecário Sebastião Cesar Galino Vaz, da EREM Carlos Rios, pelo auxílio na montagem dos computadores para a realização da referida proposta pedagógica.

REFERÊNCIAS

- ALVES, T.A.A. *et al.* Mapeamento de conceitos: um recurso no aprendizado de química para alunos do ensino médio. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 5, p. 38526–38542, 2022. DOI:10.34117/bjdv8n5-379.
- BECKERT, F.S.B.; LIMA, D.F. de. Explorando a alfabetização científica no ensino fundamental: o papel das informações e dos conceitos cotidianos dos alunos. **Educação On-Line**, v. 19, n. 47, e24194715. <https://doi.org/10.36556/eol.v19i47.1773>.
- BELUSSO, R.; PERUCHIN, D. Modificações no processo de aprendizagem com a inserção de tecnologias digitais na educação. **Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 1, p. 117, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 10 out. 2025.
- CARVALHO, W.A. **Análise do aprendizado dos temas geometria molecular e polaridade das moléculas utilizando práticas pedagógicas alternativas**. 2019. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais com Habilidade em Química). Universidade Federal do Maranhão, São Bernardo-MA, 2019.
- FERREIRA, A.S. *et al.* Ferramentas lúdicas para intermediação pedagogia aplicadas ao ensino de química. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 2, p. 12421–12430, 2022. doi:10.34117/bjdv8n2-264.
- HUANG, Z. *et al.* Performance Tuning of Polarizable Gaussian Multipole Model in Molecular Dynamics Simulations. **Journal of Chemical Theory and Computation**, v. 21, n. 21(2):847–858, 2025.
- LIMA, F.J.P.M. de. **Biologia celular: tendências no uso de tecnologias digitais para o ensino de Biologia Celular no Ensino Médio (2014-2024)**. 2025. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas). Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2025.
- LOHNING, A. E. *et al.* A practical guide to molecular docking and homology modelling for medicinal chemists. **Current Topics in Medicinal Chemistry**, v. 17, n. 18, p. 2023–2040, 2017. <https://doi.org/10.2174/1568026617666170130110827>.
- MANFIO, R.A.; CIRINO, M.M. Utilização e avaliação de software para geometria molecular no ensino médio. **Revista PPC – Políticas Públicas e Cidades**, v. 13, n. 2, p. 01–19, 2024. <https://doi.org/10.23900/2359-1552v13n2-173-2024>.
- MORAIS, E.D. **Modelos didáticos em ciências biológicas: estudo de caso com o uso da impressão 3D no Ensino Médio**. 2025. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em

Ciências da Natureza: Biologia e Química). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2025.

OLIVEIRA, G. A. de. Tecnologia da informação e comunicação como ferramenta auxiliar para o ensino de Química Orgânica: uma proposta metodológica. **Revista Fimca**, v. 7, n. 2, p. 14–20, 2020. <https://doi.org/10.37157/fimca.v7i2.6>.

PHANKINGTHONGKUM, S.; LIMPANUPARB, T. A virtual alternative to molecular model sets: a beginners' guide to constructing and visualizing molecules in open-source molecular graphics software. **BMC Res Notes**, v. 14, n. 66, p. 1–7, 2021. <https://doi.org/10.1186/s13104-021-05461-7>.

VIDAL-LIMON, A.; AGUILAR-TOALÁ, J.E.; LICEAGA, A.M. Integration of Molecular Docking Analysis and Molecular Dynamics Simulations for Studying Food Proteins and Bioactive Peptides. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.70, n. 4, p. 934–943, 2022. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c06110>.

CAPÍTULO 6

OBSERVAÇÃO DE CÉLULA VEGETAL E ELABORAÇÃO DE MODELOS TÁTEIS: UMA PRÁTICA INCLUSIVA BASEADA NO DESENHO UNIVERSAL PARA A APRENDIZAGEM

OBSERVATION OF PLANT CELLS AND THE CREATION OF TACTILE MODELS: AN INCLUSIVE PRACTICE BASED ON UNIVERSAL DESIGN FOR LEARNING

Reinaldo Venancio do Valle   

Mestre em Educação pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru-SP, Brasil

Eder Pires de Camargo   

Livre docente em Física pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Docente da Faculdade de Engenharia (FEIS), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira-SP, Brasil

Alexandre de Oliveira Legendre   

Doutor em Química pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Docente da Faculdade de Ciências (FC), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru-SP, Brasil

DOI: 10.52832/wed.190.1078 

Resumo: O ensino de biologia celular no ensino fundamental muitas vezes depende de recursos essencialmente visuais, o que pode limitar a compreensão de parte dos estudantes. Este trabalho apresenta uma experiência pedagógica realizada com uma turma do 8º ano do ensino fundamental II da rede pública estadual de São Paulo, cujo objetivo foi promover a aprendizagem sobre a célula vegetal e a inclusão educacional por meio de atividades práticas baseadas nos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA). A proposta envolveu a observação das células da Elodea (*Egeria densa*) ao microscópio óptico e a produção de representações táteis. Na primeira etapa, os estudantes realizaram o contorno em alto-relevo de uma célula ampliada, com legendas em Braille para identificar as estruturas. Na segunda, construíram modelos táteis utilizando diversos materiais texturizados para representar estruturas e organelas. Embora a turma não contasse com alunos com deficiência visual, a atividade permitiu discutir a acessibilidade e ampliar a percepção dos alunos sobre a importância da inclusão. Os resultados indicaram maior engajamento e compreensão dos conteúdos, mostrando que a abordagem multissensorial contribui para a aprendizagem significativa e para a formação de uma cultura escolar mais inclusiva.

Palavras-chave: Biologia Celular. Célula Vegetal. Ensino de Ciências. Inclusão. Multissensorialidade.

Abstract: The teaching of cell biology in elementary education often relies on essentially visual resources, which may limit the understanding of some students. This paper presents a pedagogical experience carried out with an 8th-grade class from a public school in the state of São Paulo, Brazil. The objective was to promote learning about the plant cell and educational inclusion through practical activities based on the principles of Universal Design for Learning (UDL). The proposal involved observing Elodea (*Egeria densa*) cells under an optical microscope and producing tactile representations. In the first stage, students created a high-relief outline of an enlarged cell, adding Braille labels to identify its structures. In the second stage, they built tactile models using various textured materials to represent organelles and cellular components. Although the class did not include visually impaired students, the activity encouraged discussion about accessibility and raised awareness of the importance of inclusion. The results indicated greater student engagement and improved understanding of the content, showing that a multisensory approach contributes to meaningful learning and to the development of a more inclusive school culture.

Keywords: Cell Biology. Inclusion. Multisensoriality. Plant Cell. Science Teaching.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Biologia Celular, especialmente nos anos finais do Ensino Fundamental, é tradicionalmente mediado por imagens e representações bidimensionais que demandam forte abstração por parte dos alunos. No entanto, o estudo de estruturas microscópicas, como a célula vegetal, pode se tornar mais significativo quando articulado a práticas concretas e inclusivas que mobilizam múltiplos sentidos e promovem a participação ativa de todos os estudantes. A Base Nacional Comum Curricular - BNCC (Brasil, 2018), ressalta que o ensino de ciências deve favorecer a compreensão de fenômenos naturais por meio da observação, da experimentação e da argumentação, considerando a diversidade de formas de aprender.

A inclusão escolar, garantida pela Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Brasil, 2015), propõe que todos os alunos participem do processo educativo em igualdade de

condições. Contudo, para que isso se concretize, é necessário que as práticas pedagógicas se baseiam em princípios que assegurem acessibilidade e flexibilidade curricular. Entre essas abordagens, destaca-se o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), concebido pelo Center for Applied Special Technology (CAST), nos Estados Unidos, como uma proposta pedagógica que visa oferecer múltiplos meios de representação, ação, expressão e engajamento (Hall; Meyer; Rose, 2012) e em orientações da rede estadual de São Paulo (2015).

O DUA tem sido amplamente discutido na literatura brasileira como uma estratégia potente para o ensino inclusivo, ao permitir que diferentes estilos e ritmos de aprendizagem sejam contemplados (Zerbato; Mendes, 2018; Camargo, 2022). Segundo Vygotsky (1988), a aprendizagem se dá nas interações sociais e na mediação entre os sujeitos e o conhecimento, e o DUA traduz essa concepção ao ampliar as possibilidades de acesso e participação de todos os estudantes.

No campo do ensino de Ciências, a multissensorialidade tem se mostrado um recurso essencial para favorecer a aprendizagem significativa (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980; Soler, 1999). A utilização de recursos táteis, visuais e auditivos amplia as formas de representação dos fenômenos e permite que o conhecimento seja construído a partir da experiência sensorial e cognitiva (Camargo; Anjos, 2011). Nesse sentido, a criação de modelos táteis de células torna-se uma ferramenta didática eficaz não apenas para alunos com deficiência visual, mas também para toda a turma, reforçando o caráter universal das estratégias inclusivas.

Assim, este trabalho apresenta uma prática pedagógica desenvolvida em uma turma do 8º ano do ensino fundamental da rede pública estadual de São Paulo, cuja proposta envolveu a observação da Elodea (*Egeria densa*) ao microscópio e a elaboração de representações táteis da célula vegetal. A atividade foi planejada de acordo com os princípios do DUA e da multissensorialidade, com o intuito de promover a aprendizagem ativa, a colaboração e o desenvolvimento de uma consciência inclusiva entre os estudantes. A proposta contribui para demonstrar que a inclusão pode — e deve — estar presente em todas as salas de aula, mesmo na ausência de alunos com deficiência, promovendo uma educação verdadeiramente acessível, criativa e significativa para todos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da pesquisa

Esta pesquisa é um relato de experiência com abordagem qualitativa e caráter descritivo, realizado no contexto das aulas de Ciências em uma escola pública estadual. O foco foi analisar o potencial de práticas inclusivas e multissensoriais para a aprendizagem dos conceitos relacionados

à célula vegetal. Trata-se de uma pesquisa de intervenção, uma vez que houve o planejamento e a aplicação de uma proposta pedagógica voltada à promoção da aprendizagem acessível.

De acordo com Gil (2010), esse tipo de pesquisa busca contribuir para a solução de problemas concretos do contexto educativo. Relaciona o envolvimento direto do professor pesquisador com os alunos, desde o planejamento até as observações da dinâmica de aulas, a fim de compreender de que forma a intervenção influencia o processo de ensino e aprendizagem.

2.2 Área de Estudo e Público alvo

A atividade foi desenvolvida com uma turma do 8º ano do ensino fundamental II, composta por 28 estudantes, em uma escola pública da rede estadual de ensino do interior de São Paulo. Embora não houvesse alunos com deficiência visual na turma, a proposta foi planejada dentro dos princípios da educação inclusiva, permitindo que todos tivessem contato com estratégias acessíveis.

2.3 Metodologia da pesquisa

A prática foi estruturada em três atividades. Na atividade 1, os alunos observaram ao microscópio óptico monocular, até o aumento de 400X, as células da planta aquática Elodea (*Egeria densa*) fazendo registros no roteiro de aula (Figura 1), identificando estruturas como parede celular, citoplasma, vacúolo e cloroplastos (Figura 2). Em seguida, o professor fotografou, isolou uma célula, ampliou, editou e imprimiu para que a atividade 2 (Figura 3) fosse realizada pelos alunos, contornando e preenchendo as estruturas e organelas das células com cola 3D e colando as legendas em Braille produzidas com a reglete positiva.

Na atividade 3, com os moldes das estruturas e organelas da célula isolada feitos em papelão (Figura 4), os estudantes receberam um guia de orientação pedagógica (Figura 5) com explicações para elaboração dos modelos táteis da célula de Elodea utilizando EVA, cartolina e outros papéis texturizados (Valle, 2020, 2024) para representar as diferentes estruturas e organelas celulares e lã verde para simbolizar a membrana plasmática. As atividades foram conduzidas com mediação docente e diálogo coletivo sobre acessibilidade e inclusão no ensino de Ciências.

Figura 1 – Roteiro de aula para observação da Elodea.



GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO

Secretaria da Educação

ELETIVA: CÉLULA VEGETAL
INCLUSIVA

8º ANO ABC - 2023

Prof. Reinaldo Valle

Nome:

Data:

PROCEDIMENTO

RESULTADOS

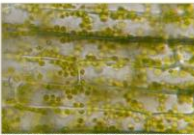
Aumento: _____

Observação de Célula Vegetal
da Elodea



Ramo de *Elodea* sp

https://img.petland.com.br/wp-content/uploads/2021/05/Elodea_sp.jpg



Folha de *Elodea* sp vista ao microscópio
óptico (aumento de 1000x)

https://www.3b1b.com/pt-br/imagens/Elodea_sp.jpg

Siga as orientações passadas pelo professor

MATERIAIS

Fonte: arquivo do autor.

Figura 2 – Observação das células e estruturas da Elodea.

Fonte: arquivo do autor.

Wissen Editora, 2026 | ISBN 978-65-85923-84-2 | DOI: <http://www.doi.org/10.52832/wed.190>

Figura 3 – Roteiro de aula da célula em alto-relevo com legendas em Braille.



Fonte: arquivo do autor.

Figura 4 – Moldes da célula vegetal.

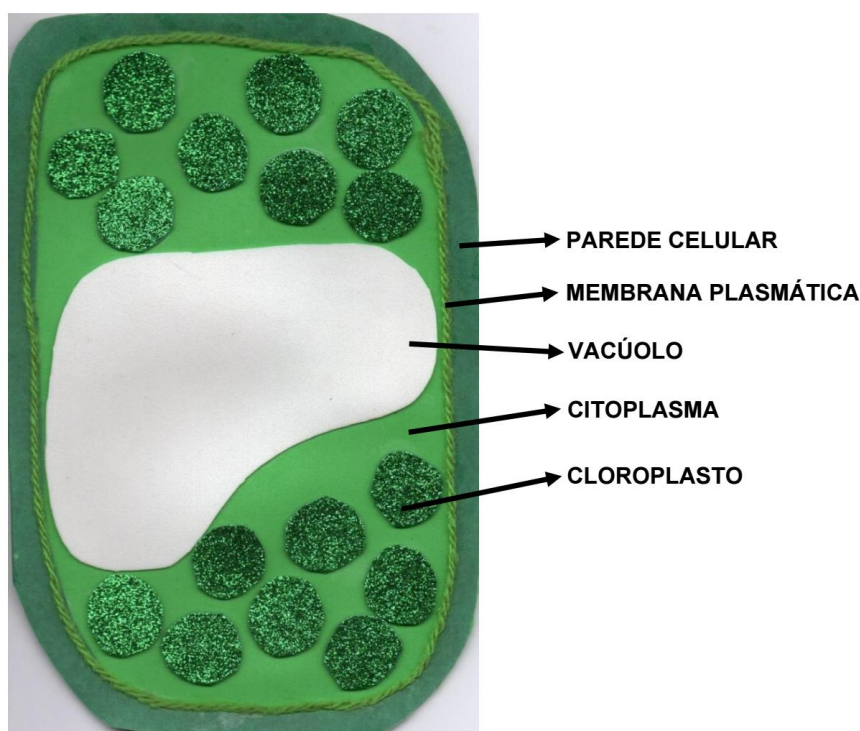


Fonte: arquivo do autor.

Figura 5 – Orientações para elaboração do modelo tátil.

Guia de orientação pedagógica para a elaboração de um modelo tátil de célula vegetal

- 1 – Formem grupos de 4 alunos;
- 2 – Vocês receberão os materiais para a confecção do modelo proposto;
- 3 – Compartilhem os moldes em papelão das estruturas e organelas celulares entre os grupos;
- 4 – Faça cada estrutura e organela com texturas e cores diferentes, sem repetir;
- 5 – Tire o molde no verso do material que vai ser recortado;
- 6 – Recorte as estruturas com a tesoura. Para a membrana plasmática utilize a lã;
- 7 – Atenção para o uso das colas: para EVA utilizar a cola instantânea junto com o professor, para os demais materiais utilize a cola branca;
- 8 – Abaixo segue o modelo de célula vegetal *Elodea*, que você observou no microscópio, a ser elaborado:



Modelo produzido por aluno do 8º ano.

Fonte: arquivo do autor.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades desenvolvidas com a turma do 8º ano revelaram alto engajamento dos alunos e favoreceram a compreensão das estruturas celulares por meio da experimentação tátil e visual. A observação microscópica da *Elodea* despertou a curiosidade científica dos estudantes, que

demonstraram entusiasmo ao identificar as partes da célula vegetal e ao representá-las de maneira concreta. Conforme defende Ausubel (1980), a aprendizagem torna-se significativa quando os novos conhecimentos se relacionam a conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno, o que se observou durante o processo de construção dos modelos táteis.

O contorno em alto-relevo com legendas em Braille (Figura 6) e a confecção dos modelos táteis (Figura 7) favoreceram a experimentação multissensorial, estimulando o uso do tato como canal de entrada de informações e o desenvolvimento da percepção espacial das estruturas celulares (Camargo, 2022; Soler, 1999). Embora a turma não contasse com estudantes com deficiência visual, a atividade possibilitou o contato de todos os alunos com formas alternativas de aprendizagem, ampliando a compreensão sobre acessibilidade, empatia e a importância de pensar o ensino para todos.

Figura 6 – Atividade em alto-relevo com legendas em Braille realizada por alunos.



Fonte: arquivo do autor.

Figura 7 – Modelo tátil multissensorial produzido por alunos.

Fonte: arquivo do autor.

O uso de materiais simples e acessíveis, como EVA, cartolina e lã verde, demonstrou que é possível promover práticas inclusivas no ensino de Ciências mesmo sem equipamentos sofisticados ou recursos de alto custo. A abordagem adotada favoreceu o protagonismo dos estudantes, o trabalho em grupo e a autonomia na tomada de decisões, aspectos fundamentais para o desenvolvimento da aprendizagem colaborativa (Vygotsky, 1988).

Além de potencializar a aprendizagem conceitual, a atividade despertou a consciência sobre a diversidade humana e os diferentes modos de aprender. As conversas realizadas durante a produção dos materiais revelaram a empatia dos alunos e o reconhecimento de que todos podem se beneficiar de práticas inclusivas. Segundo Zerbato e Mendes (2018), o DUA orienta o professor a planejar ações pedagógicas que considerem múltiplas formas de engajamento, representação e expressão. Essa perspectiva se concretizou na proposta ao oferecer meios variados para explorar e expressar o conhecimento científico.

Do ponto de vista pedagógico, a experiência reforçou o papel do professor como mediador entre o estudante e o conhecimento (Vygotsky, 1988). O docente atuou na orientação do processo investigativo, na organização das etapas e na criação de oportunidades para que os alunos

estabelecessem relações entre teoria e prática. Essa mediação se mostrou essencial para promover o diálogo e a reflexão coletiva, aproximando o ensino de Ciências da realidade dos estudantes.

As atividades desenvolvidas também dialogam com as orientações da BNCC (Brasil, 2018), que enfatiza o desenvolvimento de competências científicas e o protagonismo estudantil por meio da observação, experimentação e comunicação de resultados. Da mesma forma, a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Brasil, 2015) reforça a necessidade de ambientes e práticas educacionais acessíveis, assegurando que todos os alunos tenham oportunidades de aprendizagem em igualdade de condições.

A proposta apresentada está alinhada à concepção de educação inclusiva e multissensorialidade discutida por Camargo e Anjos (2011), ao compreender que a aprendizagem é um processo dinâmico que se constrói pela interação entre os sentidos, o corpo e o ambiente. A vivência tátil e visual, nesse contexto, não beneficiou apenas estudantes com possíveis necessidades específicas, mas todo o grupo, ampliando as formas de representação do conhecimento e tornando o ensino mais participativo.

Os trabalhos produzidos pelos alunos podem, inclusive, ser incorporados aos acervos de salas de recursos multifuncionais das escolas, servindo como materiais pedagógicos de apoio para alunos público-alvo da Educação Especial. Essa possibilidade reforça o valor pedagógico da atividade, que extrapola o espaço da sala de aula e se transforma em recurso de aprendizagem acessível e duradouro.

Por fim, a prática analisada reforça o potencial do DUA como um modelo pedagógico que vai além da adaptação, propondo uma mudança de paradigma na forma de planejar o ensino (Hall; Meyer; Rose, 2012). Ao proporcionar diferentes caminhos para a aprendizagem, a proposta desenvolvida se consolidou como um exemplo de metodologia participativa, criativa e inclusiva, capaz de integrar os princípios da acessibilidade, da multissensorialidade e da aprendizagem significativa (Ausubel, 1980; Camargo, 2022; Valle, 2024).

4 CONCLUSÃO

A prática apresentada contribuiu para a compreensão dos conteúdos de Biologia Celular e para a formação de uma cultura inclusiva na escola. A observação microscópica, aliada à construção de modelos táteis e ao uso do Braille, mostrou-se uma estratégia eficiente para integrar diferentes formas de percepção e expressão.

Mesmo em turmas sem alunos público-alvo da Educação Especial, experiências como esta permitem que a inclusão seja vivenciada por todos, fortalecendo a empatia e o respeito à diversidade.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.
- BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência: 2015**. Diário Oficial da União, Brasília, 2015.
- CAMARGO, E. P. de. **Educação inclusiva e multissensorialidade: interfaces e possibilidades**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2022.
- CAMARGO, E. P.; ANJOS, C. I. dos. Aprendizagem significativa e multissensorialidade: uma perspectiva inclusiva. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 17, n. 1, p. 27–44, 2011.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.
- HALL, T.; MEYER, A.; ROSE, D. **Universal Design for Learning in the Classroom: Practical Applications**. New York: Guilford Press, 2012.
- SÃO PAULO (estado). Coordenadoria de Gestão da Educação Básica. **Instrução CGEB, de 14 de janeiro de 2015**. Dispõe sobre a escolarização de alunos com surdez/deficiência auditiva (DA) da Rede Estadual de Ensino de que trata a Resolução SE nº 61/2014. São Paulo: Coordenadoria de Gestão da Educação Básica, 2015a. Disponível em: <https://midiasstoragesec.blob.core.windows.net/001/2024/05/intruo-cgeb-2015-escolarizao-de-alunos-com-deficiencia-visual.pdf>. Acesso em: 23 out. 2025.
- SOLER, M-A. **Didáctica multissensorial de las ciencias**: Un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales y también sin problemas de visión. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1999.
- VALLE, R. V. **Análise de recursos didáticos e materiais de aprendizagem no ensino de biologia para alunos com deficiência visual**. 2020. Monografia. (Especialização em Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2020. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/25278/1/DV_PECp_II_2020_46.pdf. Acesso em: 23 out. 2025.
- VALLE, R. V. **Elaboração de um modelo tridimensional e multissensorial de célula animal para o ensino de Ciências**. 2024. Dissertação. (Pós-graduação em Docência para a Educação Básica). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2024. Disponível em: <https://hdl.handle.net/11449/255819>. Acesso em 03 out. 2025.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1988.
- ZERBATO, A. P.; MENDES, E. G. O Desenho Universal para a Aprendizagem como estratégia para o ensino inclusivo. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 24, n. 4, p. 607–622, 2018.

CAPÍTULO 7

ILUSTRAÇÕES COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NO ENSINO DE BOTÂNICA PARA LICENCIANDOS DO IFRS – *CAMPUS* SERTÃO

ILLUSTRATIONS AS DIDACTIC TOOL IN BOTANY TEACHING FOR STUDENTS OF IFRS – *CAMPUS* SERTÃO

Maria Cláudia Melo Pacheco de Medeiros   

Doutora em Ciências Biológicas (Botânica) pela Universidade de São Paulo (USP), Professora de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), *Campus* Sertão, Sertão-RS, Brasil

Elisane Lorengo Neitzke   

Estudante de Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), *Campus* Sertão, Sertão-RS, Brasil

DOI: 10.52832/wed.190.1079 

Resumo: As ilustrações científicas podem ser um recurso importante para o processo de ensino-aprendizagem em ciências, de modo geral, facilitando o acesso a novos conhecimentos e possibilitando maior engajamento dos estudantes em temas usualmente considerados desinteressantes, como é o caso da botânica. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo aplicar as ilustrações botânicas como ferramenta para a abordagem de famílias de angiospermas em curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. As atividades envolveram introdução expositiva e dialogada sobre as ilustrações, projeção de documentário sobre a história de renomada ilustradora botânica no contexto brasileiro, pesquisa bibliográfica de características de algumas famílias de monocotiledôneas selecionadas e elaboração de ilustrações pelos estudantes, a partir de espécimes frescos ou réplicas de ilustrações impressas de autoria da artista apresentada no documentário. Os estudantes demonstraram interesse e engajamento ao longo de todas as etapas propostas, no geral, o que foi confirmado por suas respostas ao questionário avaliativo entregue após a realização da aula. Concluiu-se que a aplicação de ilustrações no contexto educacional de ensino de botânica pode tornar mais interessante, dinâmica e interativa a aprendizagem nessa área do conhecimento.

Palavras-chave: Biologia vegetal. Ilustração científica. Recursos didáticos.

Abstract: Scientific illustrations can be an important resource for the teaching-learning process in science, facilitating access to new knowledge and enabling greater student engagement in topics typically considered uninteresting, such as botany. Therefore, this study aimed to apply botanical illustrations as a tool for addressing angiosperm families in a degree in Biological Sciences. The activities involved an expository and dialogued introduction to the illustrations, a screening of a documentary about the history of a renowned botanical illustrator in the Brazilian context, bibliographic research on the characteristics of selected monocot families, and the creation of illustrations by the students, based on fresh specimens or copies of printed illustrations by the artist featured in the documentary. The students demonstrated interest and engagement throughout all the proposed activities, which was confirmed by their responses to the evaluation questionnaire distributed after the class. We concluded that the application of illustrations in the educational context of botany teaching can make learning in this area of knowledge more interesting, dynamic and interactive.

Keywords: Plant biology. Scientific illustration. Didactic resources.

1 INTRODUÇÃO

A ilustração científica é uma área do conhecimento humano resultante da associação entre arte e ciência (Sá; Filho, 2016). Consiste na produção de imagens que possuem as funções de registrar, traduzir ou complementar um texto científico, tornando possível representar graficamente descrições de espécies ou elementos microscópicos de animais, vegetais e outras formas de vida (Soares, 2021). Uma finalidade mais sutil das ilustrações científicas é a de se configurarem como obras de arte, cativando o leitor e despertando seu interesse para a temática em que são empregadas (Kubo; Montserrat, 2016).

A ilustração botânica é o termo aplicado para o segmento da ilustração científica caracterizado pela representação de elementos vegetais (Almeida, 2014). Historicamente, teve início a partir da necessidade de documentar espécies vegetais com utilidade para os seres humanos, incluindo os usos alimentício, medicinal ou cultural (Kubo; Montserrat, 2016). Assim, a arte de

ilustrar plantas é muito antiga e apreciada por povos do mundo inteiro, tendo na Europa dos séculos XVIII e XIX seu grande desenvolvimento e auge. Por exigir rigor científico, sensibilidade artística e estética, essas representações foram fundamentais no processo de investigação da natureza e construção do conhecimento florístico mundial, como um todo (Costa *et al.*, 2024). No Brasil, até o século XX, o cenário da ilustração botânica era dominado por profissionais estrangeiros, mas desde então, observou-se o crescimento da atuação de artistas brasileiros (Kubo; Montserrat, 2016), que aplicam o seu trabalho de diversas formas, incluindo, além das publicações científicas, outras publicações educativas, sítios na *internet* e exposições em museus, por exemplo (Milach *et al.*, 2015).

No contexto educacional, as ilustrações (bem como diversas outras abordagens artísticas) podem ser um recurso pedagógico importante para divulgação científica e para o ensino-aprendizagem em ciências, tornando possível uma maior compreensão de conhecimentos (Sá; Filho, 2016). Nesse campo, é preciso que o ensino vá além da exposição de conceitos, os quais precisam ser relacionados com o cotidiano dos estudantes, em suas dimensões histórica, social e cultural. Nesse sentido, as ilustrações aparecem como metodologia que possibilita a transmissão de conhecimentos científicos de forma mais interessante, estimulante e significativa (Soares, 2021). Na Botânica, mais especificamente, as ilustrações encontram papel relevante na compreensão de aspectos da sistemática, anatomia e fisiologia vegetal (Almeida, 2014; Milach *et al.*, 2015), predominando nos trabalhos que se valem da ilustração científica para o ensino de ciências e biologia, em geral (Pereira Junior, 2020).

Diversos estudos que aplicaram a ilustração científica na abordagem de conteúdos de Botânica, em variados públicos e níveis de formação, reforçaram aspectos positivos resultantes de sua utilização como parte da metodologia de ensino, os quais abrangem a facilitação do acesso a novos conhecimentos, apoio na memorização de terminologia e maior engajamento e interesse na aprendizagem relacionada a essa área científica (Del-Corso; Trivelato, 2019; Ferreira; Denardi, 2020; Milach *et al.*, 2015; Moura; Silva; Santos, 2016; Silva *et al.*, 2024).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo aplicar as ilustrações botânicas como ferramenta de ensino de famílias de angiospermas em curso de Licenciatura em Ciências Biológicas no interior do Rio Grande do Sul, de modo a tornar mais interessante, dinâmico e interativo o aprendizado das características das plantas estudadas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da pesquisa

Este estudo de caso descritivo se caracteriza como um relato de experiência realizada no segundo semestre letivo de 2024, resultante de um projeto de ensino coordenado pela primeira autora do trabalho.

2.2 Área de Estudo e Público-alvo

As atividades foram desenvolvidas com seis estudantes do 6º semestre do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), *Campus* Sertão, matriculados no componente curricular Botânica 2: Angiospermas, em uma aula teórico-prática com duração de 4 períodos de 50 minutos. Esta aula foi realizada durante a abordagem do tema monocotiledôneas, após o estudo prévio de famílias botânicas importantes para a flora brasileira e regional, como um todo.

2.3 Metodologia da pesquisa

Inicialmente, foi realizada uma breve introdução expositiva e dialogada à ilustração botânica e sua importância para a pesquisa acadêmica em sistemática vegetal e como recurso didático para o ensino de biologia, incluindo uma síntese histórica e as principais técnicas aplicadas. Em seguida, foi exibido o documentário “Margaret Mee e a Flor da Lua” (2012), dirigido pela cineasta Malu de Martino, que conta a história da artista britânica, radicada no Brasil e reconhecida como uma referência na ilustração científica da flora nacional. Na sequência, os estudantes receberam roteiros de atividades para realizarem: (i) uma breve pesquisa bibliográfica de compilação de dados morfológicos e de diversidade e distribuição das espécies de Amaryllidaceae, Bromeliaceae e Orchidaceae e (ii) seleção de uma das amostras frescas ou uma das réplicas de ilustrações de Margaret Mee impressas disponibilizadas, de representantes das famílias mencionadas anteriormente, para realizarem uma nova ilustração botânica. Para esta última etapa, foram utilizados papel A4 branco, papel vegetal, papel carbono, lápis preto de desenho, lápis de cor, giz de cera e aquarela, à escolha dos estudantes, os quais também optaram pelas técnicas de ilustração à mão livre, transferência ou decalque.

Após a realização das atividades propostas, foi aplicado um questionário de avaliação para averiguar acerca da relevância da estratégia utilizada no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos, junto aos discentes (Quadro 1).

Quadro 1 – Questionário avaliativo aplicado aos estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFRS – *Campus* Sertão.

Questões:

1) Você se interessou mais em aprender sobre as famílias botânicas estudadas, a partir das atividades de assistir ao documentário e realizar pesquisa bibliográfica?

() Sim.

() Não.

() Indiferente.

2) Você percebeu melhoria na aprendizagem da caracterização da família botânica estudada e selecionada devido à elaboração da ilustração?

() Sim.

() Não.

() Indiferente.

3) Você gostaria de realizar atividades de ilustração em sala de aula, para aprendizagem e fixação de conteúdos de botânica, novamente?

() Sim.

() Não.

() Indiferente.

4) De modo geral, como você avalia a atividade de ilustração botânica realizada? Faça comentários gerais e sugestões adicionais, se quiser.

() Satisfatória (Nota 7-10).

() Insatisfatória (Nota 0-6).

Fonte: Medeiros (2024).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O componente curricular Botânica 2: Angiospermas, oferecido aos graduandos do 6º semestre do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFRS – *Campus* Sertão, apresenta como um de seus objetivos que os estudantes aprendam a reconhecer representantes de famílias botânicas relevantes para o cenário florístico mundial, nacional e regional. A partir de aulas teóricas expositivas e dialogadas e aulas práticas em campo e laboratório, principalmente, são apresentados tópicos relacionados à morfologia, classificação, ecologia, reprodução e aplicações econômicas de diferentes táxons reconhecidos na atualidade. A opção por aplicar as ilustrações como estratégia didática no ano de 2024, aqui relatada, resultou da observação pessoal da docente responsável pelo componente, e autora deste estudo, de que aproximadamente metade dos estudantes matriculados apresentavam afinidade com a elaboração de desenhos (o que foi confirmado nos resultados

apresentados adiante) e também da realização concomitante de um projeto de ensino em que obras audiovisuais foram compiladas visando a sua utilização em aulas de botânica, para enriquecimento do processo de ensino-aprendizagem nesta área do conhecimento.

Nesse contexto, a introdução sobre ilustração botânica realizada com a turma, como primeira etapa das atividades, gerou interesse por parte dos estudantes, os quais se mostraram engajados no diálogo sobre as vantagens das ilustrações científicas em relação a outras opções imagéticas, como as fotografias digitais, por exemplo., em atividades de pesquisa e ensino. Além disso, quando abordamos as principais técnicas de realização dos desenhos, parte dos discentes colocou as suas experiências com os instrumentos para ilustração, tais como diferentes tipos de lápis ou tintas. Nesse momento, também merece menção a revisão de épocas importantes da história das classificações botânicas, estudada em componente curricular anterior a Botânica 2, quando a professora apresentou artistas relevantes no âmbito da ilustração e suas contribuições.

A exibição do documentário sobre a artista britânica Margaret Mee, em seguida, também recebeu a atenção dos estudantes, de modo geral. Os mesmos acharam interessante várias passagens e curiosidades da obra, que abrange as expedições da ilustradora para a Amazônia e sua intenção em ilustrar uma espécie de cacto endêmica, cuja curta floração ocorre à noite. No diálogo durante e depois da projeção, a professora mostrou aos discentes um exemplar do livro *“In search of flowers of the Amazon forests”*, de 1988, da própria Margaret Mee, em que ela relata momentos marcantes de sua vida e das 15 expedições amazônicas tratadas no documentário, sob a forma de diário. Ademais, no livro, estão presentes variadas ilustrações da artista, que permitiu um melhor contato dos estudantes com seu legado voltado para a ciência botânica (Mee, 1988). Uma discente da turma relatou, durante a aula, ter “adorado conhecer uma pessoa tão focada e corajosa como Margaret Mee”.

Na sequência, como tema principal da aula, os discentes receberam roteiros de atividades com instruções para realizar pesquisa bibliográfica sobre três famílias de monocotiledôneas, Amaryllidaceae, Bromeliaceae e Orchidaceae, em relação às suas principais características morfológicas, diversidade e distribuição geográfica no mundo e no Brasil, com base em dois livros didáticos disponibilizados pela docente (Joly, 2002; Souza; Lorenzzi, 2019), consulta a base de dados online (Flora e Funga do Brasil; Disponível em <https://floradobrasil.jbrj.gov.br>) e nas anotações realizadas em aula teórica prévia. Este momento foi importante para recordar as informações principais das plantas a serem ilustradas a seguir. Desse modo, os estudantes também foram instruídos a selecionar os materiais botânicos e instrumentais para a confecção das novas ilustrações, sendo que duas estudantes escolheram um dos espécimes frescos em vasos disponibilizados e quatro estudantes optaram por três diferentes impressões de cópias de

ilustrações de autoria de Margaret Mee (Figura 1). Uma discente confeccionou duas ilustrações distintas utilizando esta opção.

Figura 1 – Atividade prática de elaboração de ilustrações botânicas por licenciandos do IFRS – *Campus Sertão*.



Fonte: Medeiros (2024).

Além do modelo para as suas ilustrações, os estudantes escolheram a técnica que iriam utilizar em seus desenhos – as duas discentes que optaram por material botânico vivo ilustraram-no à mão livre, enquanto os outros quatro discentes preferiram o decalque ou transferência, a partir das ilustrações impressas de Margaret Mee (Figura 2).

Figura 2 – Ilustrações botânicas realizadas por licenciandos do IFRS – *Campus Sertão*, à mão livre ou por decalque ou transferência.



Fonte: Medeiros (2024).

Após a conclusão de todas as etapas propostas, as respostas dos estudantes ao questionário avaliativo (Quadro 1) foram positivas, de modo geral, revelando que as atividades realizadas foram bem recebidas pela turma e apresentaram um bom resultado na aprendizagem dos conteúdos. Na

questão 1, todos os estudantes assinalaram a opção “Sim”, que indica maior interesse dos mesmos em aprender sobre as famílias botânicas estudadas a partir das atividades de documentário e pesquisa bibliográfica. Em relação à questão 2, sobre a percepção de melhoria na aprendizagem da caracterização da família botânica ilustrada, somente uma estudante assinalou a opção “Indiferente”, enquanto os demais assinalaram a opção “Sim”; este resultado corrobora a observação do potencial das ilustrações botânicas como ferramentas que tornam a aprendizagem mais interessante e efetiva, mas a indiferença explicitada por uma discente pode se referir à sua inabilidade pessoal pelo ato de desenhar (a mesma estudante, durante a aula, reportou que tem um pouco de dificuldade com essa atividade, relatando “não sei desenhar, mas gosto de fazê-lo, esporadicamente”). Na questão 3, por sua vez, todas as respostas obtidas foram “Sim”, referente ao questionamento sobre o interesse de realizar novamente atividades de desenho/ilustração para aprender sobre conteúdos de botânica, o que destaca a contribuição do caráter lúdico dessa atividade. Por fim, na questão 4, mais uma vez todos os estudantes assinalaram que avaliam a atividade de ilustração como “Satisfatória (Nota 7-10)”; a única estudante que complementou sua resposta com um comentário, escreveu que “Foi um momento de concentração, relaxamento e aprendizado”, reforçando a experiência positiva que vivenciou.

Os resultados obtidos neste estudo de caso estão em concordância com outros relatos da bibliografia sobre a temática ilustração científica e ilustração botânica, mais especificamente, como uma ferramenta relevante para o ensino. Autores já observaram, em seus trabalhos, que as ilustrações tem o potencial de aproximar os estudantes da natureza, proporcionando um maior interesse pela botânica e favorecendo a sua aprendizagem (Soares, 2021), sendo muitas vezes indicada como uma ferramenta para combater a denominada cegueira botânica – incapacidade das pessoas em perceber as plantas e sua importância no cotidiano (Wandersee; Schussler, 2001; Salatino; Buckeridge, 2016). Além disso, esse tipo de atividade de encontro entre arte e ciência possibilita a elaboração de propostas pedagógicas interdisciplinares, de modo a tornar o processo de ensino-aprendizagem em ciência, da educação básica à superior, mais lúdica e prazerosa, evitando a abordagem tradicional (Del-Corso; Trivelato, 2019), por vezes considerada enfadonha e desinteressante, como no caso da botânica (Milach *et al.*, 2015).

Nesse sentido, é importante destacar que, a depender do perfil dos estudantes, existem várias maneiras de aplicação das ilustrações, em aulas de graduação, como no presente estudo de caso, desde esquemas mais simplificados, até desenhos elaborados, com maior detalhamento (Araújo, 2009). Aspectos como a afinidade dos estudantes com os desenhos, o tempo disponível para a realização da atividade e o acesso a materiais e imagens de referência devem ser considerados (Silva *et al.*, 2024). No nosso trabalho, por exemplo, apesar de abranger um número reduzido de

estudantes, a constatação prévia do interesse e facilidade de parte deles com o ato de desenhar foi determinante para o planejamento da aula aqui relatada, vista como uma excelente e adequada oportunidade de investigar a relevância da ferramenta ilustração científica na aprendizagem de conteúdos de botânica. Especialmente porque, apesar dos diferentes estudos encontrados na bibliografia recente sobre o tema, esse tipo de atividade ainda pode ser considerado relativamente pouco explorado, diante do seu potencial pedagógico. Nesse sentido, ressalta-se que, para atender também os estudantes que não apresentam facilidade com a técnica, é importante disponibilizar alternativas de mais simples execução - na nossa atividade, isso foi proporcionado por meio das ilustrações impressas de Margaret Mee, que serviram como modelo para a utilização de decalque ou transferência (os estudantes que utilizaram essa opção se mostraram igualmente atentos aos detalhes morfológicos das plantas ilustradas, em comparação às estudantes que desenharam à mão livre).

4 CONCLUSÃO

O estudo de caso aqui relatado alcançou o objetivo inicial de aplicar as ilustrações botânicas como uma ferramenta diferenciada e eficaz para o ensino de famílias botânicas de angiospermas em nível de graduação. Observando-se o desenvolvimento das atividades e por meio da avaliação que os estudantes realizaram sobre a aula, conclui-se que essa estratégia pode tornar mais interessante, dinâmica e interativa a aprendizagem nessa área do conhecimento, resultados que estão em conformidade com outros estudos publicados sobre o tema.

Agradecimentos e Financiamento

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, pela oportunidade e o apoio para o desenvolvimento do projeto de ensino “Utilização de histórias como recurso didático no ensino de Botânica” e pela bolsa concedida à Elisane Neitzke, por meio do edital IFRS nº24/2023. À professora Jeonice Techio e à estudante voluntária Andressa Oliveira, pela colaboração na realização do projeto.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. S. **O Desenho de Margaret Mee: Contribuições para a taxonomia Botânica**. 2014. 73f. Dissertação (Mestrado em Desenho, Cultura e Interatividade). Departamento de Letras e Artes, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2014.
- ARAÚJO, A. M. **Aplicações da ilustração científica em ciências Biológicas**. 2009. 50f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel e Licenciado em Ciências Biológicas). Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Rio Claro, 2009.

COSTA, N. C. M.; SOUZA, R. C.; FERREIRA, S. R. B.; AMARAL, N. C. L.; BRANDÃO, R. J. B.; FERREIRA, W. S. Formação continuada no ensino de botânica: utilização da ilustração científica como recurso na formação de discentes em um curso de Ciências Biológicas licenciatura na amazônia oriental maranhense. **Revista Multidebates**, Palmas-TO, v. 8, n. 3, p. 213-226, 2024.

DEL-CORSO, T. M.; TRIVELATO, S. L. F. Ilustração Científica como Prática Epistêmica em uma Sequência Didática para o combate a Cegueira Botânica. In: **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Anais do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2019. Disponível em: <https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1011-1.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2025.

FERREIRA, T. L. R.; DENARDI, J. D. Ilustração científica no ensino de botânica. In: **13º Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão UFGD**. Anais do 13º Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão UFGD, 2020. Disponível em: <https://anaisonline.uems.br/index.php/semex/article/view/6720>. Acesso em: 20 ago. 2025.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 13. ed. São Paulo: Nacional, 2002.

PEREIRA JUNIOR, E. J. **A botânica em trabalhos acadêmicos que investigam a aplicação da ilustração científica no ensino de ciências e biologia**. 2020. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2020.

KUBO, M. T.; MONTSERRAT, L. Ilustração Botânica. In: AMORIM, A. M. *et al.* **VI Botânica no Inverno**. São Paulo: USP, Instituto de Biociências, 2016. Disponível em: <https://botanicoinverno.ib.usp.br/material-didático>. Acesso em: 20 ago. 2025.

MARGARET MEE E A FLOR DA LUA. Direção: Malu de Martino. Produção de Eh! Filmes. Rio de Janeiro: Eh! Filmes, 2012. 1 DVD (78 min).

MEE, M. **In search of flowers of the Amazon forests. Diaries of an English Artist reveal the beauty of the vanishing rainforest**. Woodbridge: Nonesuch Expeditions, 1988.

MILACH, E. M.; LOUZADA, M. C. S.; FERREIRA, R. K. A.; DORNELLES, J. E. F. A Ilustração Científica como uma Ferramenta Didática no Ensino de Botânica. **Acta Scientiae**, Canoas-RS, v. 17, n. 3, p. 672-683, 2015.

MOURA, N. A.; SILVA, J. B.; SANTOS, E. C. Ensino de biologia através da ilustração científica. **Revista Temas em Educação**, João Pessoa-PB, v. 25, Número Especial, p. 194-204, 2016.
SÁ, M. B. Z.; FILHO, O. S. Possíveis Diálogos entre Arte e Ciência como forma de promover a Educação e Cultura Científicas. In: **XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)**. Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química, 2016. Disponível em: <https://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0571-1.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2025.

SALATINO, A; BUCKERIDGE, M. “Mas de que Te Serve Saber Botânica?”. **Estudos Avançados**, São Paulo-SP, v. 30, n. 87, p. 177-196, 2016.

SILVA, S. S.; ABREU, M. K. F.; SANTOS, T. A.; EDSON-CHAVES, B. Os desenhos como ferramenta de ensino de botânica. **ENCITEC - Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**,

Santo Ângelo-RS, v. 14, n. 1, p.169-190, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.31512/encitec.v14i1.1322>.

SOARES, F. G. P. **Ilustração botânica: uma proposta de sinergia entre ciência e arte para a educação em ciências**. 2021. 233f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Instituto de Educação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2021.

SOUZA, V. C.; LORENZZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas do Brasil, baseado em APG IV**. 4. ed. Nova Odessa: Jardim Botânico Plantarum, 2019.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Toward a theory of plant blindness. **Plant Science Bulletin**, St. Louis, v. 47, n. 1, p. 2-9, 2001.

CAPÍTULO 8

CENTRALIDADE DA MOTIVAÇÃO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM BIOLOGIA

CENTRALITY OF MOTIVATION IN THE TEACHING AND LEARNING PROCESS IN BIOLOGY

Emilli Juliane de Azevedo Neves Moura   

Mestranda em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias (UDESC-PPGECMT). Pós-graduada em Educação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC). Licenciada em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal do Piauí (IFPI), Brasil

Isaquiel de Moura Ribeiro Azevedo   

Mestre em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias (UDESC-PPGECMT). Pós-graduado em Educação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC). Licenciada em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal do Piauí (IFPI), Brasil

DOI: 10.52832/wed.190.1080 

Resumo: A motivação constitui um elemento central no processo de ensino e aprendizagem, sendo influenciada por fatores internos e externos, como necessidades, emoções e estímulos ambientais. Pode ser compreendida como o impulso que leva o indivíduo a agir ou a alterar o curso de uma ação, direcionando esforços em busca de metas específicas. No contexto escolar, a motivação adquire papel decisivo para o envolvimento, a persistência e o desempenho dos alunos, uma vez que influencia diretamente o modo como eles se relacionam com o conhecimento e com as práticas pedagógicas. Assim, compreender as dinâmicas motivacionais no ensino de Biologia fomenta a construção de estratégias que promovam o interesse e a participação ativa dos estudantes. O objetivo deste estudo foi realizar um levantamento e análise de produções científicas que abordam a temática da motivação no ensino de Biologia. As buscas foram realizadas na base de dados Periódicos da CAPES, entre os dias 2 de maio e 5 de junho de 2024, empregando as seguintes palavras-chave: “motivação”, “ensino de biologia”, “contexto escolar”, “motivação biologia”, “motivação no ensino de biologia” e “motivação no contexto escolar de biologia”. Foram incluídos artigos científicos publicados entre 2014 e 2023, selecionados mediante critérios de relevância temática, consistência metodológica e pertinência teórica. Foram analisados onze artigos que, em conjunto, revelam diversidade de abordagens e metodologias voltadas à promoção da motivação estudantil. Identificaram-se práticas como o uso de sequências e modelos didáticos, experimentos laboratoriais, sala de aula invertida, aulas expositivas interativas, jogos educativos, atividades práticas e oficinas temáticas. Os estudos evidenciam que a integração entre teoria e prática, aliada à contextualização dos conteúdos biológicos, favorece o interesse e o envolvimento dos alunos. Conclui-se que práticas no ensino de Biologia potencializam o aprendizado, fortalecendo e contribuindo para uma formação crítica, reflexiva e duradoura, a partir das estratégias didáticas e a adoção de metodologias ativas que exercem envolvimento na motivação dos estudantes.

Palavras-chave: Levantamento Bibliográfico. Construto. Ensino de Ciências.

Abstract: Motivation constitutes a central element in the teaching and learning process, being influenced by internal and external factors such as needs, emotions, and environmental stimuli. It can be understood as the drive that leads an individual to act or to change the course of an action, directing efforts toward specific goals. In the school context, motivation assumes a decisive role in students' engagement, persistence, and performance, as it directly influences how they relate to knowledge and pedagogical practices. Thus, understanding motivational dynamics in Biology education fosters the development of strategies that promote students' interest and active participation. The aim of this study was to survey and analyze scientific publications addressing the theme of motivation in Biology teaching. The searches were carried out in the CAPES Journals database between May 2 and June 5, 2024, using the following keywords: “motivation”, “biology teaching”, “school context”, “motivation biology”, “motivation in biology teaching” and “motivation in the school context of biology”. Scientific articles published between 2014 and 2023 were included, selected based on thematic relevance, methodological consistency, and theoretical pertinence. Eleven articles were analyzed, collectively revealing a diversity of approaches and methodologies aimed at promoting student motivation. Practices identified included the use of didactic sequences and models, laboratory experiments, flipped classrooms, interactive lectures, educational games, practical activities, and thematic workshops. The studies show that the integration of theory and practice, combined with the contextualization of biological content, enhances students' interest and engagement. It is concluded that teaching practices in Biology can potentiate learning, strengthening and contributing to a critical, reflective, and lasting education, as didactic strategies and the adoption of active methodologies foster student motivation and involvement.

Keywords: Bibliographic Survey. Construct. Science Education.

1 INTRODUÇÃO

A compreensão da motivação começa com a pergunta “O que causa o comportamento?”, levando à investigação de como ele é iniciado, mantido, direcionado e cessado, além da intensidade e variação entre situações e indivíduos. A motivação é influenciada por necessidades (condições internas essenciais para a vida e bem-estar), cognições (crenças e expectativas), emoções (respostas subjetivas e fisiológicas de curta duração a condições ambientais) e eventos externos (incentivos que direcionam o comportamento (Reeve, 2009).

Segundo Davoglio e Santos (2017), os termos “motivação” ou “motivado(a)” carecem de uma definição precisa, e a necessidade de considerar as diferenças contextuais é equivocadamente usada para amenizar essa indefinição. Segundo Goya, Bzuneck e Guimarães (2008), a motivação é um construto, uma entidade criada pelos psicólogos para explicar comportamentos humanos, sendo um processo que envolve fatores que levam a pessoa a agir em determinada direção.

Boruchovitch e Bzuneck (2009) discutem que a motivação no ambiente escolar tem sido explorada extensivamente ao longo da história da Psicologia, sendo abordada por diversas perspectivas que resultaram em várias teorias e abordagens. Os mesmos autores definem motivação como o impulso que leva uma pessoa a agir ou a mudar o curso de uma ação. A motivação é compreendida tanto como um fator psicológico, ou conjunto de fatores, quanto como um processo dinâmico.

A motivação no contexto escolar é considerada essencial para o envolvimento e o bom desempenho dos alunos, conforme destacam Clement, Custódio e Alves (2015). No entanto, esses autores também apontam que a complexidade desse tema é frequentemente desconsiderada ou desconhecida. Essa observação é corroborada por Carvalho, Stanzani e Passos (2017), que reforçam a ideia de que a motivação é um conceito complexo e fundamental para o aprendizado. Eles ressaltam que compreender os principais grupos de pesquisa sobre o tema pode revelar tendências, contribuições, lacunas e limitações.

A motivação é um fator crucial no contexto educacional, pois pode influenciar na disposição para aprender do aluno e, conseqüentemente, seu desempenho acadêmico. A Biologia, sendo uma disciplina essencial na educação básica e fundamental para a compreensão de diversos fenômenos naturais, requer estratégias pedagógicas eficazes que promovam a participação ativa dos alunos.

Os autores Malafaia, Barbara e Rodrigues (2010) ressaltam a importância do ensino de Biologia na formação dos estudantes, destacando suas múltiplas contribuições para o desenvolvimento cognitivo e social dos alunos. Em primeiro lugar, a Biologia oferece uma compreensão atualizada e aprofundada dos processos e conceitos biológicos, capacitando os alunos a entenderem melhor os fenômenos da vida e os mecanismos que regem os organismos vivos. Através do conhecimento biológico, os estudantes podem compreender como as descobertas científicas influenciam diversas áreas, desde a saúde humana até a conservação ambiental, contribuindo assim para uma visão mais abrangente e crítica da sociedade contemporânea.

Diante disso, a pergunta norteadora deste estudo é: como a motivação no contexto educacional tem sido abordada no ensino de Biologia? A partir desta questão, busca-se compreender como a motivação vem sendo abordada na literatura.

Portanto, compreender como a motivação é abordada no ensino de Biologia não apenas amplia o conhecimento teórico sobre práticas motivacionais no contexto educacional, mas também pode fornecer subsídios práticos para aprimorar a qualidade do ensino. Com o presente estudo, objetiva-se realizar um levantamento e análise de artigos científicos publicados nos últimos 10 anos que abordam a motivação no ensino de biologia, a fim de identificar tendências, enfoques teóricos e metodológicos, bem como estratégias pedagógicas utilizadas para estimular o envolvimento discente nesta área do conhecimento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo se concentra em uma pesquisa bibliográfica, que, de acordo com Gil (2002), é uma metodologia na qual o pesquisador busca informações, conhecimentos e dados em materiais já publicados, abrangendo uma variedade de fontes, como livros, artigos de revistas, jornais, teses, dissertações, entre outros. Inicialmente centrada em materiais impressos, a pesquisa bibliográfica evoluiu com o avanço das tecnologias de comunicação e informação, passando a incorporar também recursos digitais, como documentos online, vídeos e áudios.

A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, uma vez que seu propósito é explorar os significados que as pessoas atribuem a eventos e objetos, assim como suas ações e interações dentro de um contexto social (Moreira, 2011). De acordo com Sampieri, Collado e Lucio (2013), a abordagem qualitativa é empregada quando se busca compreender a perspectiva dos participantes em relação aos fenômenos que os envolvem, aprofundando-se em suas experiências, pontos de vista, opiniões e significados. Em suma, visa analisar criticamente cada significado em seu contexto específico.

Foi realizado um levantamento bibliográfico em base de dados periódicos da Capes. Como critérios de busca, foram utilizadas palavras-chave específicas: “motivação biologia”, “motivação no ensino de biologia” e “motivação no contexto escolar de biologia”. A seleção de artigos de pesquisa visa fortalecer a análise, priorizando aqueles publicados nos últimos dez anos. A busca por artigos foi realizada no período de 02 de maio a 05 de junho de 2024.

Para garantir a qualidade das fontes, os artigos passaram por uma filtragem, na qual seus títulos, resumos e metodologias foram analisados para garantir sua conformidade com os critérios estabelecidos. De início, foram excluídos artigos que não se adequaram aos requisitos da pesquisa.

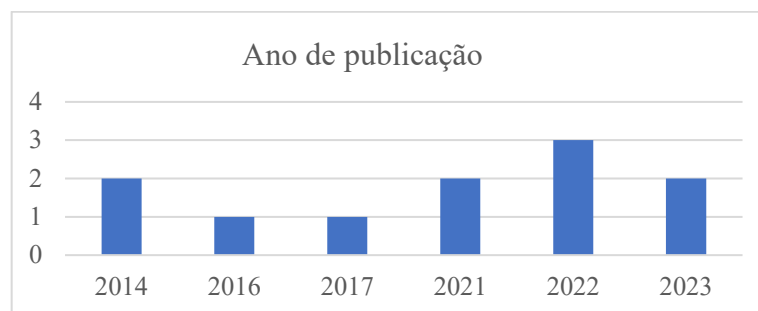
Na segunda fase, foram identificados os periódicos nos quais os artigos foram publicados, bem como, ano de publicação, proporcionando uma visão cronológica. Além do mais, foi verificado a presença do Qualis da revista, que permitiu observar o nível e o impacto acadêmico das publicações.

Os critérios de inclusão dos artigos para esta pesquisa estabelecem que todos os documentos deveriam estar redigidos em língua portuguesa, pesquisa que aborde motivação no ensino de biologia possuindo no máximo dez anos de publicação, abordando conteúdos pertinentes ao Ensino Médio, publicados em revistas classificadas até a categoria Qualis B. Artigos que não atendessem a esses critérios foram excluídos do escopo da análise.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após realizar as buscas, foram identificados 114 (cento e quatorze) artigos relevantes. Destes, 101 (cento e um) foram excluídos pelos seguintes motivos: artigos duplicados (8), não abordam a motivação (53), língua estrangeira (7), resumos (7), dissertações (4), Trabalho de conclusão de curso (4), ensino superior (9), ensino técnico (1), foram publicados há mais de 10 anos (3), pertencem a revistas sem Qualis (2), motivação em outros contextos (4) e Ensino fundamental (1). Portanto, não atendem aos critérios estabelecidos para a pesquisa. Dessa forma, restaram 11 (Onze) artigos para análise.

Em todos os artigos, as pesquisas foram conduzidas em escolas públicas de ensino médio. Os resultados revelaram que os artigos abrangem um período compreendido entre 2014 e 2023, conforme Figura 1.

Figura 1 - Ano de publicação dos artigos.**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Quanto à classificação, os artigos variam entre Qualis A1 e B1. Na Tabela 1, estão apresentados os títulos dos artigos, os nomes dos autores, o ano de publicação, o objetivo do estudo, o nome da revista onde os estudos foram publicados e a classificação Qualis. Além das revistas na qual os artigos foram publicados.

Tabela 1 - Aspectos pertinentes aos artigos mapeados.

Autores	Ano	Qualis	Nome da revista
Mota; Nascimento,	2023	A4	Revista insignare Scientia
Brandão; Lima; Miranda,	2023	B1	Revista prática docente
Santos <i>et al.</i> ,	2022	A1	Revista brasileira de educação
Cruz; Anjos; Duarte,	2022	A2	Amazônia - revista de educação em ciências e matemáticas
Lopes <i>et al.</i> ,	2022	A2	Revista brasileira de ensino de ciência e tecnologia
Poso; Silva; Poso,	2021	A3	Revista ciências & ideias
Leão; Macedo,	2021	A1	Ensino de Biologia
Araujo,	2017	A4	História da ciência e ensino: construindo interfaces
Morais; Santos,	2016	A1	Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)
Rosa; Landim,	2014	A3	Revista tempos e espaços em educação
Cunha; Almeida; Alves,	2014	A4	Educação Online

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quando as informações gerais dos artigos encontrados neste estudo, temos uma variedade de trabalhos que discutem aspectos diferentes quando se trata dos objetivos dos estudos, conforme a Tabela 2.

Ao analisar as informações gerais dos artigos selecionados neste levantamento, observa-se uma diversidade significativa de enfoques teóricos e metodológicos voltados ao ensino de Biologia. Essa variedade reflete não apenas a multiplicidade de abordagens adotadas pelos pesquisadores, mas também a amplitude de contextos educacionais investigados, abrangendo diferentes perspectivas didáticas e epistemológicas. A Tabela 2 sintetiza os principais dados referentes a esses estudos.

Tabela 2 - Artigos provenientes do levantamento bibliográfico.

Autores	Ano	Título	Objetivo
Mota; Nascimento,	2023	Invertendo a sala de aula para aprender-ensinar Biologia: motivação, protagonismo e engajamento dos estudantes	Discutir a avaliação de estudantes sobre sua experiência com a sala de aula invertida no contexto do ensino de Biologia.
Brandão; Lima; Miranda,	2023	Uso do quiz como ferramenta para o ensino e a aprendizagem sobre mitose	Avaliar a aceitabilidade e eficiência do uso de um Quiz, por meio de uma plataforma, na promoção da aprendizagem sobre a temática “Mitose”.
Santos <i>et al.</i> ,	2022	O ensino de biologia por investigação: um estudo de caso contextualizado no ensino de jovens e adultos	Estimular o protagonismo, o pensamento crítico e a autonomia estudantil, capacitando os estudantes para um aprendizado permanente.
Cruz; Anjos; Duarte,	2022	Sequência didática: Gamificação como estratégia para o ensino de Evolução Humana no âmbito do PIBID	Analisar e discutir possíveis contribuições da gamificação para a aprendizagem ativa, autônoma e reflexiva dos discentes.
Lopes <i>et al.</i> ,	2022	Análise comparativa da motivação e percepção da aprendizagem entre aulas expositivas e jogo didático no ensino de ecologia para alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA)	Comparar a motivação e percepção da aprendizagem de alunos de ensino médio da EJA após aula expositiva sobre conteúdos de Ecologia em contraste com a utilização de um jogo didático. Visando alcançar esse objetivo,
Poso; Silva; Poso,	2021	O ensino de biologia por meio de experimentos simples no contexto do tema respiração pulmonar em uma escola pública do Estado do Rio de Janeiro	Discutir a importância da experimentação como recurso didático motivador de aprendizagem sobre o conteúdo respiração pulmonar humana, ministrado no segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública em Nova Iguaçu, Rio de Janeiro

Leão; Macedo,	2021	Aprender biologia com insetos no campo: uma proposta de sequência didática com abordagem investigativa para o ensino médio	Desenvolver e aplicar uma sequência didática (SD) que utiliza a abordagem investigativa, com o uso de insetos em atividades de campo, de forma colaborativa, para o ensino de conteúdos de Biologia no Ensino Médio
Araujo,	2017	Replicação histórica das observações de Robert Hooke (1635 - 1703) em uma turma de 2º ano do Ensino Médio: mudanças na motivação para aprender Biologia	Analisar possíveis mudanças na motivação de alunos quanto à aprendizagem de Ciências Biológicas, após a aplicação de uma sequência didática (SD) baseada nas observações históricas de Robert Hooke (1635-1703).
Morais; Santos,	2016	Implicações do uso de atividades experimentais no ensino de biologia na escola pública	Verificar a influência de uma sequência didática com atividade experimental na motivação dos estudantes em relação à disciplina de Biologia e verificar a possibilidade de aplicar tal sequência tendo como aporte a perspectiva histórico-cultural e a Dinâmica dos Três momentos Pedagógicos.
Rosa; Landim,	2014	Modalidades didáticas no ensino de biologia: uma contribuição para aprendizagem e motivação dos alunos	Analisar o efeito da utilização de modalidades didáticas variadas na aprendizagem e motivação de alunos de uma turma de 1º ano do Ensino Médio
Cunha; Almeida; Alves,	2014	Pluralidade de atividades didáticas no ensino de biologia e a questão da motivação discente	Compreender como a motivação discente pode ser afetada por essa pluralidade de atividades

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os autores Santos *et al.* (2022) conduziram um estudo sobre o ensino por investigação. Os participantes da pesquisa foram alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio. Os autores adotaram uma abordagem metodológica mista, descritiva, e utilizaram a observação participante. Os dados foram coletados por meio de questionários aplicados em duas etapas, pré e pós-teste, com intuito de averiguar se houve melhora na percepção do aluno quanto a sequência didática e analisados qualitativamente. Para viabilizar o ensino por investigação, foi proposto uma sequência didática (SD) com tema de doenças cardiovasculares. Os resultados revelaram que os alunos demonstraram motivação, liderança e autonomia na construção do conhecimento. Especificamente, houve um aumento significativo no número de alunos que declararam entender os temas abordados sem dificuldade, o que foi quantitativamente mensurado.

Poso, Silva e Poso (2021) propuseram uma abordagem de ensino baseada na experimentação para estimular a curiosidade, capacidade de questionamento e motivação dos alunos. A pesquisa envolveu turmas do segundo ano do Ensino Médio e se estruturou no modelo de pesquisa-ação, com base na triangulação de observação, intervenção e entrevista e fizeram uso de questionário a respeito do conteúdo. Os alunos foram divididos em dois grupos: um grupo participou da experimentação, enquanto o outro não, e ambos responderam ao mesmo questionário. Para o experimento, os autores construíram dois modelos didáticos do tópico do sistema respiratório. Os resultados mostraram um aumento significativo no desempenho dos alunos que realizaram experimentos em comparação com o grupo controle, que teve apenas aulas expositivas. Os autores concluíram que a experimentação contribui para a construção do conhecimento, proporcionando dinamismo, participação e interação entre os participantes. Destacaram a importância de práticas simples para tornar o ensino mais dinâmico e motivador, enfatizando a necessidade de envolvimento dos alunos para uma aprendizagem significativa e a importância da discussão e do debate em torno dos fenômenos científicos.

Mota e Nascimento (2023) compartilham uma experiência de sala de aula invertida (SAI) com alunos do ensino médio. Os autores interpretaram os dados por meio da análise de conteúdo temática. Como instrumento de dados utilizaram o ambiente virtual da escola. A análise dos dados da avaliação dos alunos revelou um aumento no protagonismo do aluno e vantagens resultantes do tempo dedicado à interação com colegas e aos feedbacks do professor. Eles sugerem que o uso de metodologias ativas, como a sala de aula invertida, facilita o retorno responsivo e a avaliação formativa, promovendo maior engajamento dos alunos com os conteúdos de Biologia e contribuindo para o desenvolvimento de sua autonomia e autogestão no processo de aprendizagem.

Cruz, Anjos e Duarte (2022) aplicaram uma Sequência Didática (SD) utilizando a gamificação como ferramenta pedagógica para ensinar Evolução Humana no ensino de Biologia, visando promover uma aprendizagem de qualidade e uma interação significativa entre professor e aluno. A SD foi dividida em três encontros: nos dois primeiros, os conteúdos foram abordados de forma expositiva-dialogada, e no terceiro encontro, foi aplicado um quiz para revisar os assuntos discutidos anteriormente. O tipo de pesquisa é qualitativo descritivo. Fizeram uso apenas de observação para medir a motivação dos alunos. Os resultados mostraram que a gamificação beneficiou a compreensão de temas complexos estimulando os alunos a pensar e relacionar os temas biológicos com o contexto social em que vivem. O desenvolvimento cognitivo foi observado através da motivação e disposição dos alunos em aprofundar seus conhecimentos, especialmente em temas de contexto étnico-racial, que estavam ligados ao cotidiano e questões atuais como o

racismo. Com base nos resultados apresentados, os autores concluíram que a gamificação em sala de aula é uma estratégia extremamente benéfica para o cotidiano escolar e que contribui significativamente para o aumento do engajamento e da motivação dos alunos.

Lopes *et al.* (2022) realizaram uma pesquisa em uma escola de ensino médio, comparando a motivação e a percepção de aprendizagem dos alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) após uma aula expositiva sobre Ecologia com a utilização de um jogo didático. Para atingir esse objetivo, 84 alunos participaram do estudo. Metade dos alunos responderam ao questionário após uma aula expositiva, enquanto a outra metade respondeu após a atividade lúdica. Como instrumento de dados os autores fizeram uso de questionário com perguntas sobre a motivação do aluno a estudar, e se eles se sentiriam motivados a conversar com os colegas a respeito dos conteúdos. Os dados foram analisados usando o teste exato de Fisher com correção de Yates (95% IC). Os resultados mostraram que não houve diferenças significativas na motivação e percepção de aprendizagem entre os alunos que participaram da aula expositiva e aqueles que participaram da atividade lúdica. Embora os resultados não tenham mostrado diferenças significativas na motivação e na percepção de aprendizagem, a pesquisa sugere que jogos didáticos podem ser usados como uma ferramenta complementar sem comprometer a qualidade do ensino. Os autores concluíram que é possível utilizar jogos didáticos no ensino de Ecologia para alunos da EJA sem comprometer a motivação e a percepção de aprendizagem.

Brandão, Lima e Miranda (2023) investigaram o uso de um Quiz, por meio de uma plataforma digital, para promover a aprendizagem sobre o tema “Mitose” no ensino de Biologia para estudantes do 1º ano do ensino médio. Eles buscaram avaliar a aceitação e eficácia dessa ferramenta na promoção de uma aprendizagem mais dinâmica e estimulante. Para isso, os alunos foram submetidos a questionários pré e pós teste e fizeram uso de entrevista com intuito de verificar a satisfação do uso do quiz e um questionário sobre o conteúdo, e realização de aulas com e sem o uso do Quiz. Os dados quantitativos foram analisados estatisticamente, enquanto os qualitativos foram avaliados por meio da análise de conteúdo. Os resultados revelaram que o uso da plataforma de Quiz nas aulas resultou em notas mais altas e em uma motivação significativa por parte dos alunos.

Rosa e Landim (2014) investigaram o efeito da utilização de modalidades didáticas variadas no ensino de Biologia em uma turma de 1º ano do Ensino Médio. Eles desenvolveram oito aulas de intervenção sobre Divisão Celular, utilizando diferentes abordagens pedagógicas (aulas expositivas, aulas práticas, modelo didático e um jogo didático). Após as aulas, os alunos responderam a um questionário de avaliação da metodologia desenvolvida e a professora titular da turma foi entrevistada para avaliar as possibilidades de uso dessas práticas em

seu trabalho docente. Os resultados indicaram que a utilização de modalidades didáticas variadas teve efeitos positivos, especialmente no que diz respeito à motivação dos alunos. A grande maioria dos alunos (91,4%) afirmou que as atividades contribuíram significativamente para facilitar seu entendimento do conteúdo. A professora da turma, por sua vez, observou que embora essas práticas não sejam necessariamente uma estratégia ideal para a aprendizagem, elas são úteis para tornar as aulas mais dinâmicas.

Araujo (2017) aplicou uma sequência didática em uma turma de 2º ano do Ensino Médio, utilizando a replicação de observações históricas de Robert Hooke no ensino de Ciências. Por meio da aplicação de questionário de pré e pós-testes sobre motivação dos alunos, para interpretação dos dados foi utilizado a escala de Likert, o autor demonstrou um aumento na motivação dos alunos. Ele destacou que, embora discutível, esse resultado está alinhado com a visão social cognitiva que argumenta que as crenças motivacionais dos alunos são influenciadas significativamente pelo contexto da sala de aula. Portanto, estratégias que impactam o ambiente de ensino podem ser empregadas para aumentar a motivação dos estudantes.

Morais e Santos (2016) Os autores investigaram a influência de uma sequência didática com atividades experimentais na motivação dos estudantes em relação à disciplina de Biologia, utilizando como embasamento teórico a perspectiva histórico-cultural e a Dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos. A pesquisa foi realizada com 70 estudantes de uma escola de Ensino Médio. Os dados foram coletados por meio de observação, questionários, relatórios, depoimentos de estudantes, filmagens, fotografias das aulas de Biologia e análise de conteúdo. O objetivo dos questionários é “inferir o nível de motivação com a disciplina de Biologia antes e após a atividade experimental”. A análise desses dados revelou que o uso de atividades experimentais contribuiu para o aumento da motivação dos estudantes, enquanto o embasamento teórico e a postura motivadora da professora elevaram a autoestima e o senso investigativo dos alunos. Concluiu-se que o uso de atividades experimentais na sequência didática teve um impacto positivo na motivação dos estudantes em relação à Biologia, facilitando o processo de ensino e aprendizagem.

Leão e Macedo (2021) desenvolveram uma sequência didática (SD) com abordagem investigativa para auxiliar professores de Biologia do Ensino Médio a promoverem maior motivação e engajamento dos alunos. A SD foi elaborada em colaboração e envolveu atividades de campo com insetos. A sequência foi detalhada e apresentada com orientações para sua implementação, compreendendo cinco etapas, culminando em uma exposição dos trabalhos para a comunidade escolar. A aplicação da SD foi realizada em duas turmas do terceiro ano do Ensino Médio. Para coleta de dados foi observado a participação dos alunos. Os resultados revelaram um aumento do interesse e motivação dos alunos na participação das atividades e na produção dos

trabalhos. Este estudo buscou oferecer uma estratégia prática e eficaz para melhorar a educação científica, enfrentando os desafios encontrados pelos professores em suas salas de aula.

Cunha, Almeida e Alves (2014) investigaram os efeitos do pluralismo didático nas aulas de biologia sobre a motivação dos alunos do ensino médio. Eles conduziram uma pesquisa-ação com seis alunos ao longo de 21 encontros, coletando informações por meio de questionários, registros das atividades e observação das aulas. Os resultados mostraram que a motivação dos alunos não está dissociada de seus objetivos individuais, podendo haver discordância entre as metas do professor e as dos alunos. Os autores observaram que a motivação dos alunos foi alcançada através da diversificação das estratégias de ensino e do ambiente social estabelecido em sala de aula. Concluíram que a motivação não é um traço inato, mas sim uma construção subjetiva influenciada pelo contexto educacional. Assim, destacaram a necessidade de considerar a diversidade de estratégias e o ambiente social como elementos-chave para promover a motivação dos alunos no ensino médio.

Tabela 3 - Ferramentas didáticas e estratégias para coletar e medir os aspectos sobre motivação durante a implementação das atividades escolhidas.

Autores	Ferramenta didática	Medida	Fundamentação Teórica
Santos <i>et al.</i> (2022)	Sequência didática	Observação, questionário (pré e pós teste)	Ausente
Poso, Silva e Poso (2021)	Modelos didático, experimentação	Observação, intervenção e entrevista	Ausente
Mota e Nascimento (2023)	Sala de aula invertida	Ambiente virtual da escola	Ausente
Cruz, Anjos e Duarte (2022)	Sequência didática Jogo (Quiz)	Observação	Ausente
Lopes <i>et al.</i> (2022)	Aula expositiva e Jogo didático	Questionário	Presente
Brandão, Lima e Miranda (2023)	Quiz	Entrevista e Questionário	Presente
Rosa e Landim (2014)	Aulas expositivas, aula prática, modelo didático e um jogo didático	Questionário	Ausente
Araujo (2017)	Sequência didática	Questionário (pré e pós teste)	Presente
Morais e Santos (2016)	Sequência didática	Questionários, fotografias, gravações, observações	Presente
Leão e Macedo (2021)	Sequência didática	Observações	Presente
Cunha Almeida e Alves (2014)	Oficinas	Registro no diário de campo do professor, observações, questionário e uma	Presente

avaliação dos recursos
didáticos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Santos *et al.* (2022) utilizaram como instrumento de coleta de dados observação quanto questionário para verificar a melhoria na percepção dos alunos em relação à sequência didática, os quais foram analisados de forma qualitativa. Os autores Poso, Silva e Poso (2021) como coleta de dados, utilizaram observação, intervenção, entrevista e fizeram uso de questionário a respeito do conteúdo. Mota e Nascimento (2023) utilizaram o ambiente virtual da escola para coletar os dados. Rosa e Landim (2014) os alunos responderam a um questionário de avaliação de avaliação da metodologia desenvolvida e a professora titular da turma foi entrevistada para avaliar as possibilidades de uso dessas práticas em seu trabalho docente. No entanto, a ausência de um referencial teórico nos artigos limitou a contextualização e a interpretação mais aprofundada dos resultados obtidos.

Cruz, Anjos e Duarte (2022) utilizaram exclusivamente a observação para avaliar a motivação dos alunos. Embora tenham contextualizado e enfatizado a importância da gamificação para motivar os alunos, o uso exclusivo da observação pode limitar a compreensão abrangente dos diferentes aspectos que influenciam a motivação.

Lopes *et al.* (2022) utilizaram um questionário para coletar dados, abordando a motivação dos alunos para estudar e para discutir os conteúdos com os colegas. Brandão, Lima e Miranda (2023) fizeram uso de questionários pré e pós teste, entrevista com intuito de verificar a satisfação do uso do quiz e um questionário sobre o conteúdo. Araujo (2017) fez uso de questionário pré e pós-testes sobre motivação dos alunos. Moraes e Santos (2016) Os dados foram coletados por meio de observação, questionários, relatórios, depoimentos de estudantes, filmagens, fotografias das aulas. Cunha, Almeida e Alves (2014) coletando informações por meio de questionários, registros das atividades e observação das aulas. Os autores embasaram sua pesquisa em um referencial teórico que, por sua vez, ajudou a fundamentar e contextualizar os resultados obtidos.

Leão e Macedo (2021) utilizaram a participação dos alunos como método de coleta de dados e empregaram um referencial teórico para contextualizar. No entanto, o uso exclusivo da observação pode limitar a compreensão abrangente dos diversos aspectos que influenciam a motivação, sugerindo a necessidade de complementar essa abordagem com outros métodos para uma análise mais completa.

4 CONCLUSÃO

A análise das diferentes abordagens pedagógicas em estudos sobre motivação no ensino de Biologia revelou uma tendência clara: a diversificação das estratégias didáticas e o uso de metodologias ativas. Destacam-se a diversidade de métodos utilizados por diferentes estudos para investigar a motivação dos alunos. Entretanto, muitos estudos apresentaram uma limitação comum: a ausência de um referencial teórico consistente para contextualizar e interpretar de maneira mais profunda os resultados obtidos. Este ponto ressalta a importância de embasar as pesquisas em teorias robustas, que podem enriquecer a compreensão das complexidades envolvidas na motivação dos alunos e nas práticas educacionais.

A presente pesquisa apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. Primeiramente, a utilização exclusiva do portal CAPES como fonte de dados, embora este agregue diversas outras bases de dados, pode ter restringido o alcance da investigação. O portal CAPES é uma ferramenta robusta e abrangente, porém, limitar a coleta de dados apenas a esta plataforma pode ter excluído estudos relevantes disponíveis em outras bases de dados especializadas que não estão integradas ao portal.

Outra limitação significativa foi a consideração apenas de artigos publicados em língua portuguesa. Essa escolha, embora pertinente para garantir a acessibilidade e compreensão total do conteúdo analisado, pode ter limitado a abrangência e a diversidade das perspectivas incluídas na pesquisa. Estudos e artigos científicos publicados em outras línguas, poderiam ter enriquecido os resultados e fornecido uma visão mais completa e diversificada sobre o tema em questão.

Essas limitações sugerem a necessidade de futuras pesquisas considerarem uma abordagem mais ampla, incorporando múltiplas bases de dados e incluindo publicações em diversos idiomas, para proporcionar uma análise mais robusta e abrangente.

Agradecimentos e Financiamento

Agradecimentos aos sujeitos que colaboraram com a pesquisa, bem como os auxílios recebidos durante a elaboração do trabalho, na forma de bolsa de estudo fornecido sequencialmente pelo PROMOP e FAPESC.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, J. P. F. T. Replicação histórica das observações de Robert Hooke (1635-1703) em uma turma de 2º ano do Ensino Médio: mudanças na motivação para aprender Biologia. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 16, p. 36-53, 2017.

BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A (Org.). **A motivação do aluno**: contribuições da psicologia contemporânea. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2009.

BRANDÃO, J. J.; LIMA, H. M. L.; MIRANDA, A. F. Uso do quiz como ferramenta para o ensino e a aprendizagem sobre mitose. *Revista Prática Docente*, [s. l.], v. 8, p. e23018, 2023. DOI: <https://doi.org/10.23926/RPD.2023.v8.n1.e23018.id1438>

CARVALHO, W; STANZANI, E. L; PASSOS, M. M. A motivação no ensino de ciências: análise de dez anos de trabalhos apresentados no ENPEC. *ACTIO: Docência em Ciências*, v. 2, n. 3, p. 97-114, 2017.

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

CRUZ, I. S.; ANJOS, B. G. dos; DUARTE, A. C. S. Sequência didática: Gamificação como estratégia para o ensino de Evolução Humana no âmbito do PIBID. *Diversitas Journal*, [s. l.], v. 7, n. 3, 2022. DOI: <https://doi.org/10.48017/dj.v7i3.2213>

CUNHA, A. C. R. S.; ALMEIDA, A. C. P. C.; ALVES, J. M. Pluralidade de atividades didáticas no ensino de biologia e a questão da motivação discente. *Educação Online*, n. 17, p. 59–76, 2014. DOI: <http://doi.org/10.36556/eol.v0i17.111>

DAVOGLIO, T. R.; SANTOS, B. S. Motivação docente: reflexões acerca do construto. *Avaliação*, [s. l.], v. 22, n. 3, p. 772–792, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-40772017000300011>

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.

GOYA, A; BZUNECK, J. A.; GUIMARÃES, S. E. R. Crenças de eficácia de professores e motivação de adolescentes para aprender Física. *Psicologia Escolar e Educacional*, v. 12, p. 51-67, 2008.

LEÃO, J. L. B. M.; MACEDO, M. V. Aprender biologia com insetos no campo: uma proposta de sequência didática com abordagem investigativa para o ensino médio. *Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio*, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 505–529, 2021. DOI: <http://doi.org/10.46667/renbio.v14i1.393>

LOPES, F. S.; OLIVEIRA, S. F; MANFRIN, M. H.; CABRAL, D.; BARONEZA, J. E. Análise comparativa da motivação e percepção da aprendizagem entre aulas expositivas e jogo didático no ensino de ecologia para alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA). *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 15, n. 2, 2022.

MALAFIA, G; BARBARA, V. F.; RODRIGUES, A. S. L. Análise das concepções e opiniões de discentes sobre o ensino da biologia. *Revista Eletrônica de Educação*, v. 4, n. 2, p. 165-182, 2010.

MORAIS, V. C. da S.; SANTOS, A. B. Implicações do uso de atividades experimentais no ensino de biologia na escola pública. *Investigações em Ensino de Ciências*, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 166–181, 2016. DOI: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v21n1p166>

MOREIRA, M. A. Metodologias de pesquisa em ensino. Editora Livraria da Física, 2011.

MOTA, D.; NASCIMENTO, R. S. Invertendo a sala de aula para aprender-ensinar Biologia: motivação, protagonismo e engajamento dos estudantes. *Revista Insignare Scientia - RIS*, v. 6, n. 1, p. 430-446, 4 maio 2023.

POSO, F. D. F.; DA SILVA, R. I.; POSO, F. de F. O ensino de biologia por meio de experimentos simples no contexto do tema respiração pulmonar em uma escola pública do estado do Rio de Janeiro. **Revista Ciências & Ideias**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 35–49, 2021. DOI: <https://doi.org/10.22407/2176-1477/2021.v12i1.1302>

REEVE, J. **Motivação e Emoção** (A.F.L. Pontes & S. Machado, Trad.). 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

ROSA, I. S. C.; LANDIM, M. F. Modalidades didáticas no ensino de Biologia: uma contribuição para aprendizagem e motivação dos alunos. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, São Cristóvão, v. 7, n. 14, p. 133–144, 2014. DOI: <https://doi.org/10.20952/revtee.v0i0.3459>

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. D. P. B. **Metodologia de pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013. 624 p.

SANTOS, M. C. M.; BATISTA, J. B.; CAMAROTTI, M. F.; BATISTA, A. C. L. O ensino de biologia por investigação: um estudo de caso contextualizado no ensino de jovens e adultos. **Rev. Bras. Educ. [online]**, v. 27, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1413-24782022270058>. Acesso em: 25 mai. 2019.

CAPÍTULO 9

INVERTEBRADOS LOFOTROCOZOÁRIOS NA PRÁTICA: ATUAÇÃO DE ALUNOS EM PROJETOS EXTENSIONISTAS

LOPHOTROCHOZOAN INVERTEBRATES IN PRACTICE: STUDENT PARTICIPATION IN EXTENSION PROJECTS

Tatiana de Oliveira Ramos   

Doutora em Entomologia Agrícola, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal-SP, Brasil.
Docente da Faculdade Estácio Amazonas, Manaus-AM, Brasil

Gleycon Vellozo-Silva   

Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Alfenas, (UNIFAL), Alfenas-MG.
Doutorando em Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), Embrapa Amazônia Ocidental, Embrapa, Manaus-AM, Brasil

DOI: 10.52832/wed.190.1081 

Resumo: As disciplinas extensionistas, baseadas em projetos, são fundamentais para o desenvolvimento acadêmico e socioemocional dos estudantes, permitindo a resolução de problemas em equipe e uma aprendizagem prática e contextualizada. No curso de Ciências Biológicas da Faculdade Estácio do Amazonas, a disciplina Invertebrados Lofotrocozoários, oferecida na modalidade extensionista, prepara os alunos para enfrentar desafios do cotidiano e desenvolver habilidades na área biológica. Os projetos elaborados pelos discentes promoveram impacto positivo na comunidade, reforçando a integração entre universidade e sociedade. A experiência evidencia a importância das disciplinas extensionistas na formação de profissionais qualificados e conscientes socialmente.

Palavras-chave: Biologia. Estácio. Manaus. Zoologia.

Abstract: Extension-based courses, structured around projects, are fundamental for the academic and socio-emotional development of students, enabling teamwork in problem-solving and practical, contextualized learning. In the Biological Sciences program at Faculdade Estácio do Amazonas, the extensionist discipline Lophotrochozoan Invertebrates prepares students to face everyday challenges and develop skills in the biological field. The projects carried out by the students had a positive impact on the community, reinforcing the integration between university and society. This experience highlights the importance of extensionist courses in the formation of qualified and socially conscious professionals.

Keywords: Biology. Estácio. Manaus. Zoology.

1 INTRODUÇÃO

As disciplinas extensionistas, na qual a aprendizagem é baseada em projeto, é de suma importância nas atividades realizadas em equipe para a resolução de problemas e tem se mostrado eficaz no desenvolvimento dos estudantes. A resolução de um problema identificado pelos próprios estudantes, coloca o professor como um auxiliador do ensino e proporciona para o estudante uma visão ampla do conteúdo ministrado, através dos questionamentos e práticas vivenciadas (Bender, 2014).

A elaboração e o desenvolvimento de projetos em todas as modalidades de ensino e principalmente durante as disciplinas do curso de graduação busca melhorar a qualidade da educação. No curso de Ciências biológicas a disciplina extensionista é oferecida, e tem como principal foco preparar os alunos, que são os futuros profissionais para enfrentar os desafios do cotidiano, a fim de desenvolver habilidades na área biológica e através do contato com as pessoas desenvolver as competências socioemocionais (Nogueira *et al.*, 2024).

A inovação no ensino é uma marca da Faculdade Estácio do Amazonas, que possui o curso de Ciências Biológicas, que se destaca na região norte por ser nota cinco na avaliação do MEC e apresenta vários alunos aprovados em cursos de pós-graduação na região Amazônica. Na grade do curso a disciplina Invertebrados Lofotrocozoários é ministrada na modalidade extensionista e apresenta grande apreciação pelos alunos. As disciplinas extensionistas seguem as normas do Plano

Nacional de Educação, PNE (Lei Nº 13.005/2014), que assegura, no mínimo, 10% do total de créditos curriculares exigidos para a graduação em programas e projetos de extensão universitária.

O objetivo deste estudo é apresentar os projetos desenvolvidos pelos discentes da disciplina extensionista Invertebrados Lofotrocozoários no Curso de Ciências Biológicas da Faculdade Estácio do Amazonas, Manaus, Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os projetos foram elaborados e desenvolvidos pelos alunos da disciplina extensionista Invertebrados Lofotrocozoários do curso de Ciências Biológicas da Faculdade Estácio do Amazonas no segundo semestre de 2024. O componente curricular da disciplina adotou a metodologia de aprendizagem baseada em projetos, construídos de forma que contribuísse com a sociedade. A realização dos projetos foram definidos em conjunto com os alunos, a professora e os gestores, assim sendo, construído de acordo com a realidade de cada escola escolhida através de visitas no ambiente escolar e conversa com os gestores, coordenadores e professores.

Primeiro projeto: Minhocário

Foi desenvolvido no ensino fundamental nas turmas do 5º ano da Escola Estadual Santa Terezinha na cidade de Manaus - Amazonas. A prática extensionista foi realizada através de uma palestra com as principais informações da importância das minhocas no meio ambiente e logo após uma aula prática com observação do minhocário.

Segundo projeto: Pediculose

Como uma campanha de saúde e higiene, o projeto com o tema pediculose, transmitiu informações de controle do piolho. O projeto foi desenvolvido com alunos do 1º e 2º ano do ensino fundamental na Escola Nossa Senhora Das Graças, na cidade de Manaus- Amazonas. A prática extensionista foi realizada através da apresentação de um teatro com informações sobre o contágio e controle do piolho, uma palestra e no final entrega de kits para o cuidado com o cabelo. O tema pediculose foi solicitado pela gestora da escola, que expôs a necessidade dos alunos terem informações básicas de como evitar a contaminação por piolho e o que fazer caso ocorra a contaminação.

Terceiro projeto: Caramujo-africano

O projeto de extensão trabalhou a conscientização ambiental e os riscos à saúde pública que o Caramujo-africano pode causar. As atividades foram desenvolvidas com crianças do 5º ano

da Escola Professora Josephina de Mello na cidade de Manaus- Amazonas. O tema foi debatido através de uma palestra com informações sobre o modo de vida do caramujo, seus hábitos, alimentação, reprodução e doenças transmitidas. No final foram feitas perguntas e brincadeiras educativas a fim de interagir com os alunos.

2.1 Caracterização da pesquisa

A presente pesquisa que apresenta o desenvolvimento dos projetos de extensão caracteriza-se pela integração entre ensino, pesquisa e ação social, unindo o conhecimento científico à realidade da comunidade. Esse tipo de investigação busca compreender e intervir em situações reais, promovendo a troca de saberes entre universidade e sociedade. A metodologia adotada segue os princípios da pesquisa científica, envolvendo etapas de visita nas escolas, conversa com os professores e gestores, aplicação das atividades, coleta e análise dos resultados. O projeto contribui para a formação acadêmica dos participantes e para o desenvolvimento social, econômico e ambiental da comunidade envolvida. Assim, evidencia-se a importância da extensão universitária como espaço de produção de conhecimento, transformação social e consolidação do vínculo entre teoria e prática (Bonfim *et al.*, 2025; Lopes *et al.*, 2025).

2.2 Metodologia da pesquisa

Inicialmente, os alunos foram organizados em grupos e discutiram possíveis temas da disciplina que poderiam ser abordados como projetos em escolas da comunidade. Após essa etapa, os grupos entraram em contato com instituições de ensino para o desenvolvimento das atividades. Nas escolas, os alunos realizaram reuniões com gestores e professores, com o objetivo de conhecer a realidade local, o perfil dos estudantes e o contexto da comunidade. A partir dessas informações, os temas dos projetos foram definidos. Em sala de aula, os participantes realizaram pesquisas em artigos científicos e livros didáticos, que serviram de base para a elaboração das propostas. Entre as ações desenvolvidas, destacaram-se palestras, atividades para colorir, folhetos informativos, minhocário, apresentações teatrais, brincadeiras educativas e a entrega de kits e lembranças aos alunos, como forma de promover a transmissão de conhecimento de maneira lúdica e acessível. As datas das apresentações foram definidas em conjunto com as escolas, e os alunos se prepararam previamente para a execução das atividades.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto com o tema das minhocas é de extrema relevância, pois esses invertebrados possuem uma grande importância na fertilização do solo e foi uma forma de mostrar às crianças

um pouco sobre as minhocas e o bem que elas fazem para o meio ambiente (Woiciechowski *et al.*, 2004). O presente projeto levou conhecimento científico que aguçou a curiosidade das crianças em relação às minhocas e foi importante na geração de um público consciente com as questões ambientais. O minhocário proporcionou o conhecimento mais aprofundado sobre as minhocas e contribuiu para uma experiência educativa com maior compreensão sobre o meio ambiente. Conhecer a vida das minhocas por meio do minhocário permitiu aprender sobre seu papel na fertilização do solo. Enquanto observavam as minhocas, notou-se a curiosidade dos alunos que fizeram perguntas, o que permitiu a troca de informações e aprimoramento do conhecimento.

Os discentes envolvidos no projeto Pediculose relataram que após o teatro, tiveram oportunidade de explicar com mais ênfase os cuidados com a saúde do cabelo, falamos sobre o que as crianças não devem fazer, a fim de evitar contaminação com piolhos. Como por exemplo: emprestar roupas e acessórios, e ensinamos que, caso elas percebam algum sinal de contaminação de piolho é muito importante informar os pais ou responsáveis. Pois o quanto antes iniciar as ações de combate mais rápido eles ficarão livres dos piolhos, pois a pediculose afeta centenas de milhões de pessoas em todo o mundo a cada ano e tem sido relatada em todos os países e classes socioeconômicas (Bragg *et al.*, 2023).

Em seguida, como dinâmica de fixação, foi distribuído para as crianças um desenho para colorir, com imagens de produtos e objetos que são usados na prevenção contra o piolho. Enquanto pintavam os desenhos, pudemos ter uma interação mais direta com as crianças, ouvimos as histórias sobre as vezes que as crianças tiveram piolho e também sobre os seus parentes que também tiveram piolho. Durante a interação com as crianças, falamos que é importante levar para os seus familiares as informações que aprenderam, porque todo mundo está sujeito a ser contaminado pelo piolho. No final do projeto, entregamos kits com itens de combate e prevenção contra o piolho e um folheto informativo para os pais ou responsáveis.

Durante a realização das atividades do projeto Caramujo-africano, os discentes compreenderam que os alunos aprenderam o conteúdo que foi ministrado. Foram feitas 15 perguntas sobre o tema da palestra e os alunos participaram respondendo. Segundo relato dos discentes, foi surpreendente durante a palestra descobrir que os alunos já tinham algum conhecimento sobre o assunto, sabiam das doenças e como evitá-las e de informações de sua ocorrência em áreas urbanas, seu habitat em terrenos baldios, próximos a depósitos de lixo com vegetação expressiva e áreas peri úmidas (Souza *et al.*, 2020).

Em todos os projetos da disciplina extensionista os discentes relataram que participar dos projetos foi enriquecedor e que está diretamente à frente de um projeto desenvolveu habilidades

de escrita, oratória e pesquisa, algo que se tornou fascinante a jornada dos discentes no curso de Ciências Biológicas.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que a realização de projetos de pesquisa na disciplina de extensão é de suma importância para resgatar o hábito da leitura nos alunos e desenvolver a escrita científica e formal. Além disso, outras habilidades, como desenvoltura, comunicação e oratória, foram aprimoradas durante a execução das atividades. Mais importante ainda, a iniciativa contribuiu significativamente para a comunidade, tornando os participantes mais conscientes sobre os cuidados com o meio ambiente, por meio de informações relacionadas a organismos como minhocas, piolhos e caramujos. Assim, os projetos extensionistas demonstram seu valor tanto na formação acadêmica dos alunos quanto no fortalecimento da responsabilidade social e ambiental da comunidade envolvida.

REFERÊNCIAS

- BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso, 2014.
- BONFIM, LUANA & LIMA, RAPHAEL DE. Importância da extensão universitária no desenvolvimento acadêmico e profissional nos cursos de biomedicina e biologia. **II Congresso nacional, de projeto, pesquisa e extensão**. 2025. 10.5281/zenodo.14948207.
- BRAGG B. N, WILLS C. Pediculosis. [Atualizado em 14 de março de 2023]. Em: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): **StatPearls Publishing**. 2025. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470343/>
- LEI nº 13.005, de 25 de junho de 2014. **Aprova o Plano Nacional de Educação (PNE) e dá outras providências**. Brasília: Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 26 jun. 2014b
- LOPES, M. T.; LOPES JUNIOR, D. A importância da evolução dos projetos de extensão: o impacto socioeducacional das atividades extensionistas do IFMS. Educitec - **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, Brasil, v. 11, n. jan./dez., p. e248025, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.31417/educitec.v11.2480>. Acesso em: 18 out. 2025.
- NOGUEIRA, A. B.; WARDISON, A. C. S; PLACIDO, V. L. S. **A prática da extensão universitária na formação e no impacto dos agentes envolvidos** /, org. – Campinas, SP: Editora Splendet PUC-Campinas, 2024. 346 f. 14,8x21cm. ISBN 978-65-89946-34-2
- SOUZA, M. G.; CASTRO, I. F.; LACHI, A. M. C.; ALBUQUERQUE, A. R. C. Mapeamento Das áreas De Ocorrência Do Caramujo Africano (*Achatina Fulica*) Na Bacia Hidrográfica De Educandos Manaus/AM – Brasil. **Brazilian Journal of Development**, 6:12, 2020 100091-100100. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n12-4842020>.

WOICIECHOWSKI, T, & SOUZA, J. W. F. DE. Projeto minhocários como prática de educação ambiental em uma unidade curricular eletiva no ensino fundamental. **BARBAQUÁ**, 6, e9023.2024. <https://doi.org/10.61389/bbq.v6.e9023>

CAPÍTULO 10

HORTA ESCOLAR: FERRAMENTA PEDAGÓGICA PARA PROMOÇÃO DA INTERDISCIPLINARIDADE E TEMAS TRANSVERSAIS

SCHOOL GARDEN: A PEDAGOGICAL TOOL FOR PROMOTING INTERDISCIPLINARITY AND CROSS-CURRICULAR THEMES

Juliana Georgia da Silva   

Graduado em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Centro acadêmico de Vitória (UFPE/CAV), Vitória de Santo Antão-PE, Brasil

Clauzivaldo Cicero de Santana   

Graduado em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Centro acadêmico de Vitória (UFPE/CAV), Vitória de Santo Antão-PE, Brasil

Polyane Maria da Silva   

Graduado em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Centro acadêmico de Vitória (UFPE/CAV), Vitória de Santo Antão-PE, Brasil

Kevin Cezar de Santana Vieira da Silva   

Graduado em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife- PI, Brasil

Maria Eduarda da Silva Souza   

Mestranda em Biologia Celular e Molecular Aplicada, Universidade de Pernambuco (UPE), Recife- PE, Brasil

DOI: 10.52832/wed.190.1082 

Resumo: Foi objetivo deste estudo analisar a horta escolar como ferramenta pedagógica para a promoção da interdisciplinaridade e o trabalho com temas transversais. A pesquisa, de caráter quali-quantitativo e exploratório-descritivo, utilizou a metodologia da pesquisa-ação, envolvendo professores da Escola Municipal Dois Leões, em Pombos–PE. Foram registradas práticas como preparo do solo, plantio, colheita, oficinas e ações educativas. A pesquisa feita com os professores evidenciou que a maioria reconhece a horta como espaço de integração entre diferentes áreas do conhecimento, especialmente Ciências, e como recurso significativo para o desenvolvimento de temas transversais e interdisciplinaridade. Os resultados reforçam a relevância da horta escolar na formação cidadã, no incentivo à cooperação e na ampliação da consciência socioambiental.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Educação Ambiental. Horta Escolar.

Abstract: The objective of this study was to analyze the school garden as a pedagogical tool for promoting interdisciplinarity and working with cross-cutting themes. The research, of a qualitative and exploratory-descriptive nature, employed the action-research methodology, involving teachers from Escola Municipal Dois Leões, in Pombos–PE. Practices such as soil preparation, planting, harvesting, workshops, and educational activities were recorded. The research conducted with the teachers showed that most of them recognize the garden as a space for integration between different areas of knowledge, especially Science, and as a meaningful resource for the development of cross-cutting themes and interdisciplinarity. The results reinforce the relevance of the school garden in fostering citizenship, encouraging cooperation, and broadening socio-environmental awareness.

Keywords: Sustainability. Environmental Education. School Garden.

1 INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais têm se intensificado em escala global, diante disso, é fundamental o fortalecimento da consciência socioambiental, bem como a adoção de práticas sustentáveis. (Pereira; Curi, 2012; Duarte, 2024). Sob esse olhar, a escola assume papel estratégico na formação de cidadãos críticos, capazes de compreender os desafios ambientais e agir de forma responsável em suas comunidades (Mendes *et al.*, 2025).

A horta escolar destaca-se como recurso pedagógico, um “laboratório vivo” que possibilita práticas educativas contextualizadas e significativas, conforme argumentam Santos e colaboradores (2014). Por meio dela, os estudantes vivenciam a interdisciplinaridade, articulando conteúdos de diferentes áreas do conhecimento e desenvolvendo valores como solidariedade, cooperação e responsabilidade (Martinez; Hlenka, 2017). Além disso, esse espaço permite a abordagem de temas transversais, como meio ambiente, saúde e cidadania, que, de acordo com a legislação brasileira, devem permear o currículo escolar de forma integrada e contínua (Bernardes; Prieto, 2010).

Segundo Leis (2005) a interdisciplinaridade é um diálogo entre diferentes áreas, um ponto de cruzamento entre atividades disciplinares e interdisciplinares, essa prática objetiva integrar saberes de forma experimental, inovadora e complementar, evitando a homogeneização do conhecimento. Bernardes e Prieto (2010) concebem temas transversais como um conjunto de

conteúdos e orientações pedagógicas que perpassam a atividade escolar, não se restringindo a uma área em particular, mas abrangendo todas as disciplinas.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo analisar a contribuição da horta escolar desenvolvida na Escola Municipal Dois Leões, em Pombos–PE, enquanto instrumento pedagógico capaz de favorecer a interdisciplinaridade, temas transversais, trabalho coletivo, consciência ambiental, bem como ressaltar sua relevância na formação cidadã e no incentivo a práticas sustentáveis.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da pesquisa

O estudo adota uma abordagem quali-quantitativa, em que a pesquisa qualitativa explora experiências e significados subjetivos, e a quantitativa quantifica dados para maior objetividade e precisão (Gil, 2008; Santana; Narciso; Santana, 2025). Trata-se de uma pesquisa básica, voltada à produção de novo conhecimento, com caráter exploratório-descritivo, por permitir compreender e descrever o objeto de estudo (Gil, 2008; Melo; Nascimento, 2016). Como procedimento metodológico, utilizou-se a pesquisa-ação, que investiga uma situação-problema coletiva enquanto promove aprendizagens sobre o processo estudado (Melo; Nascimento, 2016).

2.2 Área de Estudo e Público-alvo

A investigação foi realizada na Escola Municipal Dois Leões, localizada no município de Pombos, Zona da Mata Pernambucana. O estudo envolveu 12 professores da educação infantil e Ensino Fundamental I.

2.3 Metodologia da pesquisa

A pesquisa e as observações foram conduzidas entre os meses de maio a setembro de 2025, acompanhando as etapas de implantação e manejo da horta escolar. Nesse período, foram registradas atividades como: preparo do solo, plantio, irrigação, colheita, além de palestras e ações educativas.

A coleta de dados ocorreu por meio de: registros fotográficos; diário de campo e aplicação de formulários. A pesquisa conduzida utilizando-se um formulário eletrônico (Google Forms) como instrumento de coleta de dados, foi elaborada no Google e posteriormente enviada para os professores. A coleta de dados ocorreu entre os dias 01 a 05 de setembro de 2025.

As informações foram coletadas com anuência dos responsáveis e da gestão escolar, preservando a identidade dos participantes conforme os princípios éticos da pesquisa. Para a análise

dos dados, utilizou-se abordagem descritiva, relacionando observações de campo e formulários à fundamentação teórica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A vivência na horta escolar possibilitou a observação e o registro de diferentes práticas pedagógicas desenvolvidas ao longo do estudo. Os resultados obtidos foram organizados em dois eixos principais: o primeiro referente às atividades acompanhadas e registradas durante o processo de implantação e manejo da horta, e o segundo relacionado às percepções e contribuições dos professores coletadas por meio do formulário aplicado.

3.1 Registros das práticas e observações de campo

A horta escolar é gerida e mantida pela ONG GIRAL através do projeto “Educação Sustentável: Criança e Cidadania”. Essa iniciativa tem como objetivo promover educação ambiental e segurança alimentar por meio da implantação de hortas pedagógicas em escolas públicas. Ao longo do ano a equipe da Giral desenvolveu diversas atividades pedagógicas além de manter a horta junto com os professores e alunos.

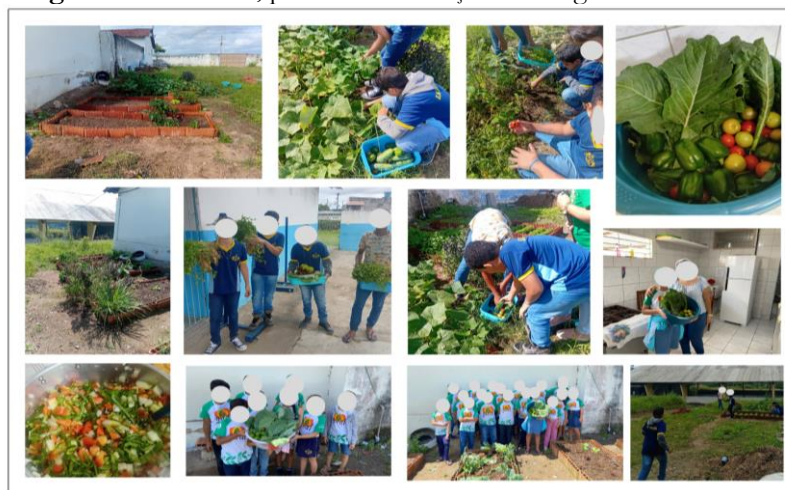
A etapa de preparação de solo, escolhas das espécies a serem plantadas e plantio, foram as primeiras atividades a serem realizadas. É possível observar na Figura 1. Foram plantadas pepino, tomate, couve, alface, acelga, alho poró, pimentão, manjericão, capim santo, cebolinha e rúcula.

Figura 1 - Preparação do solo e plantio.



Fonte: Dos autores (2025).

Ao longo do ano, foram realizadas diversas colheitas, assim como outros plantios. Os vegetais colhidos foram destinados à cozinha da escola, sendo utilizados na preparação da merenda escolar. Esse processo pode ser observado na Figura 2, apresentada a seguir.

Figura 2 - Colheitas, plantios e utilização dos vegetais na merenda.

Fonte: Dos autores (2025).

Concomitantemente, ocorreram dinâmicas, onde pôde ser explorados temáticas como a sustentabilidade, ciclo produtivo de alimentos e a importância da conservação do solo, da água e da biodiversidade. Outras atividades foram vivenciadas, como a oficina de defensivos agrícolas, e mensalmente a leitura coletiva de paradidáticos que abordam essa temática. Esse processo pode ser observado na Figura 3, apresentada a seguir.

Figura 3 - Dinâmicas, oficinas e leituras ocorridas no âmbito do projeto.

Fonte: Dos autores (2025).

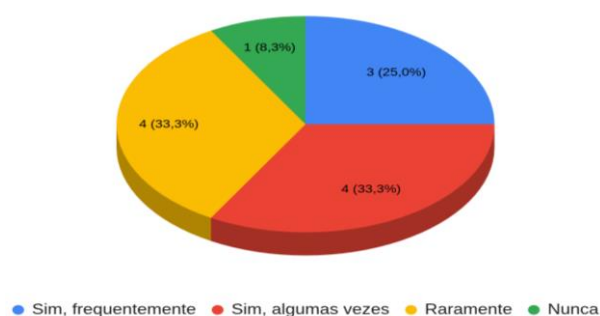
3.2 Análise dos dados coletados nos formulários

A análise dos formulários aplicados aos docentes revelou percepções consistentes acerca da relevância da horta escolar enquanto recurso pedagógico e promotor da interdisciplinaridade e trabalho dos temas transversais.

A primeira pergunta foi referente a etapa no qual o professor (a) atua, 7 dos 12 professores atuam nos anos iniciais do ensino fundamental (EF) (58,3%), enquanto que apenas 1 atua nos anos finais do EF. Outros 4 professores atuam na educação infantil (33,3%).

A segunda pergunta se referiu a utilização da horta escolar nas práticas pedagógicas. O resultado pode ser visto na Figura 4.

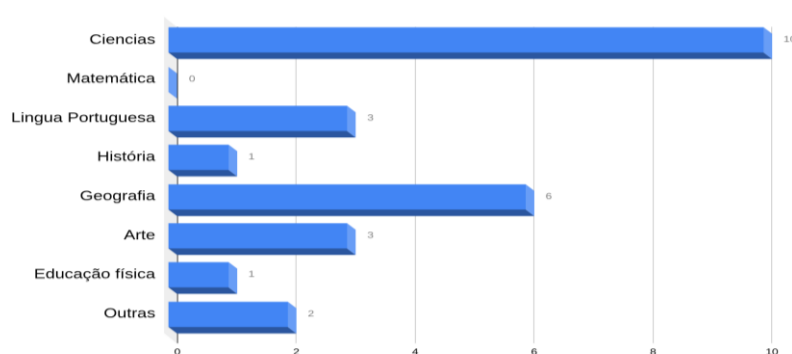
Figura 4 - Utilização da horta escolar nas práticas pedagógicas.



Fonte: Elaborado pelos autores, baseado nos dados da pesquisa (2025).

Observa-se que 11 professores utilizam a horta na prática escolar, sendo, 4 (33,3%) utilizam raramente, outros 4 (33,3%) utilizam algumas vezes e 3 professores utilizam frequentemente. Apenas 1 (8,3%) professor nunca utilizou a horta em suas práticas pedagógicas. Esses dados sugerem que, embora haja reconhecimento generalizado da relevância da horta, a sua incorporação efetiva às práticas docentes ainda ocorre de forma desigual, o que aponta para a necessidade de maior incentivo à formação continuada e ao planejamento coletivo.

A terceira pergunta abordou as áreas do conhecimento onde a horta foi mais utilizada, ou poderia ser utilizada nas aulas. As respostas estão disponíveis na Figura 5, apresentada a seguir.

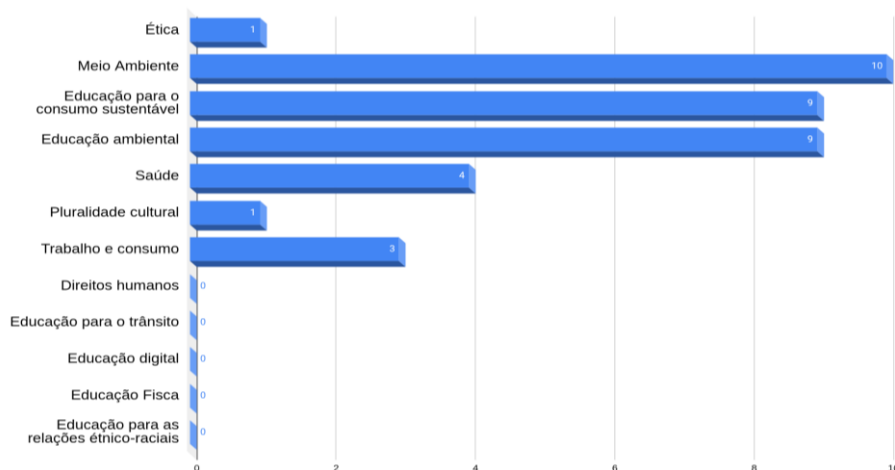
Figura 5 - Disciplinas onde a horta foi utilizada.

Fonte: Elaborado pelos autores, baseado nos dados da pesquisa (2025).

Observa-se que a horta foi associada principalmente à área de Ciências (10 respostas - 83,3%), seguida de Geografia (6 respostas - 50%), Língua Portuguesa (3 respostas - 25%) e Artes (3 respostas - 25%). Disciplinas como História, Educação Física e outras também foram citadas, ainda que em menor proporção. Essa distribuição revela maior adesão das áreas diretamente ligadas às questões ambientais, também aponta a possibilidade de ampliar o uso da horta como recurso interdisciplinar.

Esse achado dialoga com Martinez e Hlenka (2017), que defendem a horta escolar como um “laboratório vivo”, capaz de contextualizar conceitos de diferentes áreas do conhecimento e promover uma aprendizagem significativa ao articular teoria e prática.

O quarto questionamento investigou os temas transversais que puderam ser trabalhados por meio da horta escolar. As respostas podem ser visualizadas a seguir na Figura 6.

Figura 6 - Temas transversais vivenciados.

Fonte: Elaborado pelos autores, baseado nos dados da pesquisa (2025).

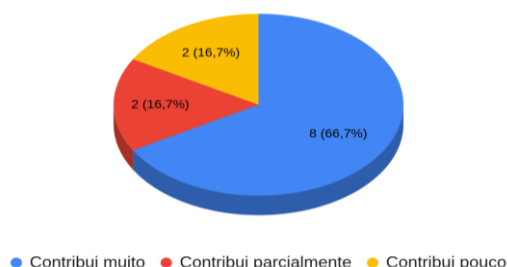
Conforme apresentado na Figura 6, a temática mais recorrente foi a do meio ambiente, mencionada por 10 dos 12 docentes participantes (83,3%). Em seguida, destacaram-se as categorias educação para o consumo sustentável e educação ambiental, ambas citadas por 9 professores (75%). Outras menções incluíram saúde (4 respostas – 33,3%), trabalho e consumo (3 respostas – 25%), ética (1 resposta – 8,3%) e pluralidade cultural (1 resposta – 8,3%).

Esses resultados reforçam o potencial da horta escolar como espaço formativo que extrapola o currículo tradicional, favorecendo o diálogo com problemáticas contemporâneas.

A ênfase na temática do meio ambiente (83,3%), seguida por educação para o consumo sustentável e educação ambiental (ambas com 75%), revela que os docentes participantes reconhecem a horta escolar como espaço privilegiado para abordar conteúdos ligados à sustentabilidade. Esse achado dialoga diretamente com Mendes *et al.*, (2025), que ressalta a relevância da inserção da temática ambiental no currículo formal, sobretudo quando associada a metodologias ativas e projetos interdisciplinares, como a horta.

O quinto questionamento investigou se o trabalho interdisciplinar poderia ser favorecido por meio da horta. A Figura 7 ilustra os resultados relacionados a esse questionamento.

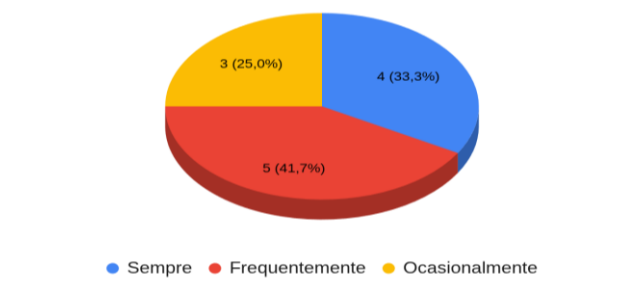
Figura 7 - Contribuição da horta no desenvolvimento dos temas transversais.



Fonte: Elaborado pelos autores, baseado nos dados da pesquisa (2025).

Conforme apresentado na Figura 7, a maioria dos docentes (8 – 66,7%) afirmou que a horta contribui muito para a interdisciplinaridade. Já 2 professores (16,7%) consideraram que o recurso contribui parcialmente, enquanto outros 2 (16,7%) avaliaram que a horta contribui pouco nesse aspecto. Esses dados evidenciam que os participantes reconhecem a horta escolar como um importante espaço de integração entre diferentes áreas, ainda que existam percepções divergentes quanto à intensidade dessa contribuição.

O sexto questionamento investigou se a horta escolar favoreceu o trabalho interdisciplinar entre diferentes professores e disciplinas. O resultado pode ser visto na Figura 8.

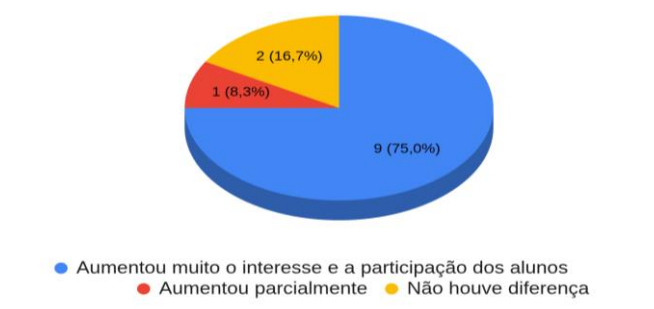
Figura 8 - O trabalho interdisciplinar através da horta.

Fonte: Elaborado pelos autores, baseado nos dados da pesquisa (2025).

Observa-se na Figura 8, (5- 41,7%) dos participantes afirmaram que frequentemente a horta contribuiu para práticas interdisciplinares, enquanto (4- 33,3%) relataram que houve essa integração. Já (3- 25%) indicaram que apenas ocasionalmente esse favorecimento ocorreu. Esses dados demonstram que a maioria reconhece a horta como um recurso pedagógico relevante para promover a interdisciplinaridade, ainda que em intensidades diferentes.

Esses achados convergem com a análise de Coelho e Bógus (2016), que apontam a horta como espaço de aprendizagem horizontal, no qual o compartilhamento de experiências e saberes favorece a construção coletiva do conhecimento. A interdisciplinaridade, nesse sentido, não se limita à sobreposição de conteúdos disciplinares, mas implica diálogo entre diferentes áreas.

O sétimo questionamento se refere a participação dos alunos com o projeto. A Figura 9 ilustra os resultados.

Figura 9 - Participação e interesse dos alunos com o projeto da horta.

Fonte: Elaborado pelos autores, baseado nos dados da pesquisa (2025).

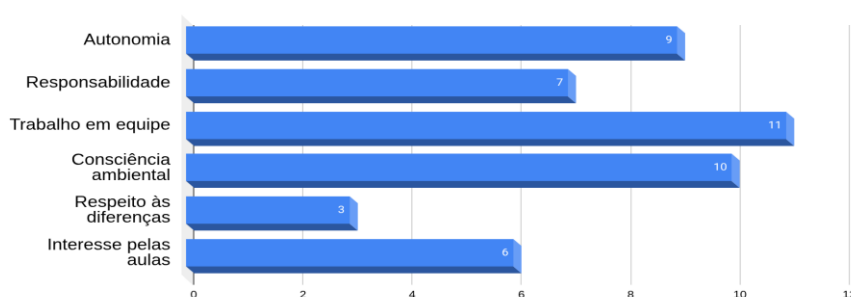
Conforme apresentado na Figura 9, a maioria dos participantes, (9- 75%), destacou que o projeto aumentou muito o interesse e a participação dos estudantes. Em contrapartida, (1- 8,3%)

consideraram que o aumento ocorreu apenas de forma parcial e (2 -16,7%) afirmaram que não houve diferença em relação ao engajamento dos alunos. Esses dados evidenciam que a horta escolar exerceu um impacto significativo na motivação estudantil, promovendo maior envolvimento nas atividades propostas.

A observação de aumento de práticas cooperativas e de envolvimento coletivo é coerente com a literatura que vê a horta escolar como um dispositivo pedagógico capaz de promover responsabilidade social e cidadania ecológica. Além de trabalhar conteúdos, a horta exige divisão de tarefas, cuidado contínuo e tomada de decisões coletivas, práticas que fortalecem noções de corresponsabilidade e participação (Pereira; Curi, 2012).

O oitavo questionamento buscou identificar, na percepção dos participantes, os principais aspectos desenvolvidos nos alunos a partir do trabalho com a horta escolar. Resultado disponível na Figura 9, a seguir.

Figura 9 - Desenvolvimento de habilidades.



Fonte: Elaborado pelos autores, baseado nos dados da pesquisa (2025).

Os resultados revelam que os indicadores mais destacados foram o trabalho em equipe (11 respostas) e a consciência ambiental (10 respostas), evidenciando o potencial da horta como ferramenta para práticas colaborativas e de valorização da sustentabilidade. Além disso, aspectos como autonomia (9) e responsabilidade (7) também foram frequentemente mencionados. Já o interesse pelas aulas (6) e o respeito às diferenças (3) foram apontados em menor proporção, mas ainda demonstram a diversidade de contribuições que a horta escolar pode oferecer ao processo educativo.

O desenvolvimento de competências como cooperação, autonomia e responsabilidade indica que o projeto contribui para uma educação integral, articulando dimensões cognitivas, socioemocionais e ambientais (Santos *et al.*, 2014).

A nona questão investigou se a horta escolar foi utilizada em ações além da manutenção e da colheita, como palestras, eventos e outras práticas pedagógicas. Os resultados indicaram que

100% dos participantes responderam afirmativamente. Segundo Coelho e Bógus (2016), a horta escolar é um espaço de vivência prática e simbólica, capaz de ressignificar o vínculo dos sujeitos com a natureza, a alimentação e o conhecimento, funcionando como mediadora de experiências coletivas que extrapolam a sala de aula.

Na sequência, foi questionado se, na percepção dos participantes, a horta escolar deveria ser mantida e ampliada como recurso pedagógico. Nesse caso, as respostas também foram unânimes, sendo a avaliação muito positiva quanto à continuidade e expansão do projeto.

Mendes *et al.*, (2025) reforçam que projetos ambientais em escolas, quando enraizados no currículo e apoiados pela comunidade escolar, tendem a gerar engajamento coletivo e a formação de uma cultura ecológica. No presente estudo, o consenso sobre a relevância da horta pode ser lido como indicador de que os professores reconhecem seu potencial para articular saberes, estimular práticas colaborativas e promover aprendizagens significativas.

4 CONCLUSÃO

O estudo evidenciou que a horta escolar é um recurso eficaz para promover interdisciplinaridade, temas transversais e valores socioambientais, fortalecendo a aprendizagem e a formação cidadã. Os resultados destacaram maior vínculo com Ciências e Geografia, mas apontaram potencial em outras áreas. A horta estimulou interesse, participação e competências como trabalho em equipe, autonomia e responsabilidade, além de favorecer práticas ligadas ao meio ambiente, saúde e consumo sustentável. Apesar da unanimidade docente sobre sua relevância, ainda há desafios quanto à formação e ao engajamento comunitário para sua consolidação.

REFERÊNCIAS

- COELHO, D. E. P.; BÓGUS, C. M. Vivências de plantar e comer: a horta escolar como prática educativa, sob a perspectiva dos educadores. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 761–771, 2016.
- PEREIRA, S. S.; CURI, R. C. Meio ambiente, impacto ambiental e desenvolvimento sustentável: conceituações teóricas sobre o despertar da consciência ambiental. **Reunir – Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade**, Campina Grande, v. 2, n. 4, p. 35–57, set./dez. 2012.
- SANTOS, M. J. D.; AZEVEDO, T. A. O.; FREIRE, J. L. O.; ARNAUD, D. K. L.; REIS, F. L. A. M. Horta escolar agroecológica: incentivadora da aprendizagem e de mudanças de hábitos alimentares no ensino fundamental. **HOLOS**, Ano 30, v. 4, p. 278–290, 2014.
- DUARTE, F. A. **Análise da perspectiva de alunos e professores sobre educação ambiental aplicada aos recursos hídricos em escolas estaduais da cidade de Boa Vista – RR**. 2024. 110f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos). Programa de Pós-

Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2024.

MENDES, M. A. T. A.; SILVA, T. BARAÚJO, I. C. Z.; MENDES, V. P.; ALVES, V. D. S. O. O papel da escola na formação de cidadãos ecologicamente responsáveis. **Missioneira**, v. 27, n. 8, p. 111-121, 2025.

MARTINEZ, I. C. P. A. S.; HLENKA, V. Horta escolar como recurso pedagógico. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**, v. 8, n. 19, 2017.

BERNARDES, M. B. J.; PRIETO, E. C. Educação Ambiental: disciplina versus tema transversal. **REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 24, 2010.

LEIS, H. R. Sobre o conceito de interdisciplinaridade. **Cadernos de pesquisa interdisciplinar em ciências humanas**, v. 6, n. 73, p. 2-23, 2005.

SANTANA, A. N. V.; NARCISO, R.; SANTANA, A. C. A. Transformações imperativas nas metodologias científicas: impactos no campo educacional e na formação de pesquisadores. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 1, p. e13702-e13702, 2025.

MELO, A. C. A. U.; NASCIMENTO, A. V. A pesquisa ação colaborativa como instrumento de transformação das práticas culturais em bibliotecas universitárias : o caso da Biblioteca de Ciências e Tecnologia da UFC. In: **Seminário nacional de bibliotecas universitárias**, 19, 2016, Manaus, Brasil. [Anais eletrônicos]... Manaus, Brasil, 2016. Disponível em: <https://anaissnbu.emnuvens.com.br/anaais/article/view/242/240>.

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

CAPÍTULO 11

CIRCUITO BIOLÓGICO: USO DE ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE HISTOLOGIA

BIOLOGICAL CIRCUIT: USE OF THE STATION ROTATION MODEL IN HISTOLOGY TEACHING

Keven Mateus de Moraes Costa   

Mestrando em Bioquímica, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza-CE, Brasil

Ana Cláudia Sales Rocha Albuquerque   

Doutora em Psicobiologia (USP), Docente do Departamento de Ciências Biológicas (DECB),
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Mossoró-RN, Brasil

DOI: 10.52832/wed.190.1082 

Resumo: A utilização de diferentes metodologias de ensino são necessárias para contemplar a dos discentes aprendizagem em diferentes aspectos e torná-la significativa. Elaborar uma sequência didática utilizando a metodologia de ensino de Rotação por Estações de Aprendizagem, e avaliar sua eficácia para a aprendizagem significativa dos alunos em relação aos conteúdos de histologia humana. A pesquisa foi realizada com duas turmas do ensino médio de uma escola pública: uma turma controle (29 alunos) e uma turma experimental (28 alunos). A primeira recebeu apenas uma aula expositiva e o questionário final; a segunda participou da mesma aula, respondeu ao questionário inicial e, posteriormente, realizou as atividades nas estações temáticas antes do questionário final e de um questionário de opinião. Foram elaboradas quatro estações com duração de 16 minutos cada: microscópio (tecido muscular), jogo didático (tecido epitelial), estudo de caso (tecido nervoso) e vídeo com discussão (tecido conjuntivo). Os questionários inicial e final, do grupo experimental, revelam porcentagens de acerto diferentes, sendo o final, após as estações, com maior número de acertos. O questionário final do Grupo Controle revelou que para algumas questões mais simples, a aula expositiva é suficiente para elucidar o tema, o que não é o mesmo para questões mais complexas já que certos itens tiveram uma porcentagem baixa de acerto. A metodologia de rotação por estações se mostrou bem aplicável em sala de aula, visto que instigou o engajamento dos estudantes nas atividades realizadas.

Palavras-chave: Ensino de biologia. Ensino híbrido. Metodologia ativa.

Abstract: The use of diverse teaching methodologies is essential to address students' learning processes from different perspectives and to make learning more meaningful. This study aimed to design a didactic sequence using the Station Rotation Model and to evaluate its effectiveness in promoting meaningful learning among students regarding human histology content. The research was conducted with two high school classes from a public school: a control group (29 students) and an experimental group (28 students). The control group received only an expository lesson and a final questionnaire, while the experimental group attended the same lesson, completed a pre-test questionnaire, and subsequently participated in thematic station activities before completing the post-test and an opinion survey. Four stations were organized, each lasting 16 minutes: microscopy (muscle tissue), educational game (epithelial tissue), case study (nervous tissue), and video discussion (connective tissue). The pre- and post-test results of the experimental group revealed an increase in the percentage of correct answers after the station activities. The control group's results indicated that expository lessons were sufficient for simpler questions but less effective for more complex ones, which showed lower accuracy rates. The Station Rotation Model proved to be highly applicable in the classroom context, as it stimulated student engagement and participation in the proposed activities.

Keywords: Active methodology. Biology teaching. Blended learning.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Biologia nas escolas públicas possui muitos desafios, e algumas temáticas são muito mais desafiadoras para a obtenção de sucesso no processo de ensino e aprendizagem. A Histologia Humana é uma das áreas da Biologia que é considerada complexa, e demanda de um bom embasamento teórico para a compreensão do seu conteúdo, o que durante o ensino médio pode não ser tão interessante para os alunos (Silva *et al.*, 2023).

Principalmente devido à natureza microscópica, para a melhor visualização e entendimento das características dos tecidos, a abordagem dessa temática torna-se desafiadora na educação básica.

Considerando que estruturas microscópicas são pertencentes a uma dimensão não perceptível, tanto o nível de interesse, quanto de ensino e aprendizado nestas áreas não são satisfatórios (Coelho; Silva; Pirovani, 2020).

Dentre os aspectos que dificultam a abordagem dos conteúdos de histologia no ensino médio, está o seu tempo no calendário escolar, geralmente situados mais próximo ao final do ano letivo, o que muitas vezes, pela pressa em finalizar tudo, deixam de ser aplicados ou são aplicados muito superficialmente (Araújo *et al.*, 2021; Dias; Carlan, 2018).

Outros motivos se referem à indisponibilidade de recursos didáticos necessários na instituição escolar e também a insuficiência de um repertório de metodologias facilitadoras do aprendizado que possam fazer com que o aluno entenda e associe as informações recebidas à sua própria vivência (Araújo *et al.*, 2021). De acordo com o estudo de Santana e Franzolin (2018), 50% dos professores que participaram da sua pesquisa informaram que um grande desafio é a escassez de ideias, mostrando uma dificuldade em elaborar sequências didáticas investigativas, e que possam ser realizadas no espaço da escola com os recursos disponíveis.

As lacunas na aprendizagem decorrentes desses fatores são percebidas nas dificuldades de compreensão que muitos alunos apresentam quando se deparam com esses conteúdos em disciplinas do ensino superior. As formas de ensino que desvalorizam o papel ativo do estudante no processo de ensino e aprendizagem e que trabalha de forma descontextualizada com o cotidiano, acaba por distanciá-lo tornando-o apático sobre o que lhe é apresentado (Coelho; Silva; Pirovani, 2020). É muito mais fácil para os educandos entenderem o conteúdo se este é devidamente relacionado à sua realidade, uma vez que torna a aprendizagem mais significativa, já que remete a eventos que acontecem no seu cotidiano (Santos *et al.*, 2024).

O Ensino híbrido é uma forma de impulsionar os alunos a utilizar diversas ferramentas online para melhor compreensão dos conteúdos abordados em sala de aula e fora dela, evidenciando a necessidade de acesso a recursos tecnológicos, porém muitas vezes se torna inviável pela falta de recursos (Lima-junior *et al.*, 2021).

A metodologia de ensino conhecida como Rotação por Estações de Aprendizagem (REA) consiste na montagem de diferentes atividades (estações), que são executadas simultaneamente por diferentes grupos de participantes, rotacionando os grupos, para que ao final da atividade os participantes tenham percorrido todas as atividades (Lima-Junior *et al.*, 2021). As estações podem ser montadas de diferentes formas, sempre atingindo o objetivo estabelecido para aquela prática, contemplando o conteúdo da temática, e os limites da instituição de ensino. A Rotação por Estações permite que os estudantes, baseando-se em uma temática, com auxílio de um roteiro pré-

estabelecido pelo professor, passem algum tempo imersos em diferentes estações de ensino, em que pelo menos uma tem que ser on-line (Almeida; Lima, 2025; Souza; Andrade, 2016).

A REA é considerada uma metodologia disruptiva, uma vez que se desvincula da proposta do ensino tradicional e está ligada aos métodos de ensino híbrido. Este traz propostas de mudanças mais radicais ao prever um ensino que sai cada vez mais do ensino disciplinar, fazendo reflexões sobre o modelo de escola, tanto em termos de disposição de espaço físico, quanto às abordagens metodológicas (SILVA, 2020).

No presente estudo, destacamos como problemática a dificuldade que estudantes do ensino médio possuem em identificar os tecidos animais e associá-los às suas respectivas funções e às suas origens embrionárias, e mais importante ainda, associar esse conhecimento ao seu cotidiano. Nesse contexto, o presente trabalho priorizou a produção de uma sequência didática utilizando a Rotação por Estações de Aprendizagem, avaliando sua eficácia para a aprendizagem significativa dos alunos em relação aos conteúdos de histologia humana.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa caracteriza-se como participante, na qual o pesquisador se insere temporariamente no contexto estudado, envolvendo-se com o grupo ou cultura para analisar suas características. Nesse tipo de abordagem, há participação mútua, tanto do pesquisador quanto dos sujeitos da pesquisa (Soares; Ferreira, 2006). A observação participante permite o contato direto com o fenômeno, possibilitando a coleta de informações sobre a realidade dos objetos de estudo em seus próprios contextos (Gerhardt; Silveira, 2009).

Além disso, a pesquisa adota uma abordagem mista, integrando predominantemente dados quantitativos e também qualitativos, o que proporciona uma análise mais abrangente e efetiva do que o uso isolado de apenas uma abordagem (Santos; Nascimento, 2021). Também se caracteriza como exploratória, buscando levantar dados, analisar conceitos e aproximar-se do objeto de estudo, de modo a compreender melhor o fenômeno investigado (Gerhardt; Silveira, 2009).

2.2 Área de Estudo e Público alvo

A intervenção foi aplicada na Escola Estadual Diran Ramos do Amaral, localizada na cidade de Mossoró, RN, em 2 turmas de 1ª série do ensino médio, totalizando 64 alunos como possíveis participantes. A escolha da referida série de ensino ocorreu pelo fato de o conteúdo de histologia ser abordado nessa etapa escolar. As duas turmas foram classificadas e trabalhadas de maneiras

diferentes, sendo nomeadas de Grupo Controle (Turma 1) e Grupo Experimental (Turma 2). A presente pesquisa teve seu projeto submetido ao Comitê de Ética da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (CEP – UERN), sendo aprovado sob o parecer nº6.194.125.

2.3 Metodologia da pesquisa

A Sequência Didática auxilia o professor no planejamento, permitindo selecionar instrumentos e avaliações adequadas ao conteúdo e aos alunos (Araújo *et al.*, 2021). Nesse estudo, foi elaborada e aplicada uma sequência didática em apenas uma das turmas participantes, com o objetivo de verificar sua contribuição para tornar as atividades mais coesas e promover uma aprendizagem significativa.

Na elaboração da sequência didática, considerou-se a fundamentação teórica e a realidade da escola, utilizando os recursos já disponíveis. A instituição possuía apenas um microscópio óptico, sem laboratório de ciências nem infraestrutura tecnológica adequada, aspectos comuns a muitas escolas da educação básica e que precisam ser levados em conta no planejamento das práticas.

A sequência didática foi dividida em 3 blocos com a duração de 4 aulas de 50 minutos cada, duas delas destinadas ao primeiro bloco e duas aos segundo e terceiro bloco.

No primeiro bloco foi realizada a familiarização do aluno com o conteúdo, parte da qual acontece a apresentação do tema pelo professor, mostrando os aspectos gerais da histologia, seus quatro tipos de tecidos fundamentais e as suas subclassificações. Neste bloco, além da introdução do conteúdo à turma, foi também aplicado um pequeno questionário para sondar as percepções dos alunos acerca de características morfofuncionais dos tecidos humanos que foram abordadas na sala de aula antes da utilização das estratégias didáticas do ensino por rotação de estações de aprendizagem.

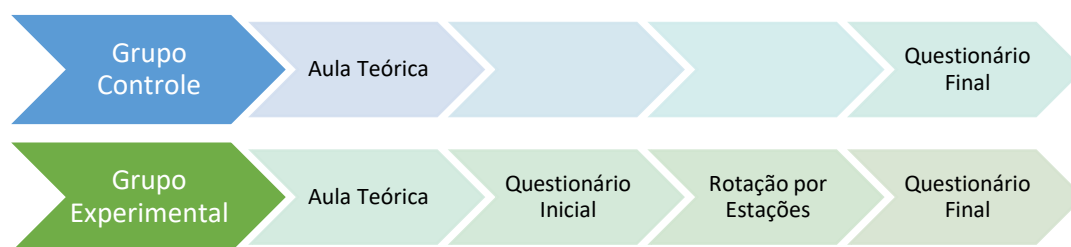
No segundo bloco, aconteceu a aplicação da atividade baseada no método de “Rotação por Estações de Aprendizagem”, sendo este o enfoque principal da pesquisa. E no terceiro bloco, foi dado aos alunos um tempo hábil de 20 minutos, para em grupos, discutirem acerca da atividade desenvolvida no bloco 2 e expressarem tanto seus conhecimentos quanto suas considerações relacionadas à metodologia utilizada. Esse terceiro momento foi finalizado com a aplicação de um novo questionário com o objetivo de coletar dados sobre a avaliação pessoal de cada participante a respeito do tema trabalhado e especialmente sobre a sua avaliação individual a respeito da metodologia aplicada na sala de aula.

A aplicação dos questionários foi baseada e adaptada de (Sousa; Driessnack; Mendes, 2007), e o desenho experimental com pré-teste (Questionário Inicial) e pós-teste (Questionário Final), do

qual foi investigado o grupo experimental (Turma 2), que realizou a atividade de rotação por estações, enquanto o grupo controle (Turma 1) teve apenas a aula teórica, como está representado na Figura 1.

Da forma que foi feita a sequência didática, pode-se analisar os dados comparando os questionários finais aplicados nas duas turmas, e o questionário inicial com o questionário final da turma 2, para verificar o efeito da metodologia aplicada.

Figura 1 - Fluxograma representando a metodologia para coleta de dados.



Fonte: Autor, (2023).

2.4 Elaboração das Estações

Para a prática foram organizadas 4 estações de aprendizagem temáticas: a) prática com microscópio – tecido muscular; b) jogo didático – tecido epitelial; c) estudo de caso – tecido nervoso; d) vídeo com discussão entre o grupo – tecido conjuntivo.

Os primeiros 15 minutos foram destinados a orientação sobre toda a atividade, como se daria realização, dando ênfase na questão do tempo para que os alunos entendam o método, e consigam participar de forma independente fazendo uso dos roteiros entregues. A turma foi dividida em 4 grupos, com cerca de 7 a 8 alunos em cada, que se posicionaram nas estações apresentadas. Cada estação teve 16 minutos de duração e ao final desse tempo o grupo mudou de estação, até que todos os grupos tivessem passado por todas as estações.

Na primeira estação, o grupo foi instruído a observar uma lâmina de tecido muscular e tentar identificar a classificação deste tecido pelas características vistas e representar esse tecido com um desenho. Na segunda estação, o grupo recebeu o “baralho histológico” que consiste em cartas com imagens representando os tipos de tecido epitelial, e essas imagens tiveram que ser associadas aos nomes do tecido e aos possíveis órgãos dos quais são encontrados. Na terceira estação, o grupo recebeu 2 casos sobre problemas no tecido nervoso, e a partir da situação colocada eles tiveram que responder às questões norteadoras no roteiro, pensando no que essa condição de saúde causaria. Na quarta estação, o grupo assistiu a 2 vídeos curtos (com a duração de 2 a 3

minutos cada) sobre tecido conjuntivo e discutiu sobre o vídeo considerando as questões norteadoras no roteiro que lhes foi entregue. Os últimos 20 minutos da aula foram destinados tanto à coleta de dados com questionários, quanto à percepção da opinião dos participantes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 57 do universo de 64 alunos (89,06 %) participaram da pesquisa, dos quais 29 são do grupo controle, e 28 do grupo experimental, correspondendo a um índice bem elevado de participação.

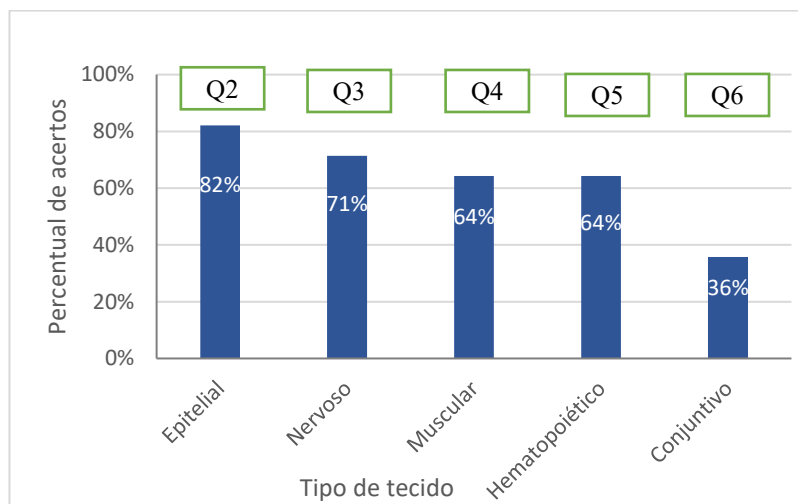
A apresentação dos resultados seguirá dando enfoque inicialmente ao Grupo Experimental, uma vez que é nele onde a metodologia foi trabalhada, para em seguida apresentar os resultados relacionados ao Grupo Controle.

3.1 Respostas dos alunos do grupo experimental ao questionário inicial

No questionário inicial, que contém informações básicas necessárias para a compreensão das etapas seguintes da intervenção na sala de aula, uma pergunta subjetiva foi lançada: “Pensando na biologia, o que é um tecido?”. Um total de 21,5% das respostas fugiu do conceito ou estão incompletas e ainda 17,7% não foram respondidas, mostrando um déficit no aprendizado, a considerar que o conteúdo foi ministrado pelo professor no início da mesma aula, sugerindo assim a existência de alguma lacuna metodológica. As questões 2 e 3 (Figura 2) são referentes a função de 2 tecidos, epitelial e nervoso, e é indicada uma boa porcentagem de acerto, considerando que são questões básicas sobre o conteúdo.

A questão 3 foi elaborada considerando a dificuldade que o aluno poderia apresentar para responder, a saber: “Qual o tecido responsável por coordenar os movimentos corporais, e que também tem a capacidade de perceber as condições internas e externas do organismo?”. Em uma pergunta como essa, se os discentes não estiverem concentrados confundiram o tecido nervoso com tecido muscular ou até tecido ósseo, já que se fala em movimentos corporais, o que gerou 71% de acertos. As demais, por abordarem subclassificações mais específicas, apresentaram menor desempenho, especialmente a questão 6, sobre o tecido conjuntivo, cuja complexidade dificulta a memorização em apenas uma aula.

Figura 2 – Percentual de acertos do Questionário Inicial aplicado aos alunos do Grupo Experimental. Numeração das questões (Q2, Q3, Q4, Q5 e Q6).



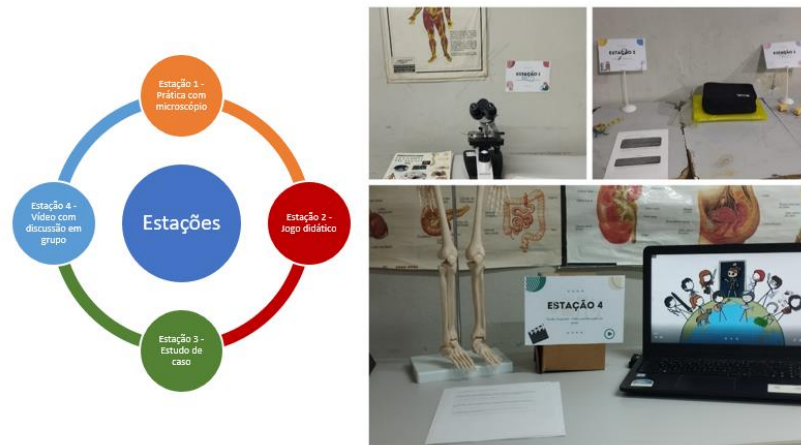
Fonte: Autor, (2023).

Assim, observa-se que uma única aula não é suficiente para a fixação completa do conteúdo, reforçando a importância de metodologias ativas que otimizem o tempo, promovam o protagonismo e estimulem o senso crítico dos alunos (Santos *et al.*, 2024).

3.2 Aplicação da metodologia de rotação por estações no grupo experimental

A atividade foi produzida e aplicada levando em consideração a autonomia dos discentes para a sua realização. Para isso, cada grupo recebeu um cartão com a ordem das estações que deveriam passar. Cada estação foi montada com uma placa para identificação e elementos que remetesse a um dado tipo de tecido, já que cada uma teve um tema diferente dos demais (Figura 3).

Durante a aplicação da atividade, a curiosidade dos alunos foi despertada, o que incentivou sua participação ativa e resultou em um aprendizado mais efetivo. Essa prática reduziu o distanciamento comum das aulas tradicionais, possibilitando que os estudantes se envolvessem de forma mais significativa na construção do conhecimento por meio da observação e da experimentação (Miranda; Leda; Peixoto, 2014; Santos *et al.*, 2024).

Figura 3 - Estações montadas para a aplicação.

Fonte: Autor, (2023).

O método de Rotação por Estações pode ser aplicado de diversas maneiras com quantidades diferentes. O cerne dessa prática é estimular o trabalho em grupo, a autonomia, a criatividade e a capacidade de investigar e de resolver problemas com o material disponibilizado pelas estações. É uma abordagem que permite aos estudantes saírem da zona de conforto, e explorarem outras formas de aprender ativamente (Silva *et al.*, 2023).

3.3 Relação das respostas entre os questionários inicial e final dos alunos

Em comparação ao questionário inicial, o questionário final do Grupo Experimental mostra um aumento no número de acertos nas respostas, evidenciando o progresso no aprendizado após a aplicação da metodologia (Tabela 1).

Tabela 4 - Percentual de acertos dos questionários aplicados ao grupo experimental.

QUESTIONÁRIO INICIAL		QUESTIONÁRIO FINAL	
Conteúdo	Acertos	Conteúdo	Acertos
Epitélio de revestimento	82%	Epitélio de revestimento	100%
Tecido muscular	64%	Tecido muscular	100%
Tecido nervoso	71%	Tecido nervoso	91%
Tecido conjuntivo especializado	36%	Tecido Cartilaginoso	95%
Tecido hematopoiético	64%	Epitélio glandular	86%

Fonte: Autor, (2023).

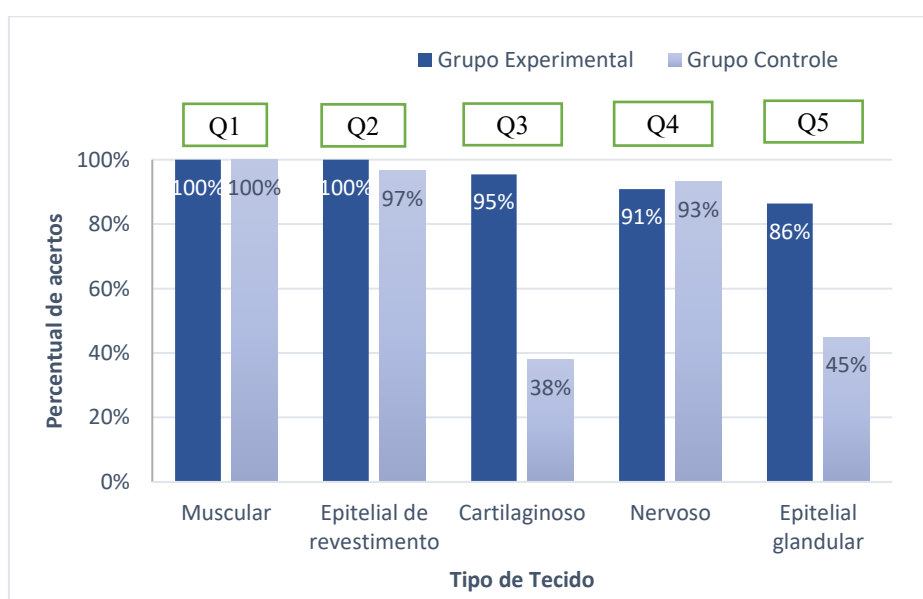
Os resultados indicam que o aumento no número de acertos no questionário final está relacionado à participação dos alunos nas estações, especialmente nas questões sobre tipos de epitélio. Isso demonstra que trabalhar os conteúdos de forma mais atrativa e participativa favoreceu o aprendizado, tornando os estudantes protagonistas do processo e estimulando o raciocínio crítico (Parreira *et al.*, 2023).

3.4 Análise comparativa das respostas entre os questionários finais

Quando comparados os questionários finais entre os dois grupos do estudo, nas questões 1, 2 e 4 são evidenciadas semelhanças no percentual da percepção dos participantes (Figura 4), sugerindo que as questões foram de fácil compreensão, pois abordam aspectos mais básicos da temática como a função geral desses tecidos. Uma vez que o grupo controle, mesmo sem a aplicação da sequência didática adotada no grupo experimental, conseguiu ter o mesmo nível de entendimento, indicando que apenas a aula teórica foi suficiente para contemplar essas informações.

Por outro lado, o perfil das respostas nas questões 3 e 5 foi diferente entre os dois grupos. Ambas são questões que necessitam de um aprofundamento maior no conteúdo, sugerindo que o sucesso no aprendizado no Grupo Experimental foi decorrente da influência da aplicação da metodologia trabalhada neste grupo.

Figura 4 - Percentual de acertos ao questionário final aplicado aos alunos dos 2 grupos. Numeração das questões (Q2, Q3, Q4, Q5 e Q6).



Fonte: Autor, (2023).

A questão 3 diz: “Qual dentre os tecidos abaixo é caracterizado por ser resistente e flexível, com fibras colágenas, e que não apresenta vascularização interna?”. Essa questão foi pensada para ser um pouco mais aprofundada. Para a pessoa que está lendo e se depara com o termo “fibra”, automaticamente remete ao tecido muscular, que propositalmente era uma das opções de resposta. Porém a resposta correta é “tecido cartilaginoso”, que não possui vascularização interna e seu suprimento de nutrientes ocorre através de capilares advindos do pericôndrio, que é uma membrana de tecido conjuntivo que a reveste, ou do líquido sinovial na ausência do pericôndrio.

Em alguns livros do ensino médio, como por exemplo em Amabis (2016, p.228), é utilizado o termo ‘avascularizado’, para se referir às cartilagens. Assim, o nível de detalhamento da questão proposta pode ter causado um equívoco para o discente, justificando o número baixo de acertos do Grupo Controle, com um percentual de acertos de 38%, ao contrário do grupo experimental que apresentou o percentual de 95%. Essa diferença nos acertos pode ainda estar relacionada ao uso da metodologia no Grupo Experimental, pois dentre as estações, na estação do tecido conjuntivo havia um vídeo que explicava muito bem sobre tecido cartilaginoso, o que provavelmente ajudou nessa compreensão. É importante ainda ressaltar que ambos os grupos de alunos não tiveram acesso ao livro didático, pois a escola não recebeu o suficiente para todos, e optou por não distribuí-los, o que dificulta o acesso à informação. O livro didático é importante por ser um recurso facilitador da aprendizagem, e meio de informação tanto para os alunos quanto para os professores (Medeiros; Bertini, 2024).

Por sua vez, a questão 5 versa sobre tecido epitelial e sobre a presença de glândulas. Quando pensamos em epitélio é mais provável lembrarmos da função de revestimento, sendo a função secretora desvinculada do epitélio de revestimento, o que provavelmente levou ao baixo número de acertos (45%) do Grupo Controle, comparado ao percentual de 86% de acertos do Grupo Experimental.

4 CONCLUSÃO

A metodologia de rotação por estações mostrou-se eficaz em sala de aula, visto que instigou o engajamento dos estudantes nas atividades realizadas, uma vez que por se apresentarem dinâmicas e diversas, os levou à experimentação de novas formas de aprender que diferiram das que são frequentemente utilizadas no cotidiano escolar. O método favoreceu o raciocínio e a interação entre os alunos, podendo ser aplicado também para revisão de conteúdos, reforço temático ou avaliação.

A construção de uma sequência didática incluindo uma metodologia alternativa de ensino impactou positivamente não apenas pela contribuição com conteúdos, mas também pela organização temporal, reflexiva e interativa na forma como esses conteúdos foram trabalhados.

No confronto de resultados da aprendizagem com e sem o uso da metodologia da aprendizagem por rotação de estações verificou-se o papel importante do uso de metodologias ativas para a obtenção de resultados satisfatórios no aprendizado e na autonomia dos estudantes.

REFERÊNCIAS

- AMABIS, J. M. **BIOLOGIA MODERNA**. 1.ed. São Paulo: Editora Moderna. 2016.
- ALMEIDA, B. M.; LIMA, A. P. S. de. O modelo de Rotação por Estações (RpE) na área de Ciências da Natureza: uma revisão de literatura entre 2017-2024. **Educação** (Santa Maria), v. 50, 2025. DOI: 10.5902/1984644485194.
- ARAÚJO, T. M.; TESTASICCA, M. C. de S.; OLIVEIRA, A. R. de O.. Proposição de uma sequência didática complementar ao livro didático para o ensino de histologia animal no Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 16, n. 1, p. 159-185, 2021. https://if.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/download/764/766/?utm_source=chatgpt.com
- COELHO, F. T.; SILVA, É. D.; PIROVANI, J. C. M.. Percepção de estudantes do ensino médio de uma escola pública do Espírito Santo sobre o ensino de Biologia: desejos e realidades. **Olhares & Trilhas**, [S. l.], v. 22, n. 3, p. 381–402, 2020. DOI: 10.14393/OT2020v22.n3.57134.
- DIAS, M. S.; CARLAN, F. de A. Os livros didáticos “Bio”: uma análise temporal do tema Histologia. **Revista Práxis**, Vol. 10, n. 20, p. 83-94, dez. 2018. DOI: 10.47385/praxis.v10.n20.1335.
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (org.). Métodos de pesquisa. Porto Alegre: **Editora da Ufrg**, 2009. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/213854/000728742.pdf?seq>
- LIMA-JÚNIOR, C. G. *et al.* Aplicação do modelo híbrido de rotação por estações no ensino de Química. *Revista Debates em Ensino de Química*, Recife, v. 6, n. 2, p. 133-162, 2021. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/issue/view/292>.
- MEDEIROS, F. V. G. de; BERTINI, L. M. Recursos didáticos para o ensino de ciências: possibilidades e desafios. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, Mossoró, v. 10, n. 34, p. 1–12, nov. 2024. DOI: 10.21920/recci.v10i34.6627.
- MIRANDA, V. B. S.; LEDA, L. R.; PEIXOTO, G. F.. A importância da atividade prática no ensino de biologia. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 3, n. 2, 2014. Disponível em: <https://publicacoes.unigranrio.edu.br/recm/article/view/2010>. Acesso em: 25 out. 2025.
- PARREIRA, D. C. *et al.* A metodologia ativa, a aprendizagem significativa e sala de aula invertida. **Revista Ilustração**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 9–14, 2023. DOI: 10.46550/ilustracao.v4i2.148.
- Wissen Editora, 2026 | ISBN 978-65-85923-84-2 | DOI: <http://www.doi.org/10.52832/wed.190>

SANTANA, R. S.; FRANZOLIN, F. O Ensino de Ciências por investigação e os desafios da implementação na práxis dos professores. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 218–237, 2018. DOI: 10.26843/rencima.v9i3.1427.

SANTOS, R. C. *et al.* Estratégias e recursos acessíveis na introdução dos conceitos de área e perímetro no ensino de estudantes com deficiência visual e estudantes surdos. **Temas em Educação**, João Pessoa, v. 33, n. 1, 2024. DOI: 10.22478/ufpb.2359-7003.2024v33n1.66719.

SANTOS, M. A. dos; NASCIMENTO, G. N. L. do (org.). **Metodologia científica: a pesquisa como compreensão da realidade**. Palmas: Programa de Mestrado em Ciências da Saúde, 2021. Disponível em: <https://docs.uft.edu.br/share/proxy/alfresco-noauth/api/internal/shared/node/Wv6gU1E2QfWcnh2jMFduvw/content/Metodologia%20Cientifica>.

SILVA, Q. P. da *et al.* Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no auxílio do ensino aprendizagem da Histologia – Revisão de literatura. Campina Grande, Paraíba: **Research, Society And Development**, 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.5259>.

SILVA, C. D. D. da; ALMEIDA, L. M.; SANTOS, D. B. dos. Uma proposta de sequência didática para aprendizagem da histologia humana no ensino médio. **Scientia Naturalis**, v. 5, n. 1, p. 379-388, 2023. <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/6385>

SOARES, L. Q.; FERREIRA, M. C. Pesquisa participante como opção metodologia para investigação de práticas de assédio moral no trabalho. **Rev. Psicol., Organ. Trab.** 2006, vol.6, n.2, pp. 85-109. ISSN 1984-6657.

SOUZA, P. R. de; ANDRADE, M. do C. F. de. Modelos de rotação do ensino híbrido: estações de trabalho e sala de aula invertida. **Revista e-TECH: Tecnologias para Competitividade Industrial**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 03–16, 2016. DOI: 10.18624/e-tech.v9i1.773.

SOUSA, V. D.; DRIESSNACK, M.; MENDES, I. A. C. Revisão dos desenhos de pesquisa relevantes para enfermagem. parte 1: desenhos de pesquisa quantitativa. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, São Paulo, jun. 2007.

CAPÍTULO 12

IMPACTOS DE PESTICIDAS SOBRE A BIOMASSA E ATIVIDADE MICROBIANA

IMPACTS OF PESTICIDES ON BIOMASS AND MICROBIAL ACTIVITY

Gleycon Velozo-Silva   

Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Alfenas, (UNIFAL), Alfenas-MG.
Doutorando em Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), Embrapa
Amazônia Ocidental, Embrapa, Manaus-AM, Brasil

Tatiana de Oliveira Ramos   

Doutora em Entomologia Agrícola, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal-SP, Brasil.
Docente da Faculdade Estácio Amazonas, Manaus-AM, Brasil

DOI: 10.52832/wed.190.1084 

Resumo: Nas últimas décadas, o uso intensivo de pesticidas, herbicidas e produtos veterinários têm provocado impactos significativos sobre a biota microbiana do solo. Esses compostos químicos, ao entrarem em contato com o ambiente edáfico, podem exercer efeitos tóxicos sobre organismos não visados, reduzindo a diversidade e a atividade microbiana. Tal desequilíbrio compromete processos metabólicos essenciais, como a decomposição e a transformação de nutrientes em formas assimiláveis pelas plantas, afetando a sustentabilidade dos ecossistemas agrícolas. Frente à relevância deste tema, esse trabalho teve como objetivo pesquisar trabalhos sobre o assunto a fim de divulgar mais informações no meio acadêmico sobre o tema. A pesquisa foi realizada através de pesquisa em artigos científicos relevantes sobre o tema. Pelos resultados obtidos nos trabalhos dos autores citados, pôde-se perceber um comportamento heterogêneo da biomassa microbiana do solo diante dos variados pesticidas, herbicidas e fungicidas aplicados.

Palavras-chave: Ecossistema. Produto químicos. Solo.

Abstract: In recent decades, the intensive use of pesticides, herbicides, and veterinary products has had significant impacts on soil microbial biota. These chemical compounds, when they come into contact with the soil environment, can exert toxic effects on non-target organisms, reducing microbial diversity and activity. This imbalance compromises essential metabolic processes, such as the decomposition and transformation of nutrients into forms assimilable by plants, affecting the sustainability of agricultural ecosystems. Given the relevance of this topic, this work aimed to research studies on the subject in order to disseminate more information on the topic in the academic community. The research was conducted through a review of relevant scientific articles on the topic. The results obtained in the works of the aforementioned authors revealed heterogeneous behavior of soil microbial biomass when faced with the various pesticides, herbicides, and fungicides applied.

Keywords: Ecosystem. Chemical. Soil.

1 INTRODUÇÃO

A biomassa microbiana do solo (BMS) é definida como a parte viva da matéria orgânica do solo, incluindo bactérias, actinomicetos, fungos, protozoários, algas e microfauna, excluindo-se as raízes de plantas e animais do solo maiores do que $10 \mu\text{m}^3$. Ela desempenha um papel importante no ecossistema do solo, sendo crucial na ciclagem e na decomposição dos nutrientes. Durante as últimas quatro décadas tornou-se comum em vários países o uso de um grande número de pesticidas e herbicidas. Quando os pesticidas são aplicados, existem possibilidades de que esses produtos químicos possam exercer certos efeitos sobre organismos não-visados, incluindo os micro-organismos do solo e prejudicando o ciclo metabólico dos mesmos. Além dos pesticidas, produtos veterinários aplicados aos rebanhos são excretados junto às fezes e estes em contato com o solo, afetam a biota microbiana alterando sua capacidade de decomposição e ciclagem de nutrientes (Tuerlinckx, 2014).

Todas as transformações de nutrientes que ocorrem no solo são estimuladas pelas enzimas que condicionam sua conversão em formas disponíveis para plantas e micro-organismos. As enzimas são frequentemente referidas como marcadores de pureza do ambiente pedológico,

fazendo com que a atividade microbiana seja usada como um bom indicador do grau de poluição de solos contaminados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido por meio de uma pesquisa bibliográfica de caráter descritivo. A investigação teve como objetivo reunir, analisar e sintetizar informações disponíveis na literatura científica sobre o tema estudado.

Após a seleção, os artigos foram lidos e analisados de forma crítica, destacando-se os principais resultados e conclusões de cada autor. As informações coletadas foram organizadas e discutidas de maneira comparativa, buscando identificar padrões, divergências e lacunas de conhecimento existentes na literatura.

Dessa forma, o estudo baseou-se integralmente em dados secundários, sem a realização de experimentos laboratoriais ou coleta de dados de campo.

2.1 Caracterização da pesquisa

O presente estudo é de caráter bibliográfico, consistindo na análise e síntese de informações provenientes de fontes na literatura científica.

2.3 Metodologia da pesquisa

Este estudo caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa, realizada com o objetivo de reunir, analisar e discutir informações já publicadas sobre o tema em questão. A pesquisa foi desenvolvida a partir da consulta em fontes científicas, como artigos acadêmicos, livros e publicações institucionais, disponíveis em bases de dados como *Google Acadêmico*, *SciELO* e Periódicos CAPES.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Kumar *et al.* (2012), a biomassa microbiana é sensível às práticas de manejo e à poluição, sendo um atributo importante da qualidade do solo, bem como para a ecologia das culturas. A mineralização do carbono é um parâmetro importante para avaliar os efeitos colaterais dos pesticidas. O carbono mínimo depende tanto da intensidade quanto do período de exposição dos micróbios ao estresse.

No trabalho elaborado por Kumar *et al.* (2012), foi observado o comportamento da biomassa microbiana perante o uso de fungicida, herbicida e pesticida. Nos solos tratados com o fungicida sistêmico e com o pesticida de contato não-sistêmico as doses de campo recomendadas

tiveram apenas efeitos marginais nas atividades microbianas do solo, mostrando que os micro-organismos foram capazes de se recuperar rapidamente. No solo tratado com pesticida sistêmico o efeito supressor do tratamento permaneceu por um período de dois meses e, posteriormente, recuperou o nível original. Já a aplicação do herbicida estimulou a atividade microbiana. Além disso, os autores alertaram para o fato de que os resultados laboratoriais podem diferir consideravelmente dos resultados de campo, uma vez que estes podem mascarar ou reduzir a toxicidade potencial dos pesticidas, herbicidas e fungicidas.

Estudos realizados por Muñoz-Leoz *et al.* (2011) sobre a aplicação de Tebuconazol mostraram que o fungicida inibiu a biomassa e a atividade microbiana do solo, influenciando na sua nitrificação nos primeiros trinta dias e alterando a sua diversidade funcional microbiana. O Tebuconazol tem um coeficiente de ligação água/carbono-orgânico do solo relativamente elevado e uma semi-vida no solo de 49 a 610 dias em condições aeróbicas e conforme as concentrações. Os solos tratados com Tebuconazol apresentam valores mais baixos de carbono da biomassa microbiana e, em geral, não se recuperam durante o período de incubação. Os valores da respiração basal foram inferiores em solos tratados com Tebuconazol sendo independente da concentração do fungicida. Além disso, os valores mais baixos de urease, arilsulfatase e atividade de β -glucosidase foram encontrados em solos tratados com Tebuconazol.

Embora este fungicida relativamente novo seja amplamente utilizado devido à sua eficácia contra as doenças fúngicas foliares e contra a contaminação do solo, poucos estudos sobre seus efeitos na comunidade microbiana foram publicados. Outro ponto importante assinalado pelos autores, é que não foi observada a recuperação da saúde do solo afetado pelo Tebuconazol durante a experiência de incubação de 90 dias. Estes efeitos nocivos persistentes foram especialmente agudos para as atividades das enzimas do solo, fato que deve ser levado em consideração, uma vez que estas atividades enzimáticas desempenham um papel fundamental nos principais ciclos biogeoquímicos. Esta descoberta sugere que, apesar da concentração residual do fungicida no solo diminuir relativamente rápido, seus efeitos sobre as comunidades microbianas não-alvo podem persistir por períodos muito maiores (mais de 90 dias).

Sebiomo *et al.* (2011) elaboraram um trabalho sobre a influência dos herbicidas na população microbiana do solo, utilizando para tal, os seguintes produtos: *Atrylone* 80WP, *Primextra*, *Glystate* (glifosato) e o *Gramoxone*. Dentre os resultados, houve redução significativa na porcentagem de matéria orgânica após a aplicação dos herbicidas nos solos, porém, um aumento após a sua aplicação contínua da segunda até a sexta semana de tratamento.

Houve também uma redução na atividade da desidrogenase sendo que os solos tratados com *Primextra* apresentaram a menor atividade e os solos tratados com *Glystate*, a maior. A

atividade microbiana aumentou como uma adaptação ao estresse causado pelo aumento da concentração dos herbicidas ao longo de semanas de tratamento. Portanto, os resultados obtidos demonstraram uma potencial capacidade de adaptação dos microrganismos nos solos quando se adicionam grandes quantidades de herbicidas. A atividade de desidrogenase é um bioindicador sensível da resposta da atividade microbiana às entradas de herbicidas.

Com relação a elementos traços presentes em pesticidas, Dewey *et al.* (2012) fizeram um estudo a respeito do efeito do cobre sobre a atividade microbiana e a degradação da atrazina e do indoxacarbo em solos. Os micro-organismos do solo podem ser adversamente afetados pela contaminação de elementos traços contidos nos pesticidas. Estes efeitos incluem a inibição de atividades enzimáticas, a redução da biomassa, a alteração da diversidade de uma comunidade microbiana e a composição e redução da degradação de contaminantes orgânicos. Elementos traços podem inibir enzimas microbianas diretamente envolvidas nos processos de biodegradação de contaminantes orgânicos, bem como enzimas envolvidas no metabolismo geral.

O cobre (bem como o zinco) pode inibir as atividades enzimáticas por meio da redução da produção de enzimas através de efeitos tóxicos para os micro-organismos, por meio da combinação com grupos de proteína ativa da enzima ou por meio da complexação com o substrato requerido pela enzima. O cobre é um ingrediente comum presente em uma variedade de fungicidas e está frequentemente presente em alguns esterco e biossólidos animais que são aplicados em solos como fertilizantes.

Os fungicidas à base de cobre estão entre os pesticidas mais tóxicos para os micro-organismos do solo e têm sido amplamente utilizados na agricultura ao longo de várias décadas. A partir dos resultados deste estudo, ficou evidente que os efeitos nocivos do cobre sobre a comunidade microbiana do solo ocorrem em concentrações na faixa de 100-250 mg kg⁻¹. E os autores destacaram a importância de se considerar os efeitos sinérgicos entre os diferentes contaminantes quando se avalia a ação dos pesticidas. Os estudos de degradação de um determinado pesticida não consideram fatores que possam aumentar a persistência do produto no ambiente. Uma ampla gama de diferentes pesticidas é utilizada na agricultura moderna, criando potencial possibilidade de interações entre metais e produtos químicos orgânicos sintéticos com resultados inesperados. Portanto, torna-se difícil prever os efeitos combinados da acumulação de misturas de resíduos químicos em solos e suas consequências para as comunidades microbianas.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se um comportamento heterogêneo da biomassa microbiana do solo diante dos variados pesticidas, herbicidas e fungicidas aplicados. Além dessa heterogeneidade, os estudos

apontaram também para fatores indiretos – elementos-traços contidos na composição dos fungicidas e produtos veterinários cuja química permanece presente no esterco bovino e que influencia na interação do material com os micro-organismos do solo – que afetam a preservação da biomassa microbiana. Ressaltaram-se também as diferenças comportamentais dos pesticidas, herbicidas e fungicidas em testes efetuados em laboratórios (controlados) para com os testes de campo, estando estes sujeitos às variáveis ambientais. Outro fator considerado foi quanto ao possível acúmulo de diferentes compostos oriundos de produtos aplicados/descartados no solo, formando misturas químicas cada vez mais complexas e nocivas à biomassa microbiana.

Agradecimentos e Financiamento

Agradecimentos a Universidade Federal de Alfenas / UNIFAL-MG e aos docentes do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais.

REFERÊNCIAS

- DEWEY, K.A.; GAW, S.K.; NORTHCOTT, G.L.; LAUREN, D.R.; HACKENBURG, S. **The effects of cooper on microbial activity and the degradation of atrazine and indoxacarb in a New Zealand soil.** Soil Biology and Biochemistry, Vol. 52, pp. 64-74, September, 2012.
- KUMAR, A.; NAYAK, A.K.; SHUKLA, A.K.; PANDA, B.B.; RAJA, R.; SHAHID, M.; TRIPATHI, R.; MOHANTY, S.; RATH, P.C. **Microbial biomass and carbon mineralization in agricultural soils as affected by pesticide addition.** Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, Vol.88, Issue 4, pp. 538-542, April, 2012.
- MUÑOZ-LEOZ, B.; RUIZ-ROMERA, E.; ANTIGUEDAD, I.; GARBISU, C.; **Tebuconazole application decreases soil microbial biomass and activity.** Soil Biology and Biochemistry, Vol. 43, Issue 10, pp. 2176-2183, October, 2011.
- SEBIOMO A.; OGUNDERO V.W.; BANKOLE S.A. **Effect of four herbicides on microbial population, soil organic matter and dehydrogenase activity.** African Journal of Biotechnology, Vol. 10(5), pp. 770-778 January, 2011.
- TUERLINCKX, S.M. **Impacto da ivermectina sobre *Eisenia foetida* e atividade microbiana na vermicompostagem de esterco bovino.** Pelotas (RS), 2014. Tese (Doutorado em Sistemas de Produção Agrícola Familiar) – Universidade Federal de Pelotas UFPEL.

