



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

EDMILSON CAETANO JUNIOR

**CONCEPÇÕES EPISTEMOLÓGICAS DE  
EXPERIMENTAÇÃO EM ATIVIDADES DE LIVROS  
DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS  
TECNOLOGIAS**

EDMILSON CAETANO JUNIOR

**CONCEPÇÕES EPISTEMOLÓGICAS DE  
EXPERIMENTAÇÃO EM ATIVIDADES DE LIVROS  
DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS  
TECNOLOGIAS**

Dissertação proposta ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andreia de Freitas Zômpero

Londrina  
2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

C128c Caetano Junior, Edmilson.  
Concepções epistemológicas de experimentação em atividades de livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias / Edmilson Caetano Junior. - Londrina, 2025.  
142 f. : il.

Orientador: Andreia de Freitas Zômpero.  
Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2025.  
Inclui bibliografia.

1. concepções epistemológicas - Tese. 2. ensino de biologia - Tese. 3. experimentação - Tese. 4. livros didáticos - Tese. I. Zômpero, Andreia de Freitas. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. III. Título.

CDU 51

EDMILSON CAETANO JUNIOR

**CONCEPÇÕES EPISTEMOLÓGICAS DE EXPERIMENTAÇÃO EM  
ATIVIDADES DE LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA  
E SUAS TECNOLOGIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina – UEL, como requisito para a obtenção do título de Mestre.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora Prof.<sup>a</sup> Dra. Andréia de Freitas  
Zômpero  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Cleci Teresinha Werner de Rosa  
Universidade de Passo Fundo - UPF

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Fernanda Frasson  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 21 de fevereiro de 2025.

## AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação é resultado de uma jornada que só foi possível graças ao apoio, incentivo e dedicação de muitas pessoas que contribuíram de forma significativa em diferentes momentos da minha vida acadêmica e pessoal. Um mestrado não é fruto de um esforço individual, mas de uma rede de suporte que ajuda a superar os desafios e celebrar as conquistas. Assim, registro aqui minha profunda gratidão a todos que estiveram ao meu lado.

À Profa. Dra. Andréia de Freitas Zômpero, minha orientadora, cuja sabedoria, paciência e generosidade foram indispensáveis ao longo de todo o processo. Seu olhar atento, suas orientações precisas e seu exemplo de profissionalismo foram fundamentais para a construção desta pesquisa e para meu amadurecimento como pesquisador.

Aos colegas do grupo de pesquisa, Jonas, Antônio, Vinícius, Sarah e Nathaly, que compartilharam comigo não apenas discussões acadêmicas enriquecedoras, mas também momentos de companheirismo e suporte mútuo. Suas experiências e contribuições ajudaram a moldar este trabalho e a tornar o percurso mais leve.

À minha mãe, Eniceia de Assis Caetano, que desde sempre me ensinou o valor da educação e do esforço. Seu amor incondicional, suas palavras de incentivo e seu exemplo de resiliência foram essenciais para que eu pudesse chegar até aqui.

Ao meu pai, Edmilson Caetano que, infelizmente, partiu durante meu mestrado, no entanto sua presença continua viva em minha memória e em meu coração. Seu orgulho por cada uma das minhas conquistas me motiva diariamente, e sei que ele estaria celebrando comigo este momento tão especial.

Ao meu irmão, Gustavo, que sempre esteve ao meu lado como um amigo e apoiador incondicional. Sua confiança em meu potencial e seu suporte constante foram fundamentais para que eu pudesse superar os momentos mais desafiadores desta trajetória. À minha cunhada, Bruna Bosso, por seu incentivo e por acreditar em mim.

À minha irmã, Izabella, que com sua sabedoria e senso de direção sempre me orientou nos momentos de dúvida. Seus conselhos e sua presença me ajudaram a

manter o foco e a determinação. Ela foi uma peça fundamental para que eu conseguisse ingressar na faculdade e serei eternamente grato. Ao meu cunhado, Waldyr Armando, que sempre me incentivou e apoiou em minhas escolhas.

À minha noiva, Felicia Berti, sua parceria e amor inabalável foram o meu maior alicerce. Em todos os momentos – dos mais desafiadores aos mais felizes – sua presença me deu força, equilíbrio e propósito. Sem sua paciência, compreensão e apoio, esta conquista não seria possível. Serei eternamente grato por todo apoio e carinho. A sua vontade de me ver crescer me faz acordar mais inspirado para lutar e correr atrás dos meus sonhos. v

À minha sogra, Silvia Maria, por todo o carinho e incentivo que me ofereceu ao longo desta jornada. Sua confiança em meu trabalho e suas palavras encorajadoras foram uma fonte constante de motivação.

*"Não importa o que aconteça, continue a nadar."  
(Walters, Graham; Procurando Nemo, 2003.)*

## RESUMO

CAETANO JUNIOR, Edmilson. **Concepções epistemológicas de experimentação em atividades de livros didáticos de ciências da natureza e suas tecnologias**. 2024. 144f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2025.

A experimentação é uma proposta relevante para a aprendizagem no Ensino de Biologia, pois além de promover maior compreensão dos conceitos biológicos, possibilita o desenvolvimento de habilidades, como a coleta de dados, a observação sistemática, procedimentos manipulativos, dentre outras. Esta pesquisa de cunho qualitativo, objetivou identificar e analisar as Concepções Epistemológicas de Experimentação nos Livros Didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no PNLD 2021, por meio da Análise de Conteúdo e Análise Documento. Para isso, foram selecionados 42 Livros Didáticos de quatro editoras diferentes para a realização da análise. Destes, identificamos 16 atividades de Experimentação. Uma vez identificadas, foram analisadas considerando concepções Demonstrativa, Empirista-Indutivista, Dedutivista-Racionalista e Construtivista. As análises demonstraram que há uma predominância de características Empirista-Indutivista nas atividades, correspondendo a nove atividades. Identificamos quatro atividades com predominância de características Construtivistas e, por fim, identificamos três com predominância de características Dedutivista-Racionalista. O predomínio da concepção Empirista-Indutivista reflete na compreensão dos discentes sobre a Experimentação na Ciência, o que pode ser um limitante, visto que essa concepção, embora fundamental, pode restringir o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo. Por fim, para uma compreensão mais integrada da Experimentação na Ciência, é essencial que as futuras edições dos Livros Didáticos incluam mais atividades referentes às concepções dedutivista-racionalista e construtivista, enriquecendo a formação dos alunos e os capacitando para enfrentarem os desafios contemporâneos.

**Palavras-chave:** concepções epistemológicas; ensino de biologia; experimentação; livros didáticos

## ABSTRACT

CAETANO JUNIOR, Edmilson. **Conceptions Epistemology of Experimentation in Activities of Science and Technology Textbooks**. 2024. 144f. Dissertation (Master's Degree in Science Teaching and Mathematics Education) – State University of Londrina, Londrina, 2025.

Experimentation is a relevant approach to learning in Biology Education, as it not only promotes a greater understanding of biological concepts but also enables the development of skills such as data collection, systematic observation, and manipulative procedures, among others. This qualitative study aimed to identify and analyze the Epistemological Conceptions of Experimentation in Science and Technology textbooks approved in the 2021 PNLD (National Textbook Program) through Content Analysis and Document Analysis. For this purpose, 42 textbooks from four different publishers were selected for analysis. Among these, we identified 16 Experimentation activities. Once identified, these activities were analyzed based on Demonstrative, Empiricist-Inductivist, Deductivist-Rationalist, and Constructivist conceptions. The analyses revealed a predominance of Empiricist-Inductivist characteristics in the activities, accounting for nine of them. Four activities were identified as predominantly Constructivist, and three as predominantly Deductivist-Rationalist. The predominance of the Empiricist-Inductivist conception influences students' understanding of Experimentation in Science, which may be a limitation, as this conception, although fundamental, can restrict the development of critical and reflective thinking. Finally, to foster a more integrated understanding of Experimentation in Science, it is essential that future editions of textbooks include more activities related to the Deductivist-Rationalist and Constructivist conceptions, enriching students' education and better preparing them to face contemporary challenges.

**Key words:** epistemological conceptions; biology teaching; experimentation; textbooks.

## LISTA DE QUADROS

|  |     |
|--|-----|
| <b>Quadro 1</b> – Concepção de Experimentação .....  | 24  |
| <b>Quadro 2</b> - Categorização Geral.....   | 67  |
| <b>Quadro 3</b> - Categorização Editoras .....   | 68  |
| <b>Quadro 4</b> - Livros Didáticos analisados .....  | 68  |
| <b>Quadro 5</b> - Codificações dos Livros Didáticos .....  | 72  |
| <b>Quadro 6</b> - Atividades de Experimentação selecionadas.....                                       | 77  |
| <b>Quadro 7</b> - Categorias da Concepção Demonstrativa .....  | 80  |
| <b>Quadro 8</b> - Categorias da Concepção Empirista-Indutivista .....                                  | 81  |
| <b>Quadro 9</b> - Unidades de Registro das Atividades com Concepção Empirista-<br>Indutivista.....     | 92  |
| <b>Quadro 10</b> - Categorias da Concepção Dedutivista-Racionalista .....                              | 101 |
| <b>Quadro 11</b> - Unidades de Registro das Atividades com Concepção Dedutivista-<br>Racionalista..... | 106 |
| <b>Quadro 12</b> - Categorias da Concepção Construtivista.....   | 111 |
| * - Unidades de Registro das Atividades com Concepção Construtivista .....                             | 117 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| <b>Figura 1</b> – Atividade A1.1.1 .....  | 83  |
| <b>Figura 2</b> – Atividade A1.5.2 .....  | 84  |
| <b>Figura 3</b> - Atividade B3.3.2 .....  | 85  |
| <b>Figura 4</b> - Atividade B3.2.1 .....  | 86  |
| <b>Figura 5</b> - Atividade B3.2.2 .....  | 87  |
| <b>Figura 6</b> - Atividade B3.3.1 .....  | 88  |
| <b>Figura 7</b> - Atividade C1.6.1 .....  | 89  |
| <b>Figura 8</b> - Atividade D1.5.1 .....  | 90  |
| <b>Figura 9</b> - Atividade D1.5.3 .....  | 91  |
| <b>Figura 10</b> - Atividade A1.5.1 ..... | 103 |
| <b>Figura 11</b> - Atividade D1.6.1 ..... | 104 |
| <b>Figura 12</b> - Atividade B1.1.1 ..... | 105 |
| <b>Figura 13</b> - Atividade B1.3.1 ..... | 113 |
| <b>Figura 14</b> - Atividade B2.3.1 ..... | 114 |
| <b>Figura 15</b> - Atividade B2.6.1 ..... | 115 |
| <b>Figura 16</b> - Atividade D1.5.2 ..... | 116 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLA

|            |  |
|------------|--|
| ABRALE     | Associação Brasileira dos Autores de Livros Educativos           |
| ABRELIVROS | Associação Brasileira de Editores de Livros                      |
| BNCC       | Base Nacional Comum Curricular                                   |
| BSCS       | Biological Sciences Curriculum Study                             |
| CBA        | Chemical Bond Approach Project                                   |
| CBL        | Câmara Brasileira do Livro                                       |
| CHEMS      | Chemical Education Material Study                                |
| CNLD       | Comissão Nacional do Livro Didático                              |
| COLTED     | Comissão do Livro Técnico e do Livro Didático                    |
| CTS        | Ciência, Tecnologia e Sociedade                                  |
| DCNEM      | Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio            |
| EM         | Ensino Médio   |
| FAE        | Fundação de Assistência ao Estudante                             |
| FNDE       | Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação                    |
| FENAME     | Fundação Nacional de Material Escolar                            |
| FUNBEC     | Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências |
| IBECC      | Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura              |
| INL        | Instituto Nacional do Livro                                      |
| IPT        | Instituto de Pesquisas Tecnológicas                              |
| LD         | Livro Didático   |
| LDBEM      | Livro Didático de Biologia do Ensino Médio                       |
| MEC        | Ministério da Educação   |
| PCN        | Parâmetros Curriculares Nacionais                                |
| PDE        | Plano Decenal de Educação  |
| PLID       | Programa do Livro Didático                                       |
| PLIDEF     | Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental             |
| PLIDEM     | Programa do Livro Didático para o Ensino Médio                   |
| PLIDES     | Programa do Livro Didático para o Ensino Superior                |
| PLIDESU    | Programa do Livro Didático para o Ensino Supletivo               |

|        |  |
|--------|--|
| PNBE   | Programa Nacional de Bibliotecas Escolares                           |
| PNE    | Plano Nacional de Educação   |
| PNLEM  | Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio              |
| PROEMI | Programa Ensino Médio Inovador                                       |
| PP     | Políticas Públicas   |
| SNEL   | Sindicato Nacional de Editores de Livros                             |
| SEB    | Secretária da Educação Básica  |
| UNESCO | Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura |
| USAID  | Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional         |

## SUMÁRIO

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b> .....  | 16  |
| <b>2</b> | <b>A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE BIOLOGIA</b> .....                          | 20  |
| 2.1      | CONCEITOS DE EXPERIMENTAÇÃO .....  | 20  |
| 2.2      | HISTÓRICO DA EXPERIMENTAÇÃO NA CIÊNCIA .....                                 | 25  |
| 2.3      | HISTÓRICO DO ENSINO DE BIOLOGIA .....  | 30  |
| 2.4      | A EXPERIMENTAÇÃO E APRENDIZAGEM EM BIOLOGIA .....                            | 41  |
| <b>3</b> | <b>USO DO LIVRO DIDÁTICO NO ENSINO DE BIOLOGIA</b> .....                     | 45  |
| 3.1      | HISTÓRIA DOS LIVROS DIDÁTICOS NO BRASIL .....                                | 45  |
| 3.2      | LIVRO DIDÁTICO: CONCEITO .....   | 50  |
| 3.3      | O PNLD COMO POLÍTICA PÚBLICA: TRAJETÓRIA HISTÓRICA E<br>CARACTERÍSTICAS..... | 51  |
| <b>4</b> | <b>METODOLOGIA</b> .....   | 65  |
| 4.1      | CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....   | 65  |
| 4.2      | CORPUS DE ANÁLISE .....  | 66  |
| 4.3      | FUNDAMENTOS PARA ANÁLISE DOS DADOS.....                                      | 73  |
| 4.4      | CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DAS ATIVIDADES DE EXPERIMENTAÇÃO .....                | 76  |
| <b>5</b> | <b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS</b> .....                                 | 79  |
| 5.1      | ATIVIDADES DE CONCEPÇÃO DEMONSTRATIVA .....                                  | 79  |
| 5.2      | ATIVIDADES DE CONCEPÇÃO EMPIRISTA-INDUTIVISTA .....                          | 80  |
| 5.3      | ATIVIDADES DE CONCEPÇÃO DEDUTIVISTA-RACIONALISTA.....                        | 101 |
| 5.4      | ATIVIDADES DE CONCEPÇÃO CONSTRUTIVISTA.....                                  | 110 |
| <b>6</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....   | 123 |
| <b>7</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....  | 129 |
|          | <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | 134 |

## APRESENTAÇÃO

Sou um homem cristão, para quem a fé sempre foi um dos pilares centrais da vida. Desde cedo, aprendi com meus pais valores de perseverança, honestidade e confiança em Deus para trilhar caminhos difíceis. O provérbio "Confia no Senhor de todo o teu coração, e não te estribes no teu próprio entendimento. Reconhece-o em todos os teus caminhos, e ele endireitará as tuas veredas" (Provérbios 3:5-6) se faz jus à minha trajetória, sendo um retrato das minhas decisões e de como encarei os desafios. Essa confiança me orientou nos momentos em que, apesar das adversidades, me fez não desviar os meus olhos para os objetivos de transformar minha vida e, por meio da educação, transformar o mundo ao meu redor.

A minha juventude como estudante foi marcada por um contexto comum a muitos brasileiros: estudar em regiões periféricas, enfrentando limitações de infraestruturas e de recursos, mas sempre com o apoio dos meus pais. Meu pai, vigilante, e minha mãe, vendedora ambulante, enfrentaram grandes desafios para criar três filhos e sempre ensinaram o valor do trabalho honesto e a busca pelo conhecimento. Com isso, além de estudar, comecei a trabalhar aos 16 anos, pois precisava cobrir as minhas despesas pessoais. Diante de tantos desafios, aprendi a conciliar as minhas responsabilidades o que me deu um senso de independência e disciplina. Sem dúvidas, esses momentos me fizeram crescer como ser humano, pois com apenas 16 anos, estudar na parte da manhã e trabalhar no período da tarde, gastando horas de deslocamento não são fáceis.

No segundo ano do Ensino Médio, minha mãe tomou uma ótima decisão que mudou minha trajetória: me inscreveu para a reserva de vagas do Colégio de Aplicação da Universidade Estadual de Londrina (UEL). Quando fui convocado, a minha visão sobre o meu futuro acadêmico mudou completamente. Até este contexto, entrar em uma universidade me parecia algo muito distante, quase inalcançável. Mas ao ingressar em uma escola mais estruturada e desafiadora academicamente, percebi que, com esforço e dedicação, eu também poderia ser um estudante do ensino superior. Esse momento foi um divisor de águas em minha vida, e a partir dali, redobrei o meu foco nos estudos.

No terceiro ano do Ensino Médio, me preocupei com a minha preparação para o vestibular, então após de visualizar uma divulgação de doação de materiais de um cursinho, eu iniciei meus estudos de maneira autônoma, intensificando a minha

preparação para o vestibular. Sem dúvidas, essa experiência me preparou para ingressar na universidade, na qual fui aprovado em 8º lugar no Instituto Federal do Paraná.

Ao ingressar na universidade, logo no primeiro semestre, concorri a uma vaga para participar de um projeto de iniciação científica, voltado para a área de destilação e fermentação alcoólica industrial. A experiência de fazer iniciação científica me levou a compreender a importância da experimentação no ensino, a qual retrata a temática da minha dissertação.

No ano de 2020, o cenário global foi drasticamente modificado pela pandemia de Covid-19. Sem dúvidas, foi um período de incertezas e medo, mas também de reinvenção. Nesse contexto, houve a oportunidade de ingressar no programa de Residência Pedagógica, em que pela primeira vez, vivenciei a imersão na prática docente. A experiência de lecionar em um contexto tão desafiador para a educação foi transformadora. Enfrentar as dificuldades do ensino remoto, adaptar estratégias e lidar com o distanciamento dos discentes me ensinou aprendizados valiosos sobre a empatia, a importância do foco no aprendizado e a flexibilidade, independente das circunstâncias. Consolidou-se, neste momento, o meu interesse em seguir a carreira de professor, pois compreendo que o meu papel é muito maior do que um transmissor de informações, mas um agente de transformação social. Foi também durante a Residência Pedagógica que compreendi a importância da experimentação no ensino. Embora houvesse muitas limitações impostas pela pandemia, a experimentação se revelou fundamental, pois nesse momento, compreendi que a experimentação vai além de ilustrar conceitos, pois a sua aplicação contribui na construção do conhecimento, estimula o pensamento crítico e aproxima as teorias da realidade do aluno. Desde então, tive interesse de estudar sobre a experimentação no Ensino de Biologia.

Ao concluir a minha graduação em agosto de 2022, não ousei em perder tempo e logo me inscrevi como aluno especial do Programa de Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina. O ambiente de pós-graduação me oportunizou uma nova perspectiva sobre o Ensino, agora sob uma perspectiva mais analítica e reflexiva. Ao fim de 2022, participei do processo seletivo do Mestrado e sendo aprovado, iniciei como aluno regular sob orientação da Professora Doutora Andreia de Freitas Zômpero no ano de 2023.

O mestrado me proporcionou um aprofundamento nos meus estudos, em que me fez compreender diversas teorias e práticas que impactam o aprendizado. Sem dúvidas, trabalhar com profissionais e colegas dedicados à melhorias na educação pública foi uma experiência enriquecedora, na qual alimentou, ainda mais, meu anseio de continuar nessa caminhada.

Nesse momento, próximo a conclusão do meu mestrado, sinto que minha jornada está apenas começando. Os meus objetivos de lutar por uma educação de qualidade para todos se intensificou. Me enxergo não somente como professor de Biologia, mas como uma parte de um movimento que transforma o sistema educacional brasileiro, oferecendo a todos os discentes, independente da sua condição, a oportunidade de ter acesso a um ensino de excelência.

Finalizando a minha apresentação, destaco uma frase de Paulo Freire, em que diz: "Educação não transforma o mundo. Educação muda as pessoas. Pessoas transformam o mundo." Essa ideia ecoa em mim como um lembrete constante, de que, por meio da educação, podemos construir um futuro mais justo, igualitário e repleto de possibilidades.

## 1 INTRODUÇÃO

O Ensino de Biologia, ao longo das últimas décadas, assumiu um papel fundamental na formação integral dos discentes, em especial pelo contexto marcado por avanços tecnológicos e científicos que impactam, diretamente, a sociedade. Esse componente curricular visa além da simples memorização dos conceitos, a compreensão de aspectos como fenômenos naturais, interações entre os seres vivos, implicações éticas e sociais da utilização do conhecimento biológico, dentre outros. De acordo com Lopes, Hermel e Leite (2023), o Ensino de Biologia deve favorecer ao estudante a compreensão da concepção sistêmica e crítica do mundo natural, contribuindo para a construção de um pensamento reflexivo e crítico para a tomada de decisões.

No Brasil, o Ensino de Biologia é sobretudo, estruturado pela Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio, relativa à área de Ciências Naturais e suas Tecnologias, que passou a priorizar habilidades e competências que favorecem a aprendizagem contextualizadas. Com isso, o Ensino de Biologia ocupa uma posição privilegiada na formação científica dos discentes, pois, pode-se promover discussões que conectam os avanços científicos com questionamentos éticos, sociais e ambientais.

Entretanto, apesar dos avanços nas propostas curriculares, o Ensino de Biologia ainda enfrenta desafios significativos quanto a resistência à adoção de atividades pautadas em metodologias que promovam a participação ativa dos estudantes nos processos de aprendizagem e na limitação de recursos disponíveis, em especial, escolas públicas. Neste sentido, a experimentação emerge como uma prática de grande valia para o desenvolvimento de habilidades como o pensamento crítico e formação científica, permitindo que os estudantes construam conhecimentos mais sólido e significativo sobre os conceitos biológicos (Weng *et al.*, 2020). Ao realizar a experimentação, os alunos vivenciam a ciência de forma ativa, estimulando a curiosidade e o desejo de investigar, o que contribui para sua formação como futuros cidadãos mais bem preparados para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo (Wai; Khine, 2020).

Estudos como os de Güllich e Silva (2013) revelam que as atividades de experimentação propostas em livros didáticos tendem a reforçar uma proposta

limitada da Ciência, isto é, priorizando a reprodução de experimentos e desconsiderando a importância da investigação e da criatividade dos alunos. Lopes e Platzer (2013) corroboram essa análise, destacando a falta de recursos, materiais adequados, a formação inadequada dos professores para planejar e executar essas atividades, além da falta de auxílio para organização do laboratório. Esses são alguns dos fatores que dificultam a implementação eficaz dessas atividades em sala de aula.

Diante disso, torna-se evidente que a experimentação, embora relevante no Ensino de Biologia, muitas vezes acaba sendo abordada de maneira simplificada e limitada nos Livros Didáticos, priorizando a reprodução de experimentos e desconsiderando a investigação e a criatividade dos alunos. Com isso, consoante a Walczak, Mattos e Güllich (2017) um dos maiores problemas enfrentados no Ensino de Biologia com relação a experimentação e a docência, consiste na visão simplista dos professores sobre essas atividades e a necessidade de uma formação docente que destaque a importância da experimentação no aprendizado.

Considerando a situação exposta, pretende-se neste estudo, responder ao questionamento: quais são as concepções epistemológicas de experimentação propostas em Livros Didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no PNLD 2021?

Essa indagação é especialmente relevante ao considerarmos que o Livro Didático é um dos principais recursos pedagógicos utilizados pelos professores, servindo, em muitos casos, como base para a organização das aulas. Dessa maneira, estudar como a experimentação é abordada nesses materiais é fundamental para compreender as suas potencialidades e os desafios. As atividades de Experimentação, quando não adequadamente abordadas, podem comprometer a qualidade do ensino e aprendizagem dos discentes (Galiuzzi; Gonçalves, 2004).

Com isso, este estudo tem como objetivo geral, identificar e analisar as concepções epistemológicas de experimentação em atividades de Biologia nos Livros Didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no PNLD 2021. Nessa área de conhecimento abarca conteúdos dos componentes curriculares de Biologia, Física e Química. No entanto, a análise sucedeu somente em atividades de experimentação de Biologia, mediante a formação acadêmica do pesquisador. Como objetivos específicos, visamos discutir como a experimentação pode contribuir na compreensão do aluno a respeito da concepção de experimentação na Ciência.

Dessa forma, busca-se investigar se essas atividades de experimentação promovem uma abordagem mais investigativa e crítica da Ciência, ou se reforçam práticas tradicionais e reprodutivas que limitam o potencial educativo dessas atividades. Além disso, o estudo pretende propor melhorias para a implementação mais eficaz da experimentação no Ensino de Biologia, contribuindo para a produção de materiais didáticos mais alinhados com as demandas educacionais contemporâneas.

Compreende-se que essas atividades são essenciais para entender como essas práticas estão sendo incorporadas ao ensino e quais são seus impactos na aprendizagem dos estudantes. Além disso, os resultados deste estudo podem servir como base para a produção de materiais didáticos mais eficientes e alinhados com as demandas educacionais contemporâneas. Com isso, a relevância deste estudo consiste na importante proposição de fundamentos teóricos, visto que há lacunas dispostas na literatura, pois pesquisas anteriores, embora importantes, apresentam limitações em termos de escopo e atualização. Ao aprofundar a análise neste campo, buscamos contribuir para o debate sobre o uso da experimentação no Ensino de Biologia.

Além disso, neste estudo, somos partidários das propostas de Rosito (2003) quanto ao conceito de experimentação, em que se destaca como um conceito polissêmico que envolve as diferentes experiências vivenciadas e no ensino. Portanto, experimentar implica pôr à prova; ensaiar; testar algo” (Rosito, 2003, p. 196), tratando-se de um ensaio científico, conforme a autora. Essa proposta implica em atividades em que estão presentes elementos que compõem a investigação científica para explorar questões relacionadas à Biologia. Isso implica na proposição de hipóteses precisas, na realização de experimentos planejados, na coleta sistemática de dados e na análise criteriosa dos resultados obtidos. A experimentação, nesse sentido, é uma proposta significativa para que os estudantes desenvolvam habilidades científicas e compreendam de forma aprofundada os processos biológicos (Silva; Silva; Silva, 2015).

Assim, estruturamos a dissertação em seis seções, visando o atendimento das diversas frentes que se referem à temática central do trabalho, incluindo as discussões na literatura, os procedimentos metodológicos, os resultados e apresentação e análises, bem como nossas considerações finais.

A introdução, confere a primeira seção, em que está relacionada a uma breve apresentação do estudo, apontando as principais características e as seções que o compõem.

Na segunda seção, que tem por título “A experimentação no Ensino de Biologia”, buscamos apresentar os diversos conceitos de experimentação, a transposição da História da Experimentação na Ciência para o Ensino e as potencialidades da experimentação na aprendizagem em Biologia.

A terceira seção corresponde ao “Uso do Livro Didático no Ensino de Biologia”, em que apresentamos a história dos Livros Didáticos no Brasil, os conceitos de LD e as trajetórias históricas do PNLD como uma Política Pública no Ensino.

Na quarta seção, tratamos dos procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento deste estudo. Nele, caracterizamos a pesquisa, os fundamentos para a análise de dados e apresentamos o *corpus* de análise e os critérios para a escolha das atividades de experimentação presentes nos LDs.

Na quinta seção, apresentamos os resultados da pesquisa, bem como, as discussões a respeito das atividades de experimentação analisadas.

Na sexta seção, apresentamos os resultados e discussões pertinentes a análise das atividades de experimentação, bem como suas relações com a fundamentação teórica disponível.

Na sétima e última seção, relatamos as nossas considerações finais, assim como a contribuição desse estudo para o desenvolvimento de novos trabalhos, pesquisas e para o Ensino de Ciências da Natureza.

## 2 A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE BIOLOGIA

Nesta seção, abordam-se os conceitos e a importância da experimentação. Iniciaremos com uma análise histórica da experimentação na Ciência, traçando um percurso desde os primeiros experimentos, com foco em figuras como Francis Bacon, Galileu Galilei e René Descartes. Dessa forma, realizaremos uma discussão dessas influências filosóficas e científicas que foram moldando a abordagem da experimentação ao longo dos séculos até a transposição para o ensino, desde a sua origem até as práticas atuais. Ademais, discorre-se sobre o histórico do Ensino de Biologia, desde a década de 50 até as modificações propostas nas diretrizes curriculares mais recentes e suas modificações e propostas ao longo dos anos. E, ao final, realizaremos uma síntese das informações obtidas, oportunizando um norteamento para o leitor sobre os diferentes conceitos que permeiam a experimentação e determinando quais serão utilizadas, tendo em vista que estes conceitos devem ser respaldados com o interesse geral da pesquisa.

### 2.1 CONCEITOS DE EXPERIMENTAÇÃO

Acerca dos conceitos de experimentação, nota-se uma diversidade de perspectivas e termos que se distinguem na literatura, mas que podem não refletir com clareza os conceitos de experimentação, conforme serão tratados na sequência. Deste modo, iremos discutir um conceito utilizado com recorrência em Ciências da Natureza: o trabalho prático.

O trabalho prático é um tipo de experimentação que envolve a realização de atividades práticas que permitem aos alunos aplicarem conceitos teóricos em um contexto prático. O trabalho prático pode ajudar a reforçar o aprendizado e a compreensão dos conceitos biológicos. Entretanto, o termo pode extrapolar para quaisquer atividades de ações práticas, não relacionada, diretamente, com a experimentação. Essas atividades envolvem desde a colagem de imagens em uma cartolina até a realização de um experimento para investigar um fenômeno científico (Ciavatta, 2014). Segundo Fracalanza (1986) destacam essas atividades como organização de cartazes, maquetes, coleções de rochas ou insetos e a utilização de determinados equipamentos de laboratório para demonstrar na prática a teoria ou conduzir o aluno à compreensão de um determinado conceito.

Hodson (1988) afirma que o termo trabalho prático é utilizado para designar certa qualidade no ensino de Ciências. No entanto, enfatiza a necessidade de uma reavaliação crítica da função desta prática com a experimentação no ensino. Segundo o autor, esta prática confere a uma terminologia abrangente que engloba, também, o uso de laboratórios para realização de pesquisas científicas, denominado, trabalho de laboratório, sendo este utilizado para designar a demonstração de um fenômeno, coletar dados, desenvolver habilidades de observação ou manusear equipamentos.

Com isso, temos o trabalho de laboratório com um conceito que remete a um tipo de experimentação que ocorre em um ambiente de laboratório e pode envolver o uso de equipamentos e materiais especializados. Por exemplo, os alunos podem usar microscópios para examinar amostras biológicas ou realizar experimentos químicos para investigar processos. Assim, compreende-se essa prática com um potencial para ajudar os alunos a desenvolverem habilidades manipulativas importantes e a ganhar experiência no uso de equipamentos e técnicas científicas (Hofstein; Lunetta, 2004). No entanto, este termo se relaciona não, exclusivamente, com a proposta de ensinar conceitos científicos. A realização de um trabalho de laboratório com discentes, pode visar uma proposta de caráter científico, em que o intuito é promover o conhecimento de um processo ou no aperfeiçoamento de técnicas (Axt; Moreira, 1991). Neste mesmo viés, destaca-se um importante fundamento da filosofia deweyana, o conceito de experiência.

Para Dewey (1997), a experiência confere uma interação contínua entre o indivíduo e o seu ambiente, em que cada uma possui potencial para influenciar as futuras. Deste modo, compreende-se a experiência como fundamental para o aprendizado e o desenvolvimento, dando ênfase na importância da reflexão sobre estas, visando a promoção do desenvolvimento intelectual e moral.

Tendo em vista a sua dada importância, a Nova Educação, estabelecida como Educação Progressiva valoriza fortemente o uso de experiências como uma ferramenta importante para o aprendizado. Entretanto, segundo Dewey (1997) nem todas as experiências são fundamentadas de maneira genuína ou educativa.

Contudo, tendo em vista as variações das perspectivas da experiência, faz-se necessário que haja uma distinção entre os conceitos de experiência e educação. De antemão, destaca-se que estes dois conceitos não são sinônimos, pois há experiências que não são de cunho educativas. Partindo deste pressuposto,

questionamos, o que torna uma experiência educativa? E para responder a estes questionamentos, respaldamos em preceitos de John Dewey em que aponta que ela se caracteriza pela implementação da ligação entre a experiência pessoal e a educação, isto é, quando ocorre a aplicação de princípios de aprendizagem oriundos da experiência pessoal.

Alinhado aos interesses desta pesquisa, torna-se necessário compreender que cada tipo de experimentação tem seus próprios interesses. Quanto aos experimentos científicos, embora compartilhem diversas práticas, predominam as pesquisas científicas que envolvem a realização para testar hipóteses ou investigar fenômenos biológicos de caráter, exclusivamente, científico (Meinardi *et al.*, 2010).

Segundo Praia, Cachapuz e Gil-Perez (2002) há uma característica empírica na experimentação científica, na qual é diminuída a uma manipulação de dados e seus resultantes, visando a confirmação do que já era previsto. Logo, “é a experiência que põe a prova a teoria e não o inverso” (Praia; Cachapuz; Gil-Perez, 2002, p. 256). De acordo com Valadares (2006) o trabalho experimental diz respeito a todo trabalho prático, que envolva manipular e controlar variáveis.

E a experimentação é comumente utilizada no Ensino de Biologia e envolve a realização de experimentos científicos para testar hipóteses ou investigar fenômenos biológicos, com ênfase no aprendizado dos discentes (Silva; Nuñez, 2002). O termo experimentação se mostra bastante apropriado para caracterizar as atividades experimentais realizadas no âmbito do ensino das Ciências Naturais, uma vez que, a expressão didática agregada a proposta de experimentação remete à ideia de ferramenta didática para a abordagem de conteúdo (Borges; Moraes, 1998), com a proposta de promover conhecimento (Krasilchik, 1987). Deste modo, os alunos podem realizar um experimento para investigar o efeito de diferentes fenômenos (Marandino; Selles; Ferreira, 2009).

De acordo com Hodson (1988) os experimentos no ensino de Ciências, diferente dos experimentos realizados no âmbito científico, são caracterizados como um subconjunto do trabalho de laboratório e deve ter como objetivo principal oportunizar os alunos à manipulação e ao controle de variáveis, além de investigar e solucionar problemas.

Segundo Hodson (1994), as atividades de experimentação são procedimentos de cunho científico que os discentes utilizam para investigar fenômenos e na resolução de problemas, promovendo maior motivação ao aprendizado, o

desenvolvimento de habilidades, interesse científico, a promoção do raciocínio e pensamento crítico. Assim, as investigações se tornam um método para aprender Ciências e sobre Ciências (Wesendonk; Prado, 2015).

Gondim e Mól (2008) compreendem uma necessidade da experimentação em um viés investigativo, visando uma funcionalidade nas relações entre os níveis fenomenológicos e teóricos das Ciências com o desdobramento de discussões dialógicas entre os discentes e com o professor. Concomitante a essa ideia, afirma Giordan (1999, p. 44):

Tomar a experimentação como parte de um processo pleno de investigação é uma necessidade, reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o ensino de Ciências, pois a formação do pensamento e das atitudes do sujeito deve se dar preferencialmente nos entremeios de atividades investigativas.

Deste modo, compreender a experimentação é levar em consideração as etapas da investigação, como a observação, o levantamento de questionamentos e a construção de argumentos para problematizar o conhecimento dos alunos com relação ao conteúdo (Galiazzi; Gonçalves, 2004).

No entanto, além de características investigativas, há fatores que devem ser advertidos, em que Fracalanza (1986) aponta que atividades experimentais são aquelas que envolvem situações controladas, seguindo determinados procedimentos para se chegar a um resultado esperado. Consoante ao exposto, denota-se que há uma vasta variação conceitual do termo “experimentação”.

Mediante as diferenças semânticas que permeiam a experimentação, destaca-se que consoante à temática central desta pesquisa, nos apoiaremos ao que define Hodson (1994), cuja definição está relacionada com a proposta de que a experimentação é uma ferramenta pedagógica que promove o auxílio na compreensão de conceitos e métodos. Essas ideias se fundamentam em diferentes concepções. Segundo Hodson (1994) a experimentação com concepção indutiva é conduzida pelos alunos para explorar fenômenos e chegar a conclusões por meio da observação e análise de dados. A ênfase está na descoberta e construção do conhecimento pelos estudantes. Os professores atuam como facilitadores, fornecendo orientação e suporte durante o processo. E, em sua concepção investigativa são projetadas para provocar a reflexão e promover a construção do conhecimento. Os professores assumem um papel mais ativo, incentivando a exploração e conduzindo discussões para que os alunos extraiam seus entendimentos.

Além das ideias postuladas por Hodson, utilizaremos como base para nossas análises as concepções dispostas por Borges e Moraes (1998), em que se compreende a experimentação, com características e objetivos particulares, como se exhibe no Quadro 1.

**Quadro 1 - Concepção de Experimentação**

| <b>Classificações</b>               | <b>Características</b>  | <b>Exemplo</b>   |
|-------------------------------------|---|--|
| <b>Demonstrativa</b>                | Nesta concepção as experimentações estão relacionadas a demonstração de um fenômeno já conhecido. Assim, não há uma preocupação com a construção conceitual e sim, uma constatação da verdade estabelecida. Nessa concepção, o discente recebe as informações conceituais antes mesmo da realização da experimentação, de forma que se oportuniza a observação do fenômeno. Ressalto que atividades demonstrativas possuem conclusões e resultados esperados. | Título: Demonstração do Crescimento de Plantas sob Condições Variadas<br>Objetivo: Mostrar aos alunos como diferentes condições afetam o crescimento das plantas e a importância de variáveis controladas.<br>Etapas: 1. O professor planta sementes em vasos separados, utilizando diferentes quantidades de água como variável. 2. O professor rega os vasos em momentos específicos e monitora o crescimento das plantas. 3. O professor discute com a turma como o controle da variável influenciou os resultados e o fenômeno observado.                              |
| <b>Empirista-<br/>Indutivista:</b>  | As atividades propostas partem de fenômenos específicos e propõem a generalização. O método científico é considerado um fim em si, sendo ele próprio gerador de conhecimento. Com isso, essa concepção segue uma sequência que introduz questões suscitadas do experimento que oferece ao aluno uma orientação para proposição de explicações acerca de um fenômeno natural ou processo realizado.  | Título: Investigação da Eficácia de Diferentes Produtos de Limpeza na Remoção de Gordura<br>Objetivo: Comparar a eficácia de diferentes produtos de limpeza na remoção de gordura de superfícies e identificar padrões nos resultados.<br>Etapas: 1. O professor fornece diferentes produtos de limpeza (sabão, detergente, vinagre etc.) e superfícies com gordura. 2. Os alunos aplicam os produtos em superfícies sujas e observam a eficácia na remoção da gordura. 3. Com base nos dados coletados, os alunos formulam conclusões sobre qual produto foi mais eficaz. |
| <b>Dedutivista<br/>Racionalista</b> | As experimentações com essa concepção são caracterizadas pelo seu embasamento teórico. As atividades partem de questionamentos para os quais são propostas que sucederam de uma teoria. Deste modo, o conhecimento científico é denotado como uma construção antropológica e não como uma verdade definitiva. Assim, se dá de modo provisório e sujeito a sofrer modificações e reconstruções ao longo do tempo.  | Título: Identificação de Estruturas Anatômicas e sua Função em Vertebrados<br>Objetivo: Utilizar a dedução para analisar estruturas anatômicas e inferir suas funções e relações evolutivas entre diferentes grupos de vertebrados.<br>Etapas: 1. O professor explica a teoria da homologia e a comparação de estruturas anatômicas entre diferentes grupos de vertebrados. 2. Os alunos analisam amostras anatômicas de diferentes vertebrados  |

|                       |  |  |
|-----------------------|--|--|
|                       |  | e identificam as semelhanças e diferenças entre elas. 3. Com base nas características anatômicas comparadas, os alunos utilizam a lógica dedutiva para inferir a relação evolutiva entre os grupos estudados e a função dessas estruturas em cada um.  |
| <b>Construtivista</b> | As atividades seguem um planejamento considerando o conhecimento prévio dos discentes e, com isso, os experimentos são construídos em forma de problemas ou realização de testes de hipóteses. Essa proposta promove ao discente, um ambiente de reflexão e mobilização dos seus conhecimentos, uma vez que pode haver conflitos cognitivos quando o aluno entende que os seus conhecimentos e ideias não compreendem a um questionamento determinado. | Título: Investigação de Fenótipos e Herança Mendeliana<br>Objetivo: Utilizar os conhecimentos prévios dos alunos sobre genética e realizar experimentações para entender padrões de herança.<br>Etapas: 1. O professor relembra os conceitos básicos de genética, como alelos, dominância e recessividade, e apresenta diferentes fenótipos em uma população (ex. cor da semente, cor da flor). 2. Os alunos, com base em seus conhecimentos prévios, formulam hipóteses sobre os padrões de herança para os fenótipos observados. 3. Em grupos, os alunos realizam cruzamentos utilizando modelos de punnet e simulam o processo de análise dos descendentes. 4. Os resultados são compartilhados com a turma, que discute e compara as conclusões baseadas em suas hipóteses originais e nas evidências obtidas. |

**Fonte:** (Adaptado de: Borges; Moraes, 1998)

Acerca das variadas concepções epistemológicas sobre a experimentação no Ensino de Biologia, enfatiza-se que há complexidade e riqueza de características nas definições, o que leva à compreensão de que essas práticas podem configurar ferramentas valiosas no Ensino. As diferentes concepções da experimentação demonstram uma gama de possibilidades que se adequadas de maneira correta, podem atender a diversos objetivos educacionais e carências no Ensino. Assim sendo, concluímos essa seção evidenciando que a experimentação, quando planejada de maneira estratégica, confere a uma ferramenta enriquecedora para o Ensino de Biologia, sublinhando sua função na formação de discentes mais interessados, investigativos e críticos-reflexivos.

## 2.2 HISTÓRICO DA EXPERIMENTAÇÃO NA CIÊNCIA

Anterior a apresentação e discussão das ideias da experimentação no campo do Ensino (tema principal dessa pesquisa), é necessário retomar as transformações filosóficas e científicas, em especial, a partir do século XVIII, em que ocorreu o aprofundamento das discussões sobre as perspectivas racionalistas e empiristas sobre o mundo (Chassot, 2003; Poppolino, 2013).

Coerentemente, a experimentação só torna considerável para o ensino de Ciências, posterior ao momento em que a própria Ciências começa a utilizá-la. E assim, intitula-se essa origem da Ciência no Ensino, como o domínio da atividade científica, na qual se apropriou de termos como experiência e experimentação. De acordo com Alves Filho (2000b) essa transposição da experimentação para o Ensino se deu na carência de refletir as opiniões baseadas em comprovações científicas, visando a demonstração dos fatos. E é neste viés que compreende-se que a experimentação ocupou uma posição desejável na proposição dos métodos científicos, pois se pautavam de ideias com influência da racionalização de procedimentos, associados com características cognitivas, como a indução e a dedução (Lira, 2019). Uma vez que era estabelecido um problema de pesquisa, o pesquisador efetuava experimentos específicos que possibilitava a promoção de uma análise detalhada, o levantamento de dados e as comparações com os grupos controles, o registro de tais resultados e a divulgação para a comunidade, visando explicar fenômenos implícitos ao problema do estudo (Lopes, 2022). Dessa forma, atribui-se a fundação dessa ciência moderna a três nomes importantes: Francis Bacon (1561-1626), René Descartes (1596-1650) e Galileu Galilei (1564-1642), na qual apresentaram contribuições significativas para a experimentação.

Concomitante, com a acumulação de dados de pesquisas oriundos da experimentação, aumenta-se a possibilidade de reformular enunciados mais genéricos em possíveis forças de leis ou teorias, uma vez que tais experimentos ofereçam dados apoiados em conhecimentos científicos e que ofereçam a possibilidade de realizar previsões científicas sobre o fenômeno do estudo (Leite; Costa, 2023). Denota-se que esse processo de construir enunciados a partir de observações e coleta de dados acerca de um problema de pesquisa, baseado em experimentos, é denominado como indução (Borinelli, 2006).

Conforme o método escrito por Francis Bacon, a Ciência Indutivista é uma Ciência que, em suas palavras, se resume a:

Só há e só pode haver duas vias para a investigação e para a descoberta da verdade. Uma, que consiste no saltar-se das sensações e das coisas particulares aos axiomas mais gerais e, a seguir, a descobrirem-se os axiomas intermediários a partir desses princípios e de sua inamovível verdade. A outra, que recolhe os axiomas dos dados dos sentidos e particulares, ascendendo contínua e gradualmente até alcançar, em último lugar, os princípios de máxima generalidade. Este é o verdadeiro caminho, porém ainda não instaurado (Bacon, 1999, p. 16).

Em sua obra “*Novum Organum*”, na qual o nome dado em latim representa “Nova Ferramenta” em tradução ao português, Bacon realiza diversas críticas ao pensamento aristotélico, em que apresenta, no aforismo III do livro I, considerações sobre uma Ciência e poder do homem que o tornam ignorantes da causa e, conseqüente a isso, os privam dos efeitos. Logo, não há o triunfo sobre a natureza se não houver uma proposta obediente e especulativa acerca das causas e não se vale como uma regra na operação (Bacon, 1999). Para Bacon, o fazer Ciência sofreu diversas transformações desde a Antiguidade, na qual se faz necessária a operação da Ciência a partir de um método científico. Isso, pois, ele compreendia a Ciência como ideias respaldadas sobre a indução. Consoante a essa ideia, Smith (2017) diz que a Ciência baconiana visa uma ideia indutiva e que essa, por sua vez, é a via com melhor adequação à construção dos conhecimentos científicos. No entanto, mediante a proposta de construção destes conhecimentos, deve-se reforçar o conceito de experimentação na Ciência baconiana.

Bacon reconhece diferenças entre experiência e experimento. Para se aprofundar sobre as diferenças, respalda-se em trechos apresentados no aforismo LXX do Livro I do *Novum Organum*, em que de acordo com Bacon (1999) a experiência, do latim, *experientia*, confere a uma perspectiva com maior amplitude, pois reconhece como um ponto de partida de toda Ciência e confere uma conotação positiva, uma vez que se entende como uma demonstração com maior eficiência na construção do conhecimento, visto que neste processo ocorre a demonstração da realidade, compreendido como a causa, isto é, um motivo da explicação de algo estudado.

Para Bacon, há diversas causas para ocorrer um experimento. A realização dessa prática promove um conhecimento capacitado para reconhecer os fenômenos dados de maneira imperceptível para a natureza (Hofstein, Lunetta, 2004). Ademais, promove-se uma identificação das diversas propriedades da natureza dos fenômenos, isso é, permite a construção de possíveis previsões (Leite; Costa, 2023). Deste modo,

serve para obtenção de informações com melhores qualidades de detalhamento. E por todas essas causas, Bacon afirma que o experimento é a chave do desenvolvimento do conhecimento e do saber sobre os fenômenos (Suart; Marcondes, 2008). Assim, a experimentação possui um papel importante na construção das Ciências Naturais, desde o século XVII, em que leis formuladas deveriam ser analisadas pelo crivo dos contextos empíricos propostas, numa perspectiva sequencial de elaboração de hipóteses e análises de consistências, denotando a importância dos métodos científicos (Prestes; Martins, 2014).

Esses procedimentos conferem a um método experimental que se denominou de empirismo-indutivista, em que a partir das observações eram produzidos resultados dos fenômenos analisados, buscando identificar padrões comuns ou coincidentes que por meio da indução, transferissem os enunciados de teorias em leis mais amplas. As concepções do método empirista-indutivista se contemplam em etapas sequenciais, sendo estas: (a) observação; (b) elaboração de hipótese; (c) experimentação; (d) conclusões. Essa sequência de etapas constitui o fundamento da experimentação moderna, na qual possui características evidentes de uma ciência pautada em um método investigativo. Vale o destaque contextual que Bacon era um destaque na ciência inglesa por sua filosofia empirista-indutivista. No entanto, na França, René Descartes propusera uma filosofia racionalista, pautada na razão, em que opõe se a Bacon, pois embora compreende que é importante a observação, Descartes destaca que o principal fundamento da compreensão científica é o raciocínio dedutivo (Omnés, 2010).

A proposta de Descartes (1596-1650) era diferente da experimentação para Galileu e de Francis Bacon (Massoni; Moreira; Silva, 2018). Para o filósofo francês, a busca pelo conhecimento era difundida pela razão (Vergara, 1991). Deste modo, propôs um método científico para a busca do conhecimento, o cartesiano, em que se refere a dissociação de um questionamento em outros mais fáceis até que, devido ao grau de simplicidade, a resposta se torne uma evidência. Este método se baseia em intuições, na dedução e na ordem (Busato, 2001). Para Descartes (2001), o processo dedutivo, se impõe na proposta de reconhecimento das influências causais de diversos enunciados acerca de um fenômeno.

Consoante aos processos dedutivos, em sua obra “Discurso do Método”, Descartes realiza uma descrição do que é necessário para realizar a dedução, em que se destacam os conhecimentos científicos e os métodos adequados ao objetivo de

estudo. Para ele, a razão é crucial, pois, compreendia-se que os pensamentos eram oriundos da reflexão dos próprios pensamentos, isto é, com o pensamento pode-se compreender o mundo físico. Partindo desse pressuposto, nasce a famosa frase “Penso, logo existo”, expressando a importância da razão (Omnés, 2010). No campo da experimentação, essa concepção demonstra que o empírico possui uma função de confirmar prováveis resultados oriundos de princípios gerais. Desta forma, a experiência é submetida à razão, em que visa a comprovação de um fenômeno.

Concomitante aos registros de ideias empiristas, há um movimento em evolução de compreensão destes fenômenos, de modo em que se abstraem os sentidos comuns e se apoiam em métodos com maior precisão, embora sejam passíveis de reproduções extemporâneas, demarcando a Ciência Moderna (Tsai, 1999).

O primeiro a difundir os fundamentos da Ciência Moderna foi Galileu (1564-1642). Ele era um dos principais defensores da concepção heliocêntrica proposta por Nicolau Copérnico (1473-1543), sugere que a Terra e os outros planetas orbitam em torno do Sol (Koyré; Santos, 1979). Consoante a estes posicionamentos, a Ciência experimental moderna foi aplicada em eventos práticos, deu origem pela análise matemática aos problemas de física, em que, pela primeira vez, contextos experimentais poderiam ser analisados e avaliados em termos matemáticos com exatidão (Mariconda; Lacey, 2006).

Deste modo, Galileu passa a ser denominado como um dos primeiros cientistas a compreender a experimentação com métodos científicos, apoiadas em planejamentos sistemáticos, visando criar etapas para investigação dos fenômenos naturais e sua contribuição oferece impactos significativos em diversas temáticas dos conhecimentos científicos (Teixeira; Freire Junior; El-Hani, 2009).

Contudo, Smith (2017) destaca que estes três pensadores são denominados como os pioneiros da Ciência moderna, fundamentados por combates contra os pensamentos aristotélicos, em que compreendem a experiência com base na observação natural, e também, por estruturar o que conhecemos como método científico, na qual a experiência é estabelecida baseada em um plano racional, isso é, quando é aplicada um método sistemático e lógico para realizar observações, análises e interpretações de eventos ou fenômenos naturais (Souto *et al.*, 2015).

Assim, torna-se evidente que a Ciência moderna, ou seja, a Ciência proposta a partir de Francis Bacon, René Descartes e Galileu Galilei deve, nesta ideia, extrapolar

as propostas da filosofia grega e as Ciências oriundas destas, pois, novamente Bacon faz uma crítica em que diz: “não há um único experimento de que se possa dizer que tenha contribuído para aliviar e melhorar a condição humana, que seja verdadeiramente aceitável e que se possa atribuir às especulações e às doutrinas da filosofia” (Bacon, 1999, p. 48).

Em síntese, o que difere os três pensadores são os modos de interpretar os dados observados e a importância da quantificação (matematização da natureza). Nessa evolução por Francis Bacon, Descartes e Galileu, há uma contribuição de concepções de Ciência e os procedimentos para alcançar ao conhecimento científico. De Bacon, herdamos o método indutivista, priorizando a coleta de dados pela observação. Uma vez que, atinja quantidades significativas de observações, expostas em tabelas, pode-se usar a indução para promover a generalização. Em contrapartida, Descartes, com base em seu racionalismo, desconsidera quaisquer observações empíricas com bases iniciais dos conhecimentos. Em sua perspectiva, a dúvida é oriunda da razão e determina como a etapa inicial para a promoção de ideias. Pois é a partir da observação de casos particulares que pode se propor a chegar em uma lei geral (Alves Filho, 2000a).

Doravante as análises de colaboração de Francis Bacon, Galileu Galilei e René Descartes, nota-se uma transição da experimentação genuinamente empírica para um método fundamentado na racionalidade e na sistematização. Com essa evolução durante séculos, esta abordagem modificou o modo de compreensão do mundo natural e a maneira de transmitir estes conhecimentos (Ursi *et al.*, 2018). Dessa maneira, distinguir termos como trabalho prático, trabalho de laboratório e experimentação são fundamentais para respaldar este trabalho, delinear os propósitos e contextos que serão analisados.

Conclui-se, que a experimentação, seja no contexto científico ou no ensino, apresenta-se como uma ferramenta que pode auxiliar na aquisição de conhecimento e, na promoção do pensamento crítico, a resolução de problemas e o desenvolvimento de habilidades práticas. Logo, ao analisarmos as trajetórias históricas e as propostas da experimentação, compreendemos os seus potenciais para o Ensino de Aprendizagem de Biologia.

### 2.3 HISTÓRICO DO ENSINO DE BIOLOGIA

Atrelado à seção anterior, continuamos nossa discussão em uma perspectiva histórica, realizando uma retomada do Ensino de Biologia desde a sua formação até os dias atuais, compreendendo suas evoluções e modificações ao longo dos anos.

O Ensino de Biologia, como parte integral das Ciências Naturais, possui suas raízes demasiadamente associadas às modificações sociais, políticas e científicas no decorrer da história. Inicialmente, o Ensino de Biologia era caracterizado como um componente curricular limitado e focado em dimensões básicas da história natural e da classificação dos seres vivos. Concomitante aos avanços científicos na primeira metade do século XX, o Ensino de Biologia se estruturou de modo mais formalizado em instituições de ensino, especialmente, escolas secundárias. Nesse período, a sua proposta era embasada em uma perspectiva descritiva, centrada na morfologia e taxonomia de organismos. Seu enfoque era tradicional, com destaque na memorização.

A partir da década de 1950, com a Revolução Educacional suscitada por eventos históricos, o Ensino de Biologia, assim como as demais das Ciências da Naturais, Ciências Humanas e Ciências Exatas, sofreram uma reestruturação, em que os currículos escolares passaram a ter um enfoque científico e tecnológico maior, em que visavam não apenas à transmissão dos conhecimentos, como também o desenvolvimento de habilidades científicas e pensamento crítico. Essas modificações foram marcadas pela introdução de metodologias mais rigorosas e maior integração entre teorias e práticas.

Assim, compreendo este período com uma relevância no ensino, visamos nessa seção, compreender a dinamicidade destes movimentos, de modo a exibir uma evolução do Ensino de Biologia a partir da década de 50. Logo, destaca-se que entre os períodos da década de 50 a 70 houve uma exacerbada disseminação dos métodos científicos para os componentes curriculares das Ciências da Natureza (Krasilchik, 2000).

A década de 1950 é marcada por um ensino de Ciências com concepções demonstrativas da Ciência, isto é, denotava-se que uma Ciência de caráter neutra e objetiva. Este modelo de ensino baseava-se na resolução de problemas a partir de regras sistemáticas e se desenvolvendo por etapas, promovendo o pensamento e a alfabetização científica (Nascimento; Fernandes; Mendonça, 2010).

Assim, ampliaram-se as propostas de métodos que visam a identificação de problemas, a elaboração de hipóteses e a utilização da experimentação para construir

dados, conclusões e até teorias para contribuir com a comunidade científica e conseqüentemente, o levantamento de novos questionamentos. De acordo com Konder (1998), na década de 50 a compreensão do que era Ciência, toda a sua produtividade e validade pela comunidade científica se respaldava em uma concepção positivista, de maneira a aplicar os dados obtidos pela experimentação em resoluções e prevenções de problemáticas da população.

Os ideais positivistas exerceram e continuam exercendo influência sobre as práticas de ensino de Ciências, baseando-se na aplicação do Método Científico. Na visão positivista, habilidades como selecionar e hierarquizar variáveis de acordo com critérios relevantes para a compreensão dos fenômenos, controlar e prever seus efeitos nos eventos experimentais, e encadear logicamente sequências de dados obtidos de experimentos são consideradas importantes para a formação científica dos alunos.

É perceptível que a década de 1960 foi um período de desenvolvimento industrial no país e, conseqüente, a este processo, um desenvolvimento científico e tecnológico (Marandino; Selles; Ferreira, 2009), em que reforçou uma proposta pedagógica para o desenvolvimento dos discentes com formações para a industrialização e para as preparações de cientistas. Logo, iniciou movimentos para desenvolver novas soluções de cunho científica, oportunizando modificações no ensino de Ciência, partindo para um viés científico dos discentes (Marcondes, 2002). Partindo deste pressuposto, nota-se que nesse período, os objetivos do ensino de Ciências se estabeleciam na proposta de oferecer aos discentes, maior aquisição de conhecimentos de caráter científicos, acompanhando o desenvolvimento socioeconômico do país (Ursi *et al.*, 2018). Além disso, esse incentivo à experimentação, promovia maiores vivências na iniciação científica, alterações nos currículos e melhor capacitação dos docentes (Nascimento; Fernandes; Mendonça, 2010).

Deste modo, compreende-se que a prática experimental não apenas serve como ferramenta para desenvolver essas habilidades, mas também como um meio de legitimar o conhecimento científico, já que os dados obtidos dos experimentos eram considerados a autoridade final na compreensão do fenômeno em questão (Oliveira; Cassab; Selles. 2012). Logo, na década de 1960, nota-se que o principal objetivo da experimentação no Ensino de Ciências era o desenvolvimento dessas habilidades, período em que os programas de educação científica eram fortemente influenciados

pelo pensamento lógico-positivista e comportamentalista (Galiuzzi; Gonçalves, 2004). A abordagem envolvia a aplicação das etapas presumidas do Método Científico em sala de aula, com a expectativa de que a aprendizagem ocorresse através da transmissão dessas etapas ao aluno, que as assimilaria indutivamente com o conhecimento subjacente (Massoni; Moreira; Silva, 2018).

Essas modificações no currículo visavam a substituição de metodologias expositivas, com um professor que era detentor do conhecimento e um aluno de modo passivo em sala de aula, por metodologias mais dinâmicas, trazendo o discente com um papel ativo em suas reflexões e essa mudança oportunizou maior utilização em laboratórios científicos para realização da experimentação, com o intuito de auxiliar os discentes na compreensão conceitual, possibilitando uma formação científica e com elevada qualidade. De acordo com Ataíde e Silva (2011) essas práticas visavam, também, formar futuros cientistas.

Nesta mesma década, ocorreu a implantação da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) nº. 4.024, constituída no dia 21 de dezembro de 1961, a qual promovia uma perspectiva mais científica e tecnicista no currículo escolar. Essa inserção foi abrangente, desde o ginásio, promovendo o desenvolvimento do caráter crítico, por utilização de uma metodologia científica. Conseqüentemente a essa inserção, aumentou-se a carga horária dos componentes curriculares, denominadas, atualmente, de Ciências da Natureza e suas Tecnologias: Física, Química e Biologia. Fazemos um adendo de que na década de 60, essas áreas estavam inclusas como Ciências Naturais (Queiroz; Hosoume, 2019).

Seguindo o desenvolvimento do país, no ano de 1963, ocorreu a implantação de seis centros de Ciências, localizadas nas principais cidades no Brasil, coincidentemente, nas capitais, sendo essas: Porto Alegre/RS; Rio de Janeiro/RJ; São Paulo/SP; Recife/PB; Salvador/BA; Belo Horizonte/MG. Estes centros visavam aumentar a divulgação da Ciência para a população e a contribuição de aperfeiçoamento da qualidade no ensino de Ciências, visto que, de acordo com Krasilchik (2000) e Nascimento, Fernandes e Mendonça (2010), o Ensino de Ciências promove o pensamento científico.

No dia 31 de março de 1964, sob o governo do presidente João Goulart, foi determinado o fim da Quarta República, iniciando um movimento, denominado de ditadura militar, em que trouxe consigo um contexto político e, conseqüentemente, impactos na educação no Brasil (Nardi, 2007). Nesse período, ainda se sustentava

uma visão de incentivo à modernidade, em que compreendiam o ensino de Ciências como uma área de qualificação para a população (Marandino; Selles; Ferreira, 2009).

Esse incentivo à modernização do país, de acordo com Konder (1998) elevou o ensino aos níveis internacionais, em que se destaca a intercomunicação dos Estados Unidos da América no ensino no Brasil, uma vez que essa interferência, acompanhada do desenvolvimento nos Estados Unidos da América, incentivou a escola com um viés de desenvolvimento para a vida e para a indústria. Consoante a essas ideias, Gadotti, Freire e Torres (1992) defendem que o modelo de educação no Brasil era apoiado com um método de desenvolvimento social, com diversas características de um sistema capitalista, na qual visavam, simplesmente, a qualificação da população. Com a injunção da ditadura militar, os objetivos da escola foram alterados, visto que anterior a este período, a escola era compreendida como uma instituição que oportunizava a formação para a cidadania de maneira crítica e transitava para uma educação do trabalhador, visando o atendimento e a construção econômica do país (Krasilchik, 2000).

No dia 11 de agosto de 1971, a LDB nº. 5.692 foi publicada, concomitante à sua publicação, o Conselho Federal de Educação, concedendo as ideias propostas pelo sistema político, determinou que os componentes curriculares de Ciências Físicas e Ciências Biológicas passassem a ser oportunizadas no 2º ciclo do currículo do segundo grau como disciplinas optativas. Ou seja, ocorreu divergência com a LDB, pois este modelo desmembrava os objetivos das Ciências, uma vez que a LDB compreendia o desenvolvimento do ensino, de maneira técnico científica. Após este período, predominando as ideias propostas pelo Conselho Federal de Educação, o ensino passa a ter um viés profissionalizante (Krasilchik, 2000).

O uso de laboratórios retorna a ser tendência para o ensino de Ciências na década de 1970, pois se retoma a ideia de experimentação associada a boas formações dos docentes e livros repletos de conteúdo, exercícios de fixação era um método eficiente no desenvolvimento do ensino no país (Konder, 1998). Entretanto, evidenciavam-se dificuldades pelos docentes no uso de diversos recursos laboratoriais em sala de aula, uma vez que a escassez de equipamentos específicos, quantidade de materiais disponíveis e com qualidade, formação inicial de professores com defasagens e o excesso de alunos em sala de aula, eram caracterizados como fatores que impediam um aproveitamento aprofundado nos conhecimentos científicos (Moreira; Diniz, 2003).

Em decorrência a este aspecto, em 1972, foi lançada uma coleção de kits didáticos-científicos, denominada como “Os Cientistas”, produzida em parceria com o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) e a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC) com o propósito de expandir as ações de experimentação para além das escolas (Nagumo; Oliveira; Inglez, 2018). Ao todo foram produzidos 50 kits que iniciaram a sua comercialização pela Editora Abril, na qual apresentavam materiais para a realização de experimentos e/ou construções de objetos acerca de áreas de Biologia, Física, Química e Matemática. Em cada kit, continha uma breve apresentação dos cientistas, um manual de instruções acerca dos experimentos e questionamentos acerca dos dados obtidos nos resultados (Gatti; Goldberg, 1974).

Contudo, a educação científica e a construção do conhecimento científico ainda não se davam de maneira consolidada, pois embora houvesse maior incentivo do ensino de Ciências, este por sua vez, era comumente ministrado de maneira informativa, especialmente, por conta da precarização de condições de trabalho dos docentes e, pelo fato de que a formação inicial destes docentes não especificava as práticas de experimentação (Nascimento; Fernandes; Mendonça, 2010).

Deste modo, faz-se uma observação para que a contribuição do ensino de Ciência atue na transformação social, é necessário a compreensão da Ciência não somente como atividades objetivas e neutras, pois o ensino não pode ser apenas informativo, e sim, é necessário inserir o discente como um papel ativo nos processos de ensinamentos e aprendizagens.

Com os avanços de propostas de melhorias no ensino, no ano de 1980, as primeiras perspectivas de teorias da psicologia cognitiva começaram a se formar e passaram a compreender o ensino com um viés construtivista, em uma abordagem interacionista (Nascimento; Fernandes; Mendonça, 2010). Essas teorias se fundiram na proposta de que os conhecimentos são produtos de interações dos indivíduos com o mundo, dando ênfase nos desenvolvimentos neurocognitivos dos discentes no ato da realização das atividades, contribuindo para a aprendizagem (Borges; Moraes, 1998).

Diversos autores, como Jean Piaget, Ausubel, Kuhn e Lakatos valorizavam as aprendizagens por descobertas, nas quais os discentes, ao realizarem atividades de experimentação, aprendiam de maneira significativa, possibilitando maior construção das habilidades cognitivas, em um viés construtivista, que conseqüentemente,

oportunizavam discussões acerca do ensino de Ciências, em que compreendiam que os conhecimentos, sejam estes os científicos ou de caráter cotidiano, correspondem a construção dos conhecimentos humanos e estes, não devem ser descrições objetivas da realidade (Moreira, 2011). Nesses contextos, as teorias cognitivistas destacaram a importância do papel ativo dos discentes na obtenção de informações, com capacidades de questionamentos, confrontos de ideias e construção de conhecimentos científicos (Saviani, 2011).

Adiante na evolução do ensino de Ciências no Brasil, temos na década de 1990, uma perspectiva diferente para o ensino de Ciências, visando novas ideias e métodos voltados para a formação de discentes mais críticos, reflexivos e participativos (Marandino; Selles; Ferreira, 2009). Nesse período, marcou-se pelas interrelações dadas entre os eixos dos conhecimentos, como as ciências, a tecnologia e a sociedade (CTS). Essa relação envolve desde iniciações científicas e alcança os mais diversos fatores da população, tais como: políticos, sociais, culturais, econômicos e ambientais (Auler; Bazzo, 2001). Deste modo, compreendemos e defendemos que a ciência não é e não deve ser particular dos cientistas, devemos compreendê-la altamente relacionada com a sociedade, em um viés democrático, envolvendo a população em tomadas de decisões acerca das CTS.

Na década de 1990, foram formuladas as propostas de aumentar as recorrências de princípios fundamentais para a educação para organização dos sistemas de educação no Brasil, para isso, iniciaram-se as formulações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e a sua proposta foi amplamente divulgada no ano de 1996 (Lacerda; Abílio, 2017). Embora a LDB ainda buscasse apresentar a exacerbada necessidade do ensino de qualidade, esse sistema de educação exibiu características neoliberais que eram implícitas as suas normas, na quais os princípios não atendiam a um ensino de qualidade e as necessidades (Bollmann; Aguiar, 2016). Neste viés, Saviani (2011) ressalta que a educação formal é o fator crucial para que aconteça a inclusão social da população, pois ocorre neste processo, o enfrentamento de variadas problemáticas sociais, como o caso dos desempregos, saúde e a segurança.

Os autores Nascimento, Fernandes e Mendonça (2010) defendem que, a partir da implementação da LDB e da elaboração dos PCNs para o Ensino Fundamental e Médio que as instituições de ensino devem promover uma formação ampla para os alunos, incentivando-os a desenvolver habilidades científicas e análise crítica, em vez

de se concentrarem apenas na memorização. Em suma, o objetivo é proporcionar uma formação que enfatize a aquisição de conhecimentos fundamentais, a preparação científica e a capacidade de utilizar diversas tecnologias. O autor ressalta que, para implementar essa abordagem curricular, é crucial que os professores recebam uma formação inicial e continuada que rompa com a tradicional separação e falta de contexto no ensino. Dessa forma, especialmente no ensino de Ciências, os professores podem ir além do conteúdo conceitual, ajudando os alunos a desenvolverem habilidades cognitivas e sociais.

E após as formulações dos PCNs em 1998, foram estabelecidas as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), implementadas durante o governo de Fernando Henrique Cardoso, representando uma reforma política com uma clara inclinação neoliberal, influenciada por organizações multilaterais, visando uma reorganização curricular coerente com ideário presente na Lei nº 9.394/96.

Não é do interesse desta pesquisa a discussão acerca das repercussões de referidos documentos e sua relação com os profissionais da educação, mas vale ressaltar que uma parcela destes profissionais considerou este documento como impositivo e homogeneizador. E, quanto ao Ensino de Biologia, os PCN, contemplados com o DCNEM, se destaca a explícita intencionalidade de orientação e desenvolvimento dos currículos considerando as transformações econômicas e tecnológicas, decorrente das interdependências entre as nações.

Moehlecke (2012) argumenta que essas diretrizes apresentavam um discurso enfatizando a educação para a vida, a capacidade de pensar e agir, propondo um Ensino Médio unificado e com um currículo flexível, que promovesse um aprendizado contextualizado e interdisciplinar, baseado em competências e habilidades. Além da interdisciplinaridade e da contextualização, as diretrizes também enfatizavam os princípios pedagógicos da identidade, diversidade e autonomia como fundamentais para a estruturação dos currículos.

Dada a marcante orientação neoliberal, as DCNEM de 1998 foram alvo de diversas críticas em relação aos seus objetivos e princípios educacionais (Pereira; Santos, 2008). Entre elas, destaca-se a suposta subordinação da educação ao mercado, que sugere a adoção de um currículo mais flexível, e a distinção entre formação geral e formação para o trabalho (Bonfim; Nascimento; Moraes, 2010). Segundo Moehlecke (2012), no discurso da competência, a formação é centrada no saber fazer, valorizando o desempenho e a eficiência, o que acaba por reduzir a

educação a uma mera resposta às demandas do mercado, em que o que realmente importa são os resultados. Consequente a essas ocorrências, o Ensino de Biologia sofre alterações em seu viés, uma vez que neste período, há uma predominância de discursos inovadores e atrativos, dando enfoque ao uso de laboratórios.

Visando atualizar os fundamentos educacionais da Educação Básica, em julho de 2010, o Ministério da Educação (MEC), através do Conselho Nacional de Educação, estabelece as novas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (Parecer CNE/CEB n.7/2010 e resolução CNE/CEB n.4/2010) (Brasil, 2010). Em maio de 2011, é aprovado o parecer que define as novas diretrizes curriculares para o Ensino Médio (Parecer CNE/CEB n.5.2011), documento que serviria de guia para a organização curricular no Brasil (Moehlecke, 2012). Em 2012, a Resolução n.2 de 30 de janeiro de 2012, estabelece as novas Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio (DCNEM).

Para o ensino das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, como Biologia, Física e Química, estes documentos associam discursos interdisciplinares no processo de ensino, ressaltando as articulações dos componentes curriculares em conteúdos diversos (Otto; Caime; Silva, 2014). Ademais, nota-se que estes documentos destacam perspectivas para o Ensino de Biologia em uma proposta de nortear os posicionamentos dos discentes frente as questões que permeiam a sociedade, possibilitando que o mesmo tenha uma visão crítica para tomar decisões e buscar soluções do cotidiano com o uso de conhecimentos aprendidos em sala de aula (Rocha; Magalhães, 2014). E, embora o componente curricular de Biologia esteja altamente atrelado com o cotidiano do discente, o seu Ensino sofre um distanciamento da realidade para os alunos (Ribas; Santos; Sturza, 2017). Ressaltando a necessidade de uma visão holística para proporcionar o aprendizado.

Em meio às discussões sobre o papel do Ensino Médio, que tem deixado de atender às necessidades dos alunos tanto em termos de formação cidadã quanto de preparação para o mercado de trabalho, os documentos oficiais que estabelecem as DCNEMs propõem alterações em sua estrutura e funcionamento para melhorar a qualidade desse nível educacional (Bonfim; Nascimento; Moraes, 2010). O Parecer CNE/CEB n.7/2010 justifica a necessidade de elaborar novas DCNEMs devido às novas demandas educacionais resultantes da rápida produção de conhecimento, do aumento do acesso à informação, do surgimento de novos meios de comunicação, das mudanças no mercado de trabalho e das transformações nos interesses dos

adolescentes e jovens, visto que são os principais influenciados dessa fase educacional (Ramos, 2011).

O Programa Ensino Médio Inovador (PROEMI), estabelecido pela Portaria nº. 971, de 09 de outubro de 2009, tinha como objetivo apoiar e fortalecer a implementação de propostas curriculares inovadoras nas escolas de Ensino Médio não profissionalizante, por meio de ações e atividades pedagógicas destinadas a aprimorar a qualidade do Ensino (Ferreira; Tartaglia; Bastos, 2021). Os projetos pedagógicos poderiam enfatizar a educação científica e humanística, melhorar a integração entre teoria e prática, promover o uso de novas tecnologias e desenvolver metodologias de Ensino criativas (Gemignani, 2013).

Dessa forma, o programa se revelou como um recurso fundamental para a reformulação do currículo nas escolas de Ensino Médio, visando a criação de um currículo mais flexível e dinâmico, que incorpore os conhecimentos de diversas áreas e a realidade dos estudantes (Ciavatta, 2014). O PROEMI está relacionado aos conteúdos estruturais, essenciais e específicos, divididos em oito macrocampos que se interligam. Assim, entre os componentes curriculares, destacam-se o acompanhamento pedagógico, a leitura e alfabetização, a introdução à Ciência e à pesquisa, os idiomas estrangeiros, o uso de mídias e a participação dos estudantes (Dantas, 2017). No componente curricular de Biologia, enxergou-se a possibilidade de integração com as Ciências da Natureza e suas Tecnologias e as possibilidades de interligações surgiram (Ferreira; Tartaglia; Bastos, 2021).

No âmbito do Plano Nacional de Educação (PNE), instituído pela Lei nº. 13.005 de 25 de junho de 2014, com um horizonte de dez anos (2014-2024), as estratégias das metas 2 e 3 incluem a implementação dos direitos e objetivos de aprendizagem e desenvolvimento que constituirão a Base Nacional Comum para o Ensino Fundamental e Médio, respectivamente. As diretrizes estabelecidas no Art. 2º do PNE abrangem a erradicação do analfabetismo, a universalização do acesso à escola, a superação das disparidades educacionais, a melhoria da qualidade do ensino e o reconhecimento da importância dos profissionais da educação (Brasil, 2013).

Com as reformas postuladas pelo Plano Nacional de Educação (PNE), instituído pela Lei nº. 13.005 de 25 de junho de 2014, com um horizonte de dez anos (2014-2024) há um comprometimento na formação geral dos alunos ao determinar que as escolas ofereçam um currículo mais enxuto, no qual apenas os componentes curriculares de Língua Portuguesa, Matemática e Língua Inglesa sejam obrigatórias,

enquanto o restante do currículo é composto por um dos cinco itinerários formativos: linguagens, matemática, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e formação técnica e profissional (Brasil, 2014).

No entanto, o chamado "novo Ensino Médio", conforme definido pelo Governo Federal, não garante que todas as escolas ofereçam todos os itinerários formativos, o que pode resultar na exclusão dos componentes curriculares como Biologia, Física, Química, Sociologia, Filosofia, Educação Física ou Arte em algumas escolas. A proposta para o Ensino Médio menciona a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) sem levar em conta seus princípios, mesmo que ela ainda não tenha sido oficialmente regulamentada, gerando incerteza sobre o futuro do currículo escolar para esse nível de ensino. Novamente, observamos que essa abordagem impositiva, com uma lógica tecnicista, restringe o acesso dos jovens ao conhecimento organizado de forma sistemática, impedindo uma formação que promova a compreensão crítica e consciente da realidade, bem como o pleno exercício da cidadania.

Neste contexto, nota-se um viés com alta instabilidade para o componente curricular de Biologia para os próximos anos, pois uma vez que a torna não obrigatória, fica evidente que estes conhecimentos são entendidos como um apêndice no desenvolvimento humano. No entanto, de acordo com Krasilchik (2004), o Ensino de Biologia promove maior compreensão do mundo natural, desenvolvimento de pensamento crítico, conscientização ambiental, estímulo aos interesses científicos, habilidades científicas e de manuseio de experimentos.

No ambiente escolar, o componente curricular de Biologia, assim como outros componentes científicos, costuma ser ensinada por meio da apresentação de fatos, teorias e descrições de fenômenos que os alunos devem simplesmente memorizar (Campanario; Moya, 1999). Isso, muitas vezes, impede que os alunos discutam os princípios por trás dos fenômenos e estabeleçam relações, o que resulta em um entendimento superficial dos mecanismos estudados (Moreira; Diniz, 2003). As aulas se limitam aos resultados da Ciência, o que pode gerar nos alunos uma forte aversão à matéria escolar (Wesendonk; Prado, 2015). Em contraposição ao ensino baseado em memorização, a experimentação tem se destacado cada vez mais na grade curricular das escolas, ou pelo menos tem sido considerado importante para o ensino (Lacerda; Abílio, 2017). Com o avanço do conhecimento, os objetivos que justificavam a realização das aulas de experimentação também evoluíram. Inicialmente, as aulas práticas eram uma forma de demonstrar e comprovar o que foi aprendido em sala de

aula. Posteriormente, o foco das aulas de experimentação passou a ser a ideia de "aprender fazendo" e, por fim, experimentar o processo de investigação científica (Krasilchik, 1987).

Atualmente, a prática da experimentação no ensino continua utilizando os mesmos objetivos dos currículos anteriores, associada à ideia de aplicar as atividades experimentais como uma possibilidade da exploração do novo e a incerteza de alcançar sucesso nos resultados. Esta prática também está associada à expectativa do convívio com fenômenos e ações (Marandino; Selles; Ferreira, 2009).

O panorama da educação no Brasil contém uma trajetória permeada por transformações contínuas em resposta às dificuldades inerentes no processo de ensino e aprendizagem, de modo a buscar estratégias por alternativas além do modelo tradicional de ensino, sendo caracterizado de maneira mecânica e focalizada na mera memorização (Laburú, 2003).

Mediante ao exposto, destaca-se que o Ensino de Biologia no Brasil é oriundo de uma complexa jornada marcada por modificações significativas, influenciadas por variados fatores sociais, políticos e culturais (Andrade; Abílio, 2018). Desde as ênfases positivistas e tecnicistas das décadas de 50 e 60, transitando por movimentos construtivistas e interacionistas da década de 80 até as abordagens interdisciplinares e contextualizadas propostas nas décadas de 90 e 2000 (Nascimento; Fernandes; Mendonça, 2010). Entretanto, ressalta-se que em cada período, houve suas contribuições próprias e desafios enfrentados. Atualmente, a implementação das reformulações do Ensino Médio propostas em 2017 e os programas de inovações pedagógicas são resultados de esforços para alinhar o Ensino de Biologia às diversas carências contemporâneas, visando uma formação mais crítica, reflexiva e integrada aos discentes (Ursi *et al.*, 2018).

Compreender a história do Ensino de Biologia é fundamental para compreendermos o papel da experimentação em sua aprendizagem, pois visto que os dados colhidos nessa seção serão fundamentais para relacionar os diversos períodos com as contribuições na experimentação. Assim, concluímos essa seção destacando que a evolução do Ensino de Biologia no Brasil foi necessária para que houvesse práticas experimentais com mais recorrência no ensino.

#### 2.4 A EXPERIMENTAÇÃO E APRENDIZAGEM EM BIOLOGIA

O texto a seguir busca discutir a interseção entre a proposta da experimentação e a aprendizagem no contexto do Ensino de Biologia. Assim, analisaremos a dinâmica entre estes dois tópicos fundamentais, de modo a examinar como a experimentação influencia no processo de aprendizagem e a partir de uma observação detalhada, realizaremos, ao longo desta seção, uma exploração em estudos, teorias e práticas que apresentam a importância da experimentação como uma ferramenta importante para o desenvolvimento do pensamento crítico e científico dos alunos.

Para compreender o papel da experimentação no ensino de ciências, é necessário examinar sua aplicação e os objetivos associados a ela (Galiuzzi; Gonçalves, 2004). Também é crucial entender como os professores de ciências interpretam as atividades experimentais e práticas (Meloni, 2018).

A ideia de laboratório como um local para a produção do conhecimento surgiu após o estabelecimento da ciência moderna, fundamentando-se na concepção de experimentação de Bacon, como já discutimos. Como afirma Giordan (1999, p. 44), em termos epistemológicos,

A experimentação ocupou um papel essencial na consolidação das ciências naturais a partir do século XVII, na medida em que as leis formuladas deveriam passar pelo crivo das situações empíricas propostas, dentro de uma lógica sequencial de formulação de hipóteses e verificação de consistência.

Contudo, é essencial, em primeiro lugar, diferenciar essas duas modalidades de atividade:

[...] a Atividade Experimental e a Atividade Laboratorial são dimensões da Atividade Prática. Entretanto, consideramos que a Atividade Laboratorial é mais abrangente que uma Atividade Experimental, uma vez que nem todo trabalho de laboratório inclui experimentos (Wesendonk; Prado, 2015, p. 59).

Na educação superior, os laboratórios têm sido utilizados para introduzir a ideia de fazer ciência por meio de experimentos (Alves Filho, 2000b). As escolas de ensino médio adotaram essa abordagem, buscando desenvolver métodos experimentais para melhorar o ensino de Ciências (Dantas, 2017). A ideia era que os conceitos ensinados na teoria fossem aplicados e validados na prática.

Essa concepção foi predominante como concepção dominante da experimentação educativa até o final dos anos 1950 (Nascimento; Fernandes; Mendonça, 2010). Ao longo do século XX essa ideia não foi descartada, mas passou a coexistir com novas concepções sobre como a ciência poderia ser ensinada, já que estavam sendo debatidas no campo educacional. No entanto, acredita-se que essas

concepções foram impulsionadas após o lançamento do satélite artificial Sputnik I em 1957 pela União Soviética (Zanettini, 2022).

Naquele contexto, o planeta experimentava uma separação política entre o capitalismo, com os Estados Unidos como seu representante, e o socialismo, personificado pela União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (Ataide; Silva, 2011). Ao perceber sua derrota na competição espacial, a maior nação capitalista propôs medidas educacionais e científico-tecnológicas para reformular o ensino de Ciências. O intuito era educar os cidadãos com uma base sólida em ciências, visando impulsionar futuros empreendimento tecnológico. Alguns exemplos desses projetos, os quais se tornaram populares a partir dos anos 1960 na área da educação química, incluem o CHEMS (Chemical Education Material Study), o CBA (Chemical Bond Approach Project) e o Nuffield. A Inglaterra também desenvolveu projetos semelhantes, como o The Liberal Art of Science (Zanettini, 2022).

A experimentação também é crucial para o desenvolvimento de habilidades práticas. Ao realizar experimentos, os alunos têm a oportunidade de manipular equipamentos e materiais, realizar medições e observações, e interpretar e analisar dados. Essas habilidades são fundamentais não apenas para o estudo da Biologia, mas também para muitas carreiras científicas e técnicas (Zanettini, 2022).

Além disso, pode ajudar os alunos a desenvolverem habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas. Ao planejar e realizar experimentos, os alunos precisam formular hipóteses, projetar procedimentos experimentais para testá-las e interpretar os resultados para tirar conclusões. Essas são habilidades valiosas que podem ser aplicadas em muitos aspectos da vida (Ciavatta, 2014).

Ademais, pode-se tornar o aprendizado de Biologia mais interessante e envolvente para os alunos. Os experimentos podem trazer à vida conceitos abstratos e permitir que os alunos vejam a relevância do que estão aprendendo para o mundo real (Galiuzzi; Gonçalves, 2004).

A experimentação no Ensino de Biologia atua com influência no aprendizado dos alunos. A experimentação oferece uma aproximação prática dos conceitos que estão sendo aprendidos, permitindo que os alunos vejam na prática como a teoria funciona (Marandino; Selles; Ferreira, 2009). Além destes benefícios, a experimentação promove maior motivação dos alunos, auxiliam na proposição e teste de hipóteses, promovem a análise de dados e problemas, verificam o que foi

aprendido na teoria de forma prática, promovem habilidades manipulativas, estimulam a criatividade e desenvolvem a capacidade de trabalhar em grupo (Leite; Costa, 2023).

Dessa maneira, desenvolve-se a iniciativa pessoal e a tomada de decisões, além da detecção de possíveis erros conceituais dos alunos, e ainda, ajudam na compreensão das relações entre Ciências, Tecnologia e Sociedade (CTS) (Auler; Bazzo, 2001). Uma vez que, durante as aulas experimentais, os alunos demonstram-se mais atentos aos fenômenos ocorridos e ainda aprimoram a sua capacidade de observação, o que é fundamental para compreenderem as etapas da atividade proposta e melhorar sua concentração (Gemignani, 2013).

Com isso, a experimentação torna-se uma ferramenta essencial no Ensino de Biologia, pois permite aos alunos aprenderem de maneira prática e interativa. Afinal, através da experimentação, os alunos têm a oportunidade de aplicar conceitos teóricos em um contexto prático, o que pode ajudar a reforçar o aprendizado e a compreensão desses conceitos (Zanettini, 2022).

Por fim, conclui-se que a experimentação no Ensino de Biologia emerge como uma ferramenta de importância, visto que possibilita um aprendizado com maior dinamicidade, interatividade e aprofundamento, na prática. A sua realização não apenas facilita a compreensão de conceitos ao aplicá-los em contextos reais, mas também estimula habilidades e competências cruciais como o pensamento crítico, a resolução de problemas e a capacidade de analisar dados. Ao integrar a experimentação, nota-se uma formação de cidadãos aptos para solucionar desafios de contextos contemporâneos, visto que as interconexões entre ciência, tecnologia e sociedade são cada vez, mais evidentes. Assim, a experimentação é compreendida como um dos pilares para o Ensino de Biologia.

### 3 USO DO LIVRO DIDÁTICO NO ENSINO DE BIOLOGIA

Nesta seção, apresentaremos a utilização dos Livros Didáticos (LD) no Ensino de Biologia, denotando a evolução histórica e sua relação com as políticas públicas educacionais no Brasil. Daremos início com uma análise histórica dos LD, remontando a evolução desde o século XIX até os dias atuais. Destacam-se marcos importantes como a criação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e seus aspectos que influenciam as Políticas Públicas (PP), contextualizando suas trajetórias e características. E, ao final, esta seção apresenta uma reflexão acerca do uso do LD no processo de Ensino e Aprendizagem de Biologia, suas potencialidades e carências.

#### 3.1 HISTÓRIA DOS LIVROS DIDÁTICOS NO BRASIL

Segundo Freitag, Motta e Costa (1997), no Brasil, os LD não possuem uma história que se iniciou de forma independente de outros países. Sua história corresponde a uma sequência de decretos, leis e medidas governamentais que se sucedem desde 1930 (Cornejo; López Arriazu, 2009). O LD nacional é resultado da revolução de 1930, pois, com a desvalorização da nossa moeda e o aumento do preço dos manuais estrangeiros devido à crise econômica global, os manuais brasileiros puderam competir comercialmente com os estrangeiros que anteriormente eram mais caros (Ferreira; Seles, 2005).

Assim, a história dos livros didáticos de Biologia no Brasil pode ser rastreada até o século XIX, com a introdução da disciplina de História Natural nas escolas (Silva, 2023). A partir de então, a educação pública foi estabelecida com a instauração das aulas régias (Corrêa; Doro, 2023).

No século XX, os livros didáticos de Biologia começaram a se tornar mais especializados e focados em diferentes áreas da Biologia (Silva, 2023). Ao longo do século XX, os livros didáticos de Biologia passaram por várias mudanças para acompanhar os avanços na Ciência e na Pedagogia. Por exemplo, eles começaram a incluir mais ilustrações, resumos, sugestões de atividades práticas e textos de leituras complementares (Lopes; Platzer, 2013).

As mudanças nos livros didáticos de Biologia também foram influenciadas por mudanças na política educacional. Por exemplo, a Reforma de 1942 de Gustavo

Capanema introduziu uma inovação com relação ao currículo, enfatizando a formação geral do adolescente (Longhini, 2012).

Nesse sentido, os livros didáticos de Biologia evoluíram ao longo do tempo para refletir as mudanças na Ciência e na educação (Araújo, 2014). Eles se tornaram mais especializados, incorporaram novas metodologias pedagógicas e foram influenciados por políticas educacionais (Saviani, 2005).

No segundo artigo do Decreto-Lei nº 93, de 21 de dezembro de 1937, são especificadas as atribuições do Instituto Nacional do Livro:

Organizar e publicar a Enciclopédia Brasileira e o Dicionário da Língua Nacional, revendo-lhes as sucessivas edições; b) Editar toda sorte de obras raras ou preciosas, que sejam de grande interesse para a cultura nacional; c) Promover as medidas necessárias para aumentar, melhorar e baratear a edição de livros no país bem como para facilitar a importação de livros estrangeiros; d) Incentivar a organização e auxiliar a manutenção de bibliotecas públicas em todo o território nacional (Brasil, 1937, p. 1).

Com o intuito de definir as condições de produção, importação e uso do livro didático, foi promulgado o Decreto-Lei nº 1.006, de 30 de dezembro de 1938. No segundo artigo deste decreto, encontra-se a primeira definição do que deve ser entendido como livro didático no âmbito das políticas públicas:

Para os efeitos da presente lei, são considerados livros didáticos os compêndios as disciplinas livros de leitura de classe.  
§ 1º Compêndios são os livros que exponham, total ou parcialmente, a matéria das constantes dos programas escolares.  
§ 2º Livros de leitura de classe são os livros usados para leitura dos alunos em aula (Brasil, 1938, p. 1).

Höfling (2000, p. 162) explicita que “Por esse decreto foram estabelecidos impedimentos à autorização para edição de livros didáticos e exigências quanto à correção de informação e linguagem”.

Por meio desse mesmo decreto foi estabelecida a Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD), composta por sete membros especializados em metodologia das línguas, metodologia das Ciências e metodologia das técnicas, designados pelo Presidente da República (Soares; Rocha, 2005). Segundo Freitag, Motta e Costa (1987), em 1945, surgiram questionamentos sobre a legitimidade dessa comissão, levando o Ministro da Educação, dois anos depois, a solicitar um parecer jurídico sobre a legalidade da CNLD, que manteve os poderes. Em 1966, durante o regime militar, entre os vários acordos firmados entre o MEC e a Agência Norte-Americana para o

Desenvolvimento Internacional (USAID), um deles, com a participação do Sindicato Nacional de Editores de Livros (SNEL), possibilitou a criação da Comissão do Livro Técnico e do Livro Didático (COLTED) (Hallewell, 2005).

Conforme Ferreira e Selles (2005) afirmam, o surgimento desse acordo se deu em decorrência do lançamento do satélite artificial soviético Sputnik 159, em 1957, o que levou os Estados Unidos e a Inglaterra a reconhecerem suas desvantagens tecnológicas, em parte, como resultado de uma educação carente em Ciências. Isso os motivou a estabelecer centros e comissões para a produção de materiais educacionais e para financiar iniciativas em países da América Latina. De acordo com as autoras, a elaboração de conjuntos de livros didáticos para o que atualmente chamamos de Ensino Médio surgiu da colaboração entre cientistas, educadores e professores nesses centros e comissões.

Foi garantida, assim, a partir deste acordo, a distribuição sem custos de 51 milhões de exemplares, ao longo de três anos consecutivos, com o propósito de gerenciar as atividades relacionadas à elaboração, publicação e entrega do material didático (Batista, 2020; Freitag; Motta; Costa, 1987).

Conforme Ferreira e Selles (2005), a USAID respaldou a publicação da série de manuais didáticos elaborada pela equipe do "Biological Sciences Curriculum Study" (BSCS), que foi traduzida e adaptada pelo Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC). É relevante mencionar que a inclusão da Teoria Celular no programa de estudos do Ensino Médio foi viabilizada pelos manuais didáticos da série BSCS, os quais são caracterizados pela abordagem empírica, conforme destacado por Ferreira e Selles (2005, p. 8): "os exercícios propostos e as leituras recomendadas privilegiam, em muitos casos, idéias evolutivas e aspectos de uma Ciência empírica, objetiva e exata – baseada em fatos e provas [...]".

Por meio de uma pesquisa sobre as interações recíprocas entre as Ciências biológicas e a componente curricular de Biologia, destacadas na edição azul do BSCS, Ferreira e Selles (2005) argumentam que não somente as Ciências Biológicas tiveram impacto na disciplina escolar Biologia, mas também que esta última foi capaz de colaborar para superar uma perspectiva fragmentada das primeiras.

Segundo Höfling (2000), a Fundação Nacional de Material Escolar (FENAME), fundada em outubro de 1967 pela Lei nº 5.327, de 2 de outubro de 1967, foi responsável pela produção e distribuição do material didático para as escolas. Como a FENAME não dispunha de recursos financeiros suficientes para essa tarefa, em

1970, o Ministério da Educação implementou um sistema de coedição com as editoras nacionais para a publicação das obras, utilizando recursos do INL, conforme a Portaria Ministerial nº 35 de 11 de março de 1970 (Corrêa; Doro, 2023).

Batista (2020) destaca que em 1971 o INL iniciou a implementação do Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental (PLIDEF), assumindo as responsabilidades administrativas e de gestão dos recursos financeiros, anteriormente a cargo da COLTED. De acordo com o autor, com o término do acordo MEC/USAID, tornou-se necessário estabelecer um sistema de contribuição financeira por parte das unidades federativas para o Fundo do Livro Didático, como contrapartida estadual.

Conforme Höfling (2000), de 1972 a 1975, o INL assumiu a responsabilidade de fomentar e facilitar o Programa de Coedição de Obras Didáticas em colaboração com as editoras, por meio do Programa Especial de Coedição, conhecido como Programa do Livro Didático (PLID), que englobava os diversos níveis de Ensino: Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental (PLIDEF), Programa do Livro Didático para o Ensino Médio (PLIDEM), Programa do Livro Didático para o Ensino Superior (PLIDES) e Programa do Livro Didático para o Ensino Supletivo (PLIDESU).

Assim, o governo passa a adquirir os livros para distribuir às escolas a partir de 1976, uma prática que perdura até os dias atuais. Höfling (2000) adiciona que, com a reorganização da FENAME, a escolha dos títulos a serem coeditados passa a ser feita por especialistas da instituição, por meio de ferramentas de avaliação desenvolvidas internamente (Corrêa; Doro, 2023).

Nesse ponto, identificamos uma estrutura que se assemelha ao atual Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), no qual o governo também estabelece equipes de avaliação, financia a aquisição e distribui os livros didáticos. Freitag, Motta e Costa (1987) observam que em 1980 ocorre pela primeira vez a ligação explícita da política governamental do livro didático com a criança em situação de vulnerabilidade, com o lançamento das diretrizes do PLIDEF, seguidas pelo PLIDEM e PLIDESU.

Em relação à natureza assistencial das políticas públicas desde a criação da Fundação de Assistência ao Estudante (FAE), Freitag, Motta e Costa (1987, p. 11) destacam uma característica peculiar do livro didático brasileiro, o qual “adquire [...] uma função que não lhe é atribuída em outros países do mundo, sua destinatária quase exclusiva passa a ser a criança carente de recurso [...]”.

Um momento importante na história da interação do Estado com o livro didático brasileiro, conforme Batista (2020), foi marcado pelo Decreto-Lei nº 91.542, de 19 de agosto de 1985, que definiu e estabeleceu parte das características atuais do PNLD (Vieira, 2000). Segundo Höfling (2000), esse decreto substituiu o PLID pelo PNLD, visto que o objetivo era atender a todos os alunos do primeiro ao oitavo ano do Ensino Fundamental das escolas públicas federais, estaduais, territoriais, municipais e comunitárias do país.

Um ponto digno de nota neste período é que em 1995, o Ministério da Educação (MEC) submeteu ao Conselho Nacional de Secretários Estaduais de Educação (CONSED) uma sugestão de descentralização do planejamento e da implementação do PNLD, bem como de contribuição financeira por parte dos estados (Vieira, 2000). Apenas São Paulo e Minas Gerais, dos estados que aderiram à proposta, efetivamente adotaram o Programa de maneira descentralizada até o ano 2000 (Corrêa; Doro, 2023). Contudo, esses dois estados não estão inclusos no escopo da avaliação mencionada aqui.

A partir da Resolução/CD/FNDE nº 2, de 3 de abril de 2007, que modificou o cronograma de implementação do PNLEM (Paz, 2023), todas as regiões passaram a ser contempladas pelo Programa, e outros componentes curriculares foram gradualmente incluídos, com destaque para a Biologia, que teve sua primeira distribuição de livros em 2007, abrangendo todos os alunos de todas as regiões do país (Brasil, 2006).

Três anos depois, o Decreto nº 7.084, emitido em 27 de janeiro de 2010, estabeleceu as diretrizes para a avaliação, seleção, aquisição e distribuição dos materiais didáticos em toda a educação básica.

Assim, em sua edição mais recente - PNLD 2012 - o antigo PNLEM foi integrado ao Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), gerido pelo FNDE em colaboração com a Secretaria da Educação Básica (SEB/MEC) (Paz, 2023). A avaliação das obras foi realizada ao longo de 2010, resultando na publicação dos Guias de Livros Didáticos – PNLD 2012, que são utilizados como ferramenta de auxílio na seleção pelos professores, apresentando os critérios de avaliação e as análises das obras aprovadas (Brasil, 2011).

Essa breve revisão histórica das políticas públicas para o livro didático revela um aprimoramento das iniciativas governamentais para atender de maneira cada vez mais abrangente e sistemática os alunos da educação básica. A distribuição

generalizada dos livros os coloca como elementos de grande importância do Ensino em sala de aula, o que demanda grande responsabilidade por parte das editoras, dos avaliadores do Programa e dos professores, que têm a responsabilidade de escolher o livro a ser adotado pela escola por um período de três anos, até que seja substituído por meio de outro processo de seleção.

No contexto do componente curricular de Biologia, foram realizadas até o momento seis edições do Programa de Avaliação dos Livros Didáticos: PNLEM/2007, PNLEM/2009, PNLD/2012, PNLD/2015, PNLD/2018 e o mais recente PNLD/2021. Em consonância com um dos objetivos deste estudo, iremos analisar a perspectiva da experimentação nos livros aprovados pelo PNLD/2021.

### 3.2 LIVRO DIDÁTICO: CONCEITO

Segundo Richaudeau (1979, p. 51), o LD consiste em “um material impresso, estruturado, destinado a ser utilizado em processos tanto de aprendizagem quando de formação”. No entanto, ele reconhece a amplitude dessa definição e propõe uma divisão em dois grupos principais: aqueles com uma progressão sistemática e os de consulta e referência.

A identificação do conceito e das funções do LD são fundamentais para análises mais aprofundadas. No entanto, é importante considerar também o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) como parte integrante desse panorama, pois os livros distribuídos apresentam características gráfico-editoriais e pedagógicas que refletem o desenvolvimento do programa.

Choppin (1992) contribui para a compreensão dos materiais escolares ao categorizá-los de acordo com suas funções no processo de Ensino e Aprendizagem. Ele distingue os livros didáticos, paradidáticos, de referência e as edições escolares de clássicos. Particularmente, em relação aos materiais didáticos, Choppin (2004) identifica quatro principais funções associadas a eles. A primeira, denominada referencial, curricular ou programática, indica que esses materiais são, principalmente, utilizados como suporte para os conteúdos educacionais, pois são vistos como repositórios de conhecimento, técnicas ou habilidades consideradas essenciais para a formação dos alunos. A segunda, chamada instrumental, atribui aos materiais didáticos a função de aplicar diferentes conteúdos, por meio de exercícios, por exemplo. A terceira função, chamada ideológica e cultural, considera os materiais

didáticos como veículos essenciais para a disseminação da língua, cultura e valores das classes dominantes, bem como, um importante instrumento para a construção da identidade e soberania nacional. Por fim, Choppin apresenta a chamada função documental dos materiais didáticos, uma vez que podem fornecer documentos textuais ou icônicos que podem ajudar os estudantes a desenvolverem seu senso crítico.

A identificação do conceito e das funções do LD foram importantes para as análises que realizaremos, nesse sentido, trago algumas das funções do LD que foram identificadas nesta pesquisa no final do trabalho. Ainda, é importante entender o PNLD como Política Pública, pois os livros distribuídos apresentam marcas, tanto em relação à aspectos gráfico-editoriais, quanto à aspectos pedagógicos que são advindos do desenvolvimento do Programa em questão.

Choppin (1992) propõe uma abordagem diferente para categorizar os materiais escolares, destacando suas funções no processo de Ensino e Aprendizagem. Para ele, esses materiais englobam: a) manuais didáticos (textos elaborados com o intuito de auxiliar no Ensino de um componente curricular, apresentando um conjunto abrangente de conteúdos curriculares, organizados em unidades ou lições); b) obras complementares (textos adicionais que têm o propósito de resumir, reforçar ou ampliar conteúdos específicos de um componente); c) obras de consulta (tais como dicionários, atlas e gramáticas, utilizadas como suporte para os estudos); d) adaptações escolares de obras clássicas (textos que reúnem obras clássicas de forma integral ou em trechos, adaptadas para uso em sala de aula).

### 3.3 O PNLD COMO POLÍTICA PÚBLICA: TRAJETÓRIA HISTÓRICA E CARACTERÍSTICAS

No Brasil, a pesquisa sobre a análise de políticas públicas é um campo recente e enfrenta dificuldades na definição dos termos a serem utilizados (*polity*, *politics* e/ou *policy*) (Secchi; Coelho; Pires, 2020). Concordamos com Di Giovanni (2009) quando este argumenta que as políticas públicas vão além da simples intervenção do Estado em questões sociais problemáticas. Segundo ele, as políticas públicas representam uma forma contemporânea de exercício de poder nas sociedades modernas, caracterizando-se pela interação entre Estado e sociedade, sendo que é nessa interação que surgem as situações socialmente problemáticas. Existem diversas

abordagens para analisar as políticas públicas, como as redes de políticas, as arenas políticas e o ciclo de políticas (Frey, 2000).

Considerando que a perspectiva do ciclo de políticas enxerga o processo político como multifacetado e dialético, com uma articulação entre dimensões macro e micro, considero essa abordagem mais alinhada aos pressupostos teóricos (os quais foram expostos anteriormente). Por isso, destaco as contribuições de Stephen J. Ball *et al.* (2013)

Esses especialistas reconhecem o ciclo das políticas públicas como sendo formados pelos contextos de influência, de produção de texto e de prática (Dias; López, 2006). Esses contextos estão interligados e não seguem uma ordem temporal ou sequencial fixa, não sendo, portanto, etapas lineares. Cada um desses contextos abriga arenas, locais e grupos de interesse, e cada um deles inclui conflitos e confrontos (Mainardes; Stremel; Soares, 2018).

Mainardes (2006) caracteriza o contexto de influência como o estágio inicial da política pública, quando os primeiros discursos políticos surgem (sejam eles de origem nacional ou internacional). Neste cenário, grupos de interesse competem para influenciar a definição dos objetivos sociais da educação e do conceito de educação em si. Adicionalmente, certos conceitos ganham aceitação e constituem um discurso fundamental para a política. Surgem, também, espaços públicos (como comissões e grupos representativos) que podem exercer influência, pois neste contexto as redes sociais dentro e em torno de partidos políticos, do governo e do processo legislativo desempenham um papel mais significativo.

O outro contexto é a composição do documento político (Megid Neto; Fracalanza, 2003). Os documentos políticos simbolizam a política e estes não são, necessariamente, internamente consistentes e claros, apresentando, inclusive, divergências (Pinheiro; Echalar; Queiroz, 2021). As políticas são intervenções textuais e acarretam restrições materiais e possibilidades. As reações a esses documentos têm impactos que são experimentados dentro do terceiro contexto, o da aplicação prática (Rodrigues; Gramowski, 2014). Neste contexto, a política é passível de interpretação e reinterpretação, e é aqui que ela gera efeitos e resultados que podem resultar em mudanças e transformações significativas em relação à forma original, ou seja, as opiniões e crenças dos indivíduos têm repercussões para a implementação das políticas (Rosa, 2017).

Em uma pesquisa subsequente, Ball *et al.*, (2013) ampliou o ciclo de políticas incluindo outros dois contextos: o das consequências (impactos) e o da abordagem política. O primeiro focaliza questões de equidade, igualdade e liberdade individual, ou seja, o efeito das políticas públicas sobre as desigualdades existentes, seja de forma mais ampla ou específica. O segundo implica a identificação de um conjunto de ações sociais e políticas necessárias para lidar com as desigualdades geradas ou perpetuadas pela política analisada.

Considerando esses elementos, examinam-se aspectos ligados a uma Política Pública do Estado Brasileiro: o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). No que diz respeito aos Livros Didáticos, tanto a academia quanto os políticos reconhecem a relevância e os efeitos do uso desses no ambiente escolar (Peyneau *et al.*, 2022). Dessa forma, para compreender a história das interações do Estado com o livro, baseei-me, principalmente, na pesquisa conduzida por Freitag, Motta e Costa (1987).

Assim, podemos começar a abordagem a partir do ano de 1937, quando foi fundado o Instituto Nacional do Livro (INL) (Bittencourt, 2020). Em 1938, foi promulgado o decreto-lei 1.006 (de 30/12/1938), que definiu as condições para a produção, importação e uso do livro didático, além de estabelecer a criação da Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD) (Pinheiro; Echalar; Queiroz, 2021).

Durante o regime autoritário de 1964 a 1968, foram estabelecidos convênios entre o Ministério da Educação e a Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional (USAID), resultando na criação da Comissão do Livro Técnico e Didático (COLTED) (França; Sepulveda, 2023), que tinha como meta coordenar as iniciativas relacionadas à produção, edição e distribuição do Livro Didático. Durante essa época, houve uma preferência pela produção de livros consumíveis e autoinstrutivos (Souza; Ferreira e Silva, 2021).

No ano de 1967, surgiu a Fundação Nacional de Material Didático (FENAME) com o propósito fundamental de produzir e distribuir livros (Corrêa; Doro, 2023). Porém, devido à falta de estrutura administrativa e recursos financeiros para realizar essas tarefas, foi instituído, em 1970, um sistema de coedição com as editoras nacionais (Portaria Ministerial número 35/1970) (França; Sepulveda, 2023).

Em 1971 (a partir do decreto 68.728 de 08/06/71), surgiu o programa de coedição de obras didáticas conhecido como Programa do Livro Didático (PLID), desenvolvido pelo INL (vinculado ao Ministério da Educação), que passou a assumir as responsabilidades da COLTED, que foi extinta nesse mesmo ano (Rosa, 2017). O

PLID englobava iniciativas como: Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental (PLIDEF), Programa do Livro Didático para o Ensino Médio (PLIDEM), Programa do Livro Didático para o Ensino Superior (PLIDES) e Programa do Livro Didático para o Ensino Supletivo (PLIDESU) (Santos; Silva, 2020).

No ano de 1976, através de um decreto presidencial (decreto 77.107/76), a FENAME assumiu a gestão do PLID, fazendo com que o Estado passasse a ser o responsável por financiar esses livros (França; Sepulveda, 2023).

Em 1983, foi estabelecida (por meio da Lei 7.091) a Fundação de Auxílio ao Estudante (FAE), que começou a executar atividades anteriormente a cargo de outros órgãos (como a FENAME) (Corrêa; Doro, 2023) e passou a unificar diversos programas de assistência do governo, incluindo o Programa Nacional de Alimentação Escolar, o Programa do Livro Didático, iniciativas editoriais, material escolar, bolsas de estudo, entre outros (Rosa, 2017). A partir desse momento, a política do Livro Didático passou a estar ligada às políticas de assistência a estudantes carentes, que envolvem a implementação de medidas paliativas e não contribuem para as mudanças estruturais necessárias para construir uma sociedade mais justa e igualitária (Pinheiro; Echalar; Queiroz, 2021).

Em 1984, foi criado o Comitê de Assessores para a área didático-pedagógica, com o objetivo de apresentar à FAE as críticas feitas ao PLID pela comunidade acadêmica, porém sem alcançar muito sucesso, pois nunca tiveram a mesma influência das duas comissões anteriores (a CNLD e a COLTED) (Souza *et al.*, 2021).

A partir do decreto nº 91.542, de 1985, foram definidas a maioria das características atuais do Programa do Livro Didático (PNLD), incluindo: a) utilização de livros reutilizáveis; b) seleção do livro por um grupo de professores; c) distribuição gratuita nas escolas; e d) aquisição com financiamento do Governo Federal. É importante ressaltar que muitas vezes programas são apresentados como inovadores, mas, na verdade, são desenvolvidos com base em programas similares já existentes (Vieira, 2000). Essa é a situação do PNLD, que substituiu o PLID, como parte de uma estratégia política para agregar valor positivo a um governo, sem vincular sua imagem política ao governo anterior (autoritário) (Cassiano, 2016).

A partir dos anos 1990, iniciaram-se os debates acerca da qualidade dos LD, especialmente, com base nas diretrizes contidas em documentos do Banco Mundial e da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

(UNESCO) - relatório *Delors* (França; Sepulveda, 2023). Outro elemento crucial para essas reflexões foi a participação do Brasil na Conferência Mundial sobre Educação para Todos (em março de 1990), que desencadeou a elaboração do Plano Decenal de Educação (PDE), publicado em 1993 (Souza; Ferreira e Silva, 2021).

Este plano estabeleceu como prioridades para os LD: a) aprimorar sua qualidade; b) capacitar o professor de forma adequada para avaliá-los e selecioná-los; e c) melhorar a distribuição e as características da parte estrutural do programa, levando em consideração a durabilidade do material (Lacerda; Abílio, 2017). Adicionalmente, no mesmo ano, o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) assumiu a responsabilidade pela captação de recursos e pela gestão dos projetos educacionais do Governo, assegurando um fluxo regular para a compra e distribuição dos LD (Brasil, 2021; Paz, 2023). Com essa alteração, o PNLD foi expandido, pois a compra de livros passou a ser feita para todas as disciplinas e séries do Ensino Fundamental (Santos; Silva, 2020).

No ano de 1994, o Ministério da Educação convocou um grupo de especialistas em Educação para examinar os LD mais utilizados em 1991 (cobrindo todas as disciplinas do currículo) e para estabelecer critérios gerais para avaliar as próximas aquisições (França; Sepulveda, 2023). A partir de 1995, o Ministério implementou uma avaliação sistemática e contínua da estrutura pedagógica dos livros (Vieira, 2000). Após a conclusão do trabalho da equipe, os resultados foram divulgados por meio de relatórios técnicos enviados às editoras, anúncios na imprensa e produção/distribuição de um Guia de Livros Didáticos, em que todos os livros que alcançaram qualidades suficientes para recomendação foram apresentados aos professores (Lavoura; Alves; Santos Junior, 2020).

Baseando-se nesse guia, os professores puderam ter mais liberdade e flexibilidade na escolha dos LD, com a opção de adotar uma bibliografia não recomendada pelo MEC, desde que estivesse incluída no PNLD (Rodrigues; Gramowski, 2014). Além disso, em 1996, o PNLD adotou um formato cíclico e alternado a cada três anos, na qual o programa, ao longo de dois anos, atende separadamente uma das etapas do Ensino Fundamental (1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup> série e 5<sup>a</sup> a 8<sup>a</sup> série), e no terceiro ano realiza a reposição dos livros danificados ou não devolvidos e/ou a complementação destes (enviando remessas adicionais para as secretarias atenderem novas escolas e matrículas) (Peyneau *et al.*, 2022).

No ano de 1997, a condução executiva do Programa foi transferida

exclusivamente para o FNDE (obtenção de recursos e execução) (Paz, 2023). Além disso, nesse mesmo ano, surgiu o Programa Nacional de Bibliotecas Escolares (PNBE) (Lacerda; Abílio, 2017), visto que o objetivo era fomentar o acesso à cultura e estimular a leitura entre alunos e professores, por meio da distribuição de coleções de literatura, pesquisa e referência (Lavoura; Alves; Santos Junior, 2020). Esses programas, ao lado do PNLD, têm grande relevância, pois o domínio da escrita contribui de forma significativa para o desenvolvimento de competências e habilidades essenciais para a cidadania, tanto para professores quanto para alunos.

Em 2009, foi adotado, na seleção dos LD, o mesmo Guia que foi usado no PNLEM 2007 para as áreas de Português, Matemática, Biologia, Física e Geografia (Rodrigues; Gramowski, 2014). Já em 2012, o PNLD passou a incluir as atividades do PNLEM, fornecendo materiais didáticos para as áreas já contempladas pelo programa, bem como para os componentes curriculares de Língua Estrangeira Moderna (Inglês e Espanhol), Sociologia e Filosofia (Lavoura; Alves; Santos Junior, 2020). Para além disto, nos últimos anos, outras versões do programa foram criadas, tais como: PNLD Campo, PNLD Obras Complementares, PNLD Alfabetização na Idade Certa e PNLD Dicionários. A partir da publicação do decreto 7.084, de 27/01/2010, o PNLD passou a abranger toda a educação básica, assegurando uma distribuição regular dos materiais. Com isso, o ciclo trienal alternado foi modificado, não incluindo mais a etapa de reposição e complementação de obras (Lacerda; Abílio, 2017).

A entrega de livros didáticos (LD) para o Ensino Médio pelo PNLD aconteceu em 2015, marcando um novo capítulo na história do programa. A edição inovou ao apresentar um formato híbrido: livros impressos (tipo 1) e versões digitais com conteúdos multimídias (tipo 2). Essa iniciativa abre um leque de possibilidades para a educação brasileira, com o potencial de transformar a sala de aula em um ambiente de aprendizado mais dinâmico e engajador (Paz, 2023).

As características singulares dessa edição do PNLD exigem um olhar atento às suas implicações (Rosa, 2017). A variedade de formatos e os critérios específicos de avaliação dos materiais didáticos determinam uma reflexão profunda sobre o papel do programa na prática docente. Nesse quesito, é possível que surja uma cobrança, tanto institucional quanto dos próprios alunos e seus responsáveis, para a utilização desses recursos digitais.

O PNLD assume um papel crucial como instrumento mobilizador da prática docente. Através da oferta de materiais inovadores e da promoção de um debate construtivo sobre sua utilização, o programa pode impulsionar a busca por novas metodologias de Ensino (Peyneau *et al.*, 2022).

Ao analisarmos o Programa em sua totalidade, com foco nos mecanismos de centralização e descentralização, podemos observar vantagens e desvantagens em cada modelo (Divardin, 2017). A centralização, em tese, oferece maior racionalização na tomada de decisões sobre os livros didáticos, desde a seleção até o financiamento e distribuição. Essa lógica centralizada busca otimizar recursos humanos e materiais, além de agilizar o processo para que os livros cheguem às escolas no início do ano letivo (Cassiano, 2016).

No entanto, na prática, essas vantagens nem sempre se concretizam (Zambon; Terrazzan, 2013). Há relatos de ineficiências e lentidão no sistema, além de preocupações com a vulnerabilidade de órgãos centralizados à corrupção. Diante desses desafios, as reformas implementadas no Programa ao longo do tempo buscaram um equilíbrio entre os modelos centralizado e descentralizado (Gramowski; Delizoicov; Maestrelli, 2017).

Na prática, as ações centrais, como a definição de critérios de seleção e a negociação com editoras, são mantidas (Peyneau *et al.*, 2022). No entanto, abre-se espaço para a participação dos professores na escolha dos livros didáticos que serão utilizados em sala de aula (Lacerda; Abílio, 2017). Essa descentralização parcial visa incorporar o conhecimento e a experiência dos profissionais da educação na seleção dos materiais didáticos, buscando garantir que os livros atendam às necessidades específicas de cada realidade local (Cassiano, 2016).

É importante ressaltar que essa combinação de centralização e descentralização exige mecanismos eficazes de comunicação e colaboração entre os diferentes níveis hierárquicos (Lavoura; Alves; Santos Junior, 2020). O diálogo aberto e transparente entre os órgãos centrais, as escolas e os professores são fundamentais para garantir que o processo de escolha dos livros didáticos seja eficiente, democrática e atenda às reais demandas da comunidade escolar (Zambon; Terrazzan, 2013).

Também é relevante destacar a expansão que o Programa experimentou durante a administração de Luiz Inácio Lula da Silva. Para a transição entre os

governos de FHC e Lula (2002-2003), a Associação Brasileira dos Autores de Livros Educativos (ABRALE) e a Associação Brasileira de Editores de Livros (ABRELIVROS) redigiram um documento que refletiu os objetivos das duas entidades em relação à política estatal sobre o livro (Divardin, 2017). Não se pode determinar exatamente o impacto desse documento na gestão do governo Lula. Contudo, grande parte das 75 reivindicações explicitadas foram atendidas. As sugestões em questão não eram inéditas, pois já estavam presentes nos discursos provenientes das pesquisas na área de educação (Oliveira, 2016).

Destaca-se ainda que, com a evolução do Programa ocorreu o estabelecimento de uma estrutura geral para a execução do PNLD, composta por quatro fases distintas: 1) avaliação e recomendação de livros didáticos; 2) seleção de livros pelos professores das escolas de educação básica; 3) distribuição dos livros didáticos e recebimento nas escolas; 4) utilização dos livros pelos professores e alunos. Considerando que esse Programa é realizado em ciclos de três anos alternados, no primeiro ano ocorre a adesão das escolas ao PNLD e o lançamento do edital para a inscrição dos livros das editoras. No segundo ano, ocorre a avaliação técnica pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do Estado de São Paulo, assim como, a avaliação pedagógica dos livros inscritos por comissões específicas da Secretaria de Educação Básica do MEC. Os critérios de avaliação estão reunidos no Guia do Livro Didático, que é distribuído a todos os professores das escolas públicas do Brasil para auxiliar na escolha do material didático.

É possível observar que nas primeiras edições do PNLD para os livros de Biologia foram utilizados critérios relacionados a aspectos gerais, semelhantes aos adotados em outros componentes curriculares do PNLD, tais como: a) conformidade com normas legais e jurídicas; b) correção e adequação conceitual; c) coerência e relevância metodológicas; d) observância de princípios éticos. Isso significa que muitos dos critérios aplicados no PNLEM 2007 e 2009 poderiam ser aplicados a outros componentes curriculares, pois não destacam, de modo geral, as características específicas da Biologia como uma área de conhecimento independente. Esse padrão pode ter sido influenciado pela realização de edições anteriores do PNLD para outros componentes curriculares (Divardin, 2017).

Isso passou despercebido nas edições de 2012 e 2015, nas quais houve uma ênfase na análise do guia do educador e da sua relação com a obra como um todo.

Além disso, praticamente todos os critérios eliminatórios adotados têm uma certa especificidade em relação ao componente ensinado. Nesse sentido, posso afirmar que a mudança na comissão avaliadora do MEC influencia nos critérios de avaliação adotados (nas últimas duas edições, a comissão foi praticamente a mesma, mas diferente da comissão organizada para 2007/2009), e que o próprio amadurecimento do campo de pesquisa em Educação Comparada pode estar relacionado ao que foi observado (Paz, 2023).

Retornando à explicação das etapas do PNLD, após a seleção, a equipe gestora das escolas formaliza a solicitação (opção 1 e 2) através do preenchimento e envio de um formulário (online) ao FNDE (Rosa, 2017). Para concluir as atividades deste segundo ano, são realizadas negociações entre o FNDE e as editoras para que a produção dos livros comece garantindo que no ano seguinte os LDs já estejam disponíveis nas escolas (Peyneau *et al.*, 2022).

Na segunda etapa, acontece a seleção das obras didáticas pelas instituições de Ensino (Oliveira, 2016). Durante essa etapa, os educadores avaliam e selecionam em conjunto, com base em materiais diversos como o Manual, duas alternativas de coleções que poderão ser adotadas na escola no ano seguinte. Após a seleção, as listas elaboradas são enviadas ao MEC por um representante da escola que possui acesso à senha, para que as obras selecionadas sejam posteriormente recebidas (Santos; Silva, 2020).

Na terceira etapa, é feito o envio das obras didáticas selecionadas pelos educadores para as escolas. Essas obras devem chegar antes do início do ano letivo e na quantidade adequada, para isso, são utilizados dados do censo escolar. É importante ressaltar que, apenas em casos excepcionais, serão enviadas para as escolas coleções que não tenham sido escolhidas, resultado de acordos entre os órgãos responsáveis pela compra e venda, visando garantir a descentralização do Programa, ou seja, a participação dos professores das escolas de educação básica (Zambon; Terrazzan, 2013).

Considerando informações sobre a produção e comercialização do ramo editorial brasileiro, obtidas através de estudos anuais realizados pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE) em colaboração com a Câmara Brasileira do Livro (CBL) e o Sindicato Nacional dos Editores de Livros (SNEL) ao longo da última década, bem como o estudo de Fonseca (2022), observa-se um crescimento significativo no setor, impulsionado pelo aumento das compras de livros pelo Governo,

especialmente, durante a gestão Lula.

Em geral, as solicitações de livros pelo Estado são caracterizadas por um grande volume, evitando o acúmulo de estoque nas prateleiras (pois o número de livros a serem produzidos é conhecido), e têm um único prazo de pagamento para toda a tiragem. Isso significa que as editoras não precisam esperar a venda mensal dos livros para esgotar uma edição específica. Dessa forma, os programas atuais de aquisição de livros mantêm o mercado editorial ativo, proporcionando às editoras uma margem financeira para investir na criação, seleção, produção e distribuição das coleções (Rodrigues; Gramowski, 2014).

Complementando, as grandes quantidades de compras do governo contribuem para a eficiência da produção, otimizando o uso dos recursos produtivos e promovendo a especialização dos processos de fabricação (Fonseca, 2022). Essa interdependência entre as editoras e o Governo pode evidenciar aspectos desfavoráveis, caso não haja uma avaliação crítica das relações estabelecidas, no sentido de evitar que o setor público subsidie o privado (contrariando a noção de que o dinheiro público deve ser investido no próprio âmbito público). E, no componente curricular de Biologia, este uso é indispensável, visto que fazem uso extensivo de imagens e diagramas para facilitar a aprendizagem dos alunos. As imagens são ferramentas potenciais para uma aprendizagem significativa no contexto do Ensino de Biologia (Souza *et al.*, 2021).

Nesse sentido, a utilização de imagens nos livros didáticos pode colaborar para o desenvolvimento dos conteúdos propostos, especialmente na área de Biologia. As imagens têm sido amplamente utilizadas para facilitar a aprendizagem de conceitos em sala de aula (Almeida; Guimarães, 2017).

Enquanto os diagramas são uma forma comum de imagem usada nos livros didáticos. Eles podem ser divididos em duas categorias principais: diagramas de processo e diagramas de estrutura (Melo; Kupske; Hermel, 2014). Os diagramas de processo representam sequências ou ciclos, como o ciclo do carbono ou o processo de mitose. Os diagramas de estrutura, por outro lado, representam a organização física de algo, como a estrutura de uma célula ou a anatomia de um animal (Fonseca, 2022).

As imagens e os diagramas podem ajudar os alunos a visualizarem conceitos que seriam difíceis de entender apenas através do texto. Eles podem tornar o conteúdo mais interessante e envolvente, o que pode aumentar a motivação dos

alunos para aprender (Souza; Ferreira e Silva, 2021). Além disso, as imagens podem ajudar os alunos a lembrarem informações, pois as pessoas geralmente lembram informações visuais melhor do que informações textuais (Rodrigues; Gramowski, 2014).

No entanto, é importante notar que o uso eficaz de imagens e diagramas requer habilidades específicas. Os alunos precisam aprender a interpretar imagens e diagramas corretamente, enquanto os professores precisam saber como usar efetivamente as imagens para apoiar a aprendizagem (Filatro, 2018).

Nesse viés, existem várias estratégias que podem ser usadas para melhorar a eficácia do uso de imagens e diagramas no Ensino de Biologia. Por exemplo, os professores podem usar quadros bancos virtuais para colaboração e compartilhamento (Tomio *et al.*, 2013). Eles também podem incentivar os alunos a demonstrarem visualmente o que aprenderam (Silva, 2020). Ademais, os docentes podem transmitir conceitos complexos com mídia digital (Macedo *et al.*, 2015) e usar mapas conceituais para impulsionar o pensamento crítico (Souza; Ferreira e Silva, 2021). Outra estratégia é compartilhar organizadores gráficos antes, durante e depois das aulas (Vinholi Júnior; Princival, 2014). Assim, é importante que os professores estejam cientes dos desafios associados ao uso desses recursos e empreguem estratégias eficazes para maximizar seu impacto (Castro; Cerqueira, 2024).

Ainda, com o avanço da tecnologia, podemos classificar os LD de duas maneiras: os digitais e os impressos. Ambos possuem vantagens e desvantagens, que devem ser abordadas com muito cuidado.

A escolha entre livros didáticos digitais e impressos depende de uma variedade de fatores, incluindo recursos tecnológicos disponíveis, preferências individuais e contexto educacional. Ambos os formatos possuem vantagens e desvantagens substanciais (Filatro, 2018). A acessibilidade e interatividade dos livros digitais são contrabalançadas pela dependência de tecnologia e pelos potenciais distrações. Os livros impressos são amplamente acessíveis e promovem a concentração, mas enfrentam desafios de custo e sustentabilidade (Souza; Moita; Carvalho, 2011).

Portanto, a decisão deve ser baseada na avaliação cuidadosa das necessidades dos alunos e dos objetivos de Ensino. Além disso, abordagens híbridas que combinam o melhor de ambos os mundos podem ser uma solução viável para maximizar os benefícios da tecnologia enquanto se mantém a acessibilidade e a qualidade da educação. O Ensino está em constante evolução, e a pesquisa contínua

é fundamental para informar decisões educacionais eficazes no cenário digital em constante mudança (Filatro; Bileski, 2017).

Já como produto comercial, o LD dificilmente pode apresentar propostas inovadoras que representariam um risco ao mercado. Isso, aliado às difíceis condições de trabalho dos docentes, faz com que eles prefiram os manuais que exigem menos esforço, nos quais se baseiam e que reforçam uma metodologia autoritária e um Ensino teórico (Krasilchik, 2004), o que pode influenciar a qualidade do LD e como ele é trabalhado em sala de aula, refletindo na formação dos alunos. Assim, o LD pode determinar conteúdos e condicionar estratégias de Ensino, decidindo o que e como ensinar (Lajolo, 1996).

Pesquisas mais recentes, como as de Choppin (2004), afirmam que o LD desempenha várias funções na escola, como referência, contendo o programa da disciplina ou uma interpretação dele; instrumento, apresentando a metodologia de Ensino, exercícios e atividades pertinentes à disciplina; ideológico e cultural, transmitindo a língua, a cultura e os valores das classes dominantes; e documentário, contendo documentos textuais e icônicos que podem desenvolver o espírito crítico dos alunos por meio de observação ou confrontação.

Com o passar dos anos, o LD passou por modificações em relação ao aluno com o mundo ao seu redor, como cultura e valores das classes sociais, e a preocupação em formar indivíduos capazes de pensar criticamente. É importante destacar que o LD complementa o trabalho do professor durante o processo de Ensino e Aprendizagem (Cornejo; López Arriazu, 2009).

Devido ao seu amplo uso, a qualidade do LD influencia diretamente a vida escolar dos estudantes. Sua utilização deve ser feita de maneira que possa oferecer um suporte efetivo, fornecendo informações corretas, apresentadas de forma adequada à realidade dos alunos. Mesmo que esses LD apresentem erros, cabe ao professor identificá-los e discuti-los com seus discentes, pois quando não são analisados, podem levar à formação de conceitos distorcidos (Nascimento; Fernandes; Mendonça, 2010).

Na área de Biologia, o LD tem sido considerado um poderoso estabilizador do Ensino teórico, técnico e fragmentado dessa Ciência, limitando a função do professor como planejador e executor do currículo (Marandino; Selles; Ferreira, 2009). No entanto, sua finalidade no Ensino não é ser um guia inflexível que o professor deve seguir página por página.

Com toda essa abordagem, podem surgir dúvidas sobre a eficácia dos livros didáticos. Afinal, os livros didáticos de Biologia são ferramentas essenciais no processo de Ensino. No entanto, a eficácia desses livros pode variar dependendo de vários fatores, incluindo a qualidade do conteúdo, a apresentação do material e a forma como o livro é usado pelo professor e pelos alunos (Filatro; Bileski, 2017).

Uma avaliação dos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio publicados no Brasil como parte do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM) revelou que, das 18 obras avaliadas, nove satisfizeram os critérios mínimos de qualidade para aprovação (Carvalho; Nunes Neto, El-Hani, 2011). As obras que não foram recomendadas para compra pelo MEC apresentaram problemas em todas as classes de critérios de avaliação (Souza; Ferreira e Silva, 2021). Todas as nove obras excluídas exibiram problemas relativos à correção e adequação conceituais, e à precisão da informação básica fornecida (Carvalho; Nunes Neto, El-Hani, 2011). As qualidades mais frequentes nas obras recomendadas diziam respeito à adequação metodológica e à construção do conhecimento (Cornejo; Arriazu, 2009).

Porém, a pesquisa concluiu que não havia evidências claras de que a frequência de escolha pelos professores do Ensino Médio refletisse a qualidade dos itens avaliados, conforme estabelecida pela equipe que analisou as obras (Souza; Ferreira e Silva, 2021). O que sugere que pode haver uma desconexão entre a qualidade percebida dos livros didáticos e sua eficácia real na sala de aula.

Em termos de áreas para melhoria, os livros didáticos de Biologia poderiam se beneficiar de uma maior ênfase na contextualização do conteúdo (Duré; Andrade; Abílio, 2018), de maneira que poderia envolver a ligação mais explícita dos conceitos biológicos com exemplos do mundo real ou questões contemporâneas relevantes. Além disso, os livros didáticos poderiam fazer um uso mais eficaz das imagens e diagramas para apoiar a aprendizagem visual (Zamberlan; Silva, 2012).

O futuro dos livros didáticos de Biologia é promissor e, provavelmente, será moldado por avanços tecnológicos e mudanças nas práticas pedagógicas (Ferreira, 2021). Os avanços tecnológicos estão permitindo que os livros didáticos se tornem cada vez mais interativos. Por exemplo, os livros didáticos digitais podem incluir vídeos, animações e simulações interativas para ajudar a explicar conceitos complexos (Randi, 2011). Além disso, os livros didáticos digitais podem ser atualizados facilmente para refletir novas descobertas científicas.

As mudanças nas práticas pedagógicas também estão influenciando o futuro dos livros didáticos de Biologia. Por exemplo, há uma crescente ênfase na aprendizagem baseada em projetos e na aprendizagem centrada no aluno (Bender, 2015). Essa ocorrência pode levar a uma mudança na estrutura dos livros didáticos, com menos foco na transmissão de informações e mais foco em atividades que promovam a descoberta e a exploração por parte dos alunos (Bacich; Holanda, 2020).

O futuro dos LD é influenciado pelas políticas educacionais. No Brasil, por exemplo, o Ministério da Educação está planejando novos livros didáticos de acordo com a BNCC. Nesse sentido, os futuros livros didáticos de Biologia precisarão estar alinhados com as competências e habilidades elencadas na BNCC. É provável que esse futuro seja caracterizado por maior interatividade, uma ênfase na aprendizagem centrada no aluno e um alinhamento mais estreito com as políticas educacionais. No entanto, também será importante garantir que esses livros continuem a fornecer informações precisas e atualizadas para apoiar a aprendizagem eficaz da Biologia.

## 4 METODOLOGIA

Nesta seção apresenta-se o percurso metodológico mediante os objetivos desta pesquisa. A pesquisa, caracterizada como qualitativa, utiliza a análise documental, com base nas concepções teóricas de Minayo (2001), Gomes (2007) e Severino (2007). Por fim, apresentamos como foram organizadas as categorias para a análise, destacando as formas de sistematização, elaboração e informações sobre cada uma.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O intuito deste estudo consiste em identificar e analisar as concepções epistemológicas de experimentação em atividades de Biologia nos Livros Didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no PNLD 2021. Para isso, destacamos que o presente estudo é caracterizado em uma pesquisa de natureza qualitativa, visto que, consoante aos objetivos estipulados, visamos a análise e interpretação dos dados, não priorizando a quantificação (Zanette, 2017).

A pesquisa qualitativa nos conceitos de Minayo (2001) responde a questões muito particulares, nas ciências sociais, preocupa-se com um nível de realidade que não pode ser quantificado. Dessa maneira, trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes (Paiva; Oliveira; Helleheim, 2021). Por meio dessa abordagem de pesquisa, há o envolvimento direto do pesquisador com o seu objeto de estudo, de modo a dedicar sua observação não somente aos resultados obtidos, mas com todas as etapas do processo investigativo (Moreira; Menegat, 2022). Com isso, há uma preocupação com o modo que a pesquisa é conduzida, pois se deve considerar todas as interações que ocorrem ao longo da pesquisa (Lakatos; Marconi, 2004).

Além disso, Minayo (1992) chama a atenção para três obstáculos para uma análise eficiente. O primeiro obstáculo se refere às ilusões do pesquisador em enxergar as conclusões. Isso é, inicialmente, o pesquisador tem a ilusão que a análise de dados sucederá de uma transparência nítida as suas observações, isso ocorre com maior recorrência quando os pesquisadores possuem familiaridade com o contexto a ser pesquisado. Esse obstáculo pode resultar em uma simplificação dos dados, conduzindo a conclusões de maneira superficial ou equivocadas. O segundo

obstáculo consiste no envolvimento assíduo do pesquisador com os métodos, de modo que se envolvem tanto com o procedimento metodológico a ponto de esquecer os significados iniciais em seus dados. O terceiro obstáculo consiste no distanciamento entre a fundamentação teórica e a articulação com a prática da pesquisa para a proposição das conclusões. Compreende-se que esses obstáculos podem ser ultrapassados, uma vez que, tenham uma fundamentação teórica rica em informações e maior experiência por parte do pesquisador.

Essa pesquisa, além de um caráter qualitativo, se pauta em duas metodologias utilizadas para a realização das análises. Nos apoiaremos em Minayo (2001) e Gomes (2007) para uma análise de conteúdo e em Severino (2007) para a realização de uma análise documental.

Vale-se ainda da pesquisa documental, visto que, de acordo com Severino (2007), essa metodologia consiste na investigação em fontes primárias, nas quais podem ser revistas, documentos em geral e jornais. Ademais, segundo Flick (2009, p. 232-233), deve-se tomar atenção ao considerar os documentos como meios de comunicações, em que afirma:

O pesquisador deverá também perguntar-se acerca de: quem produziu esse documento, com que objetivo e para quem? Quais eram as intenções pessoais ou institucionais com a produção e o provimento desse documento ou dessa espécie de documento? Os documentos não são, portanto, apenas simples dados que se pode usar como recurso para a pesquisa. Uma vez que comece a utilizá-los para a pesquisa, ao mesmo tempo o pesquisador deve sempre focalizar esses documentos enquanto um tópico de pesquisa: quais são suas características, em que condições específicas foram produzidas, e assim por diante.

Nesse estudo, as fontes documentais são classificadas como transmissoras de discursos. A análise dos LD, refletem em suas atividades, as concepções dos autores sobre aquela temática, apresentados de maneira discursiva. Assim, o uso da pesquisa documental foi utilizado para analisar os LD da Editora FTD, Moderna, Scipione e SM Ltda.

#### 4.2 CORPUS DE ANÁLISE

Para a realização da nossa pesquisa, analisamos 42 LD do Ensino Médio baseado em critérios rigorosos. Incluindo as editoras FTD, Moderna, Scipione e SM Ltda. A seleção foi baseada nos seguintes critérios de inclusão:

- 1- Aprovação no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Este programa confere a uma referência na seleção de LD no Brasil. Deste modo, compreendemos que é importante analisarmos as coleções que tenham sido aprovadas pelo programa. Com isso, selecionamos as sete coleções aprovadas na avaliação do PNLD de 2021.
- 2- LD da área da Ciências da Natureza: Essa categoria apresenta conteúdos que abordam as disciplinas de Biologia, Física e Química, promovendo um viés abrangente sobre as Ciências Naturais. Contudo, reforçamos que a análise foi somente das atividades de experimentação relacionadas aos conteúdos de Biologia. Essa seleção foi realizada, mediante a formação acadêmica do pesquisador.

Desse modo, analisamos todas as obras que contemplam a área da Biologia que foram avaliados pelo PNLD 2021. Com isso, foram analisadas ao todo, 42 obras, incluindo as editoras FTD, Moderna, Scipione e SM Ltda.

O processo de categorização dos LD foi realizado em letras alfabéticas, sendo essas, organizadas conforme quadro 2.

**Quadro 2 - Categorização Geral**

| <b>Categorização</b>   | <b>Dado</b>   | <b>Exemplo</b> |
|--|---|----------------|
| <b>Letra</b>   | Editora   | A              |
| <b>Letra + 1 (um) número</b>   | Coleção   | A1             |
| <b>Letra + 1 (um) número + Ponto + 1 (um) Número</b>                 | Volume  | A1.1           |
| <b>Letra + 1 (um) número + Ponto + 1 (um) número + 1 (um) número</b> | Sequência da Atividade identificada no Livro Didático | A1.1.1         |

Fonte: Autor (2024)

Dessa forma, categorizamos as editoras em letras que vão de A à D, dado exposto no Quadro 3.

**Quadro 3 - Categorização Editoras**

| <b>Categorização</b> | <b>Editora</b> |
|----------------------|----------------|
| <b>A</b>             | FTD            |
| <b>B</b>             | MODERNA        |
| <b>C</b>             | SCIPIONE       |
| <b>D</b>             | SM LTDA        |

Fonte: Autor (2024)

Destas, a editora FTD elaborou 1 (uma) coleção com seis (6) volumes aprovados pelo PNLD 2021. Os códigos desenvolvidos pelo pesquisador deste estudo, seguiu os critérios utilizados no Quadro 2 e Quadro 3. Além destas, analisamos as obras elaboradas pela Editora Moderna, essa editora conta-se com quatro (4) coleções, e em cada coleção, há seis (6) volumes, totalizando 16 livros. A editora Scipione produziu uma (1) coleção com seis (6) volumes, totalizando seis (6) LD. Por fim, os LD da editora SM LTDA contam com uma (1) coleção e com seis (6) volumes, totalizando seis (6) LD, conforme apresentado no quadro 4.

**Quadro 4 - Livros Didáticos analisados**

| <b>EDITORA FTD</b>       |                        |                                      |               |   |
|--------------------------|------------------------|--------------------------------------|---------------|---|
| <b>Código da Coleção</b> | <b>Código do Livro</b> | <b>Título da Obra</b>                | <b>Código</b> | <b>Autores</b>  |
| <b>0221P21203</b>        | 0221P21203133          | MATÉRIA, ENERGIA E VIDA              | A1.1          | Leandro Godoy, Rosana Maria Dell' Agnolo e Wolney C. Melo |
|                          | 0221P21203134          | MOVIMENTOS E EQUILÍBRIOS NA NATUREZA | A1.2          |   |
|                          | 0221P21203135          | ELETRICIDADE NA SOCIEDADE E NA VIDA  | A1.3          |   |
|                          | 0221P21203136          | ORIGENS                              | A1.4          |   |
|                          | 0221P21203138          | CIÊNCIA, TECNOLOGIA E CIDADANIA      | A1.5          |   |
|                          | 0221P21203139          | CIÊNCIA, SOCIEDADE E AMBIENTE        | A1.6          |   |
| <b>EDITORA MODERNA</b>   |                        |                                      |               |   |

| <b>Código da Coleção</b> | <b>Código do Livro</b> | <b>Título da Obra</b>   | <b>Código</b> | <b>Autores</b>   |
|--------------------------|------------------------|---|---------------|--|
| <b>0199P21203</b>        | 0199P21203133          | Conexões: Matéria e Energia                                   | B1.1          | Miguel Thompson, Eloci Peres Rios, Walter Spinelli, Hugo Reis, Blaidi Sant'Anna, Vera Lúcia Duarte de Novais, Murilo Tissoni Antunes |
|                          | 0199P21203134          | Conexões: Energia e Ambiente                                  | B1.2          |  |
|                          | 0199P21203135          | Conexões: Saúde e Tecnologia                                  | B1.3          |  |
|                          | 0199P21203136          | Conexões: Conservação e Transformação                         | B1.4          |  |
|                          | 0199P21203137          | Conexões: Terra e Equilíbrio                                  | B1.5          |  |
|                          | 0199P21203138          | Conexões: Universo, Materiais e Evolução                      | B1.6          |  |
| <b>0196P21203</b>        | 0196P21203133          | Diálogo: O Universo da Ciência e a Ciência do Universo        | B2.1          | Kelly Cristina dos Santos  |
|                          | 0196P21203134          | Diálogo: Vida na Terra, como é possível?                      | B2.2          |  |
|                          | 0196P21203135          | Diálogo: Terra: um Sistema Dinâmico de Matéria e Energia      | B2.3          |  |
|                          | 0196P21203136          | Diálogo: Energia e Sociedade: uma Reflexão Necessária         | B2.4          |  |
|                          | 0196P21203137          | Diálogo: Ser Humano: origem e funcionamento                   | B2.5          |  |
|                          | 0196P21203138          | Diálogo: Ser Humano e Meio Ambiente: Relações e Consequências | B2.6          |  |
| <b>0198P21203</b>        | 0198P21203133          | Moderna Plus: o Conhecimento Científico                       | B3.1          | José Amabis, Gilberto Martho, Nicolau Ferraro, Paulo Penteadó, Carlos Torres, Júlio  |
|                          | 0198P21203134          | Moderna Plus: Água e Vida                                     | B3.2          |  |
|                          | 0198P21203135          | Moderna Plus: Matéria e Energia                               | B3.3          |  |
|                          | 0198P21203136          | Moderna Plus: Humanidade e Ambiente                           | B3.4          |  |

|                          | 0198P21203137          | Moderna Plus: Ciência e Tecnologia   | B3.5          | Soares, Eduardo Canto, Laura Leite                              |
|--------------------------|------------------------|--|---------------|---|
|                          | 0198P21203138          | Moderna Plus: Universo e Evolução  | B3.6          |   |
| <b>0194P21203</b>        | 0194P21203133          | Ciências da Natureza Lopes & Rosso: Evolução e Universo  | B4.1          | Sônia Lopes, Sergio Rosso                                       |
|                          | 0194P21203134          | Ciências da Natureza Lopes & Rosso: Energia e Consumo Sustentável                                    | B4.2          |   |
|                          | 0194P21203135          | Ciências da Natureza Lopes & Rosso: Água, Agricultura e Uso da Terra                                 | B4.3          |   |
|                          | 0194P21203136          | Ciências da Natureza Lopes & Rosso: Poluição e Movimento   | B4.4          |   |
|                          | 0194P21203137          | Ciências da Natureza Lopes & Rosso: Corpo Humano e Vida Sustentável                                  | B4.5          |   |
|                          | 0194P21203138          | Ciências da Natureza Lopes & Rosso: Mundo Tecnológico e Ciências Aplicadas                           | B4.6          |   |
| <b>EDITORA SCIPIONE</b>  |                        |  |               |   |
| <b>Código da Coleção</b> | <b>Código do Livro</b> | <b>Título da Obra</b>  | <b>Código</b> | <b>Autores</b>  |
| <b>0181P21203</b>        | 0181P21203133IL        | Matéria, Energia e Vida: uma Abordagem Interdisciplinar: Origens: O Universo, A Terra E A Vida       | C1.1          | Eduardo Mortimer, Andréa Horta, Alfredo Mateus, Arjuna Panzera, |
|                          | 0181P21203134IL        | Matéria, Energia e Vida: uma Abordagem Interdisciplinar: Evolução, Biodiversidade e Sustentabilidade | C1.2          | Esdras Garcia, Marcos Pimenta, Danusa Munford,                  |

|                          | 0181P21203135IL        | Matéria, Energia e Vida: uma Abordagem Interdisciplinar: Materiais, Luz e Som: Modelos E Propriedades      | C1.3          | Luiz Franco, Santer Matos |
|--------------------------|------------------------|--|---------------|---------------------------|
|                          | 0181P21203136IL        | Matéria, Energia e Vida: uma Abordagem Interdisciplinar: Materiais e Energia: Transformações e Conservação | C1.4          |                           |
|                          | 0181P21203137IL        | Matéria, Energia e Vida: uma Abordagem Interdisciplinar: Desafios Contemporâneos da Juventude              | C1.5          |                           |
|                          | 0181P21203138IL        | Matéria, Energia e Vida: uma Abordagem Interdisciplinar: o Mundo Atual: Questões Socio científicas         | C1.6          |                           |
| <b>EDITORA SM LTDA</b>   |                        |  |               |                           |
| <b>Código da Coleção</b> | <b>Código do Livro</b> | <b>Título da Obra</b>  | <b>Código</b> | <b>Autores</b>            |
| <b>0201P21203</b>        | 0201P21203133          | Ser Protagonista: Composição e Estrutura dos Corpos  | D1.1          | Lia Monguilhott Bezerra   |
|                          | 0201P21203134          | Ser Protagonista: Matéria e Transformações   | D1.2          |                           |
|                          | 0201P21203135          | Ser Protagonista: Energia e Transformações   | D1.3          |                           |
|                          | 0201P21203136          | Ser Protagonista: Evolução, Tempo e Espaço   | D1.4          |                           |
|                          | 0201P21203137          | Ser Protagonista: Ambiente e Ser Humano  | D1.5          |                           |
|                          | 0201P21203138          |  | D1.6          |                           |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  | Ser Protagonista: Vida, Saúde e Genética |  |  |
|--|--|--|--|--|

Fonte: Autor (2024)

Com isso, temos as seguintes codificações dos LD abaixo, conforme apresentado no Quadro 5:

**Quadro 5 - Codificações dos Livros Didáticos**

| EDITORA  | CLASSIFICAÇÃO DA EDITORA | CLASSIFICAÇÃO DA COLEÇÃO | CLASSIFICAÇÃO DO VOLUME |      |
|----------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|------|
| FTD      | A                        | A1                       | A1.1                    |      |
|          |                          |                          | A1.2                    |      |
|          |                          |                          | A1.3                    |      |
|          |                          |                          | A1.4                    |      |
|          |                          |                          | A1.5                    |      |
|          |                          |                          | A1.6                    |      |
| MODERNA  | B                        | B1                       | B1.1                    |      |
|          |                          |                          | B1.2                    |      |
|          |                          |                          | B1.3                    |      |
|          |                          |                          | B1.4                    |      |
|          |                          |                          | B1.5                    |      |
|          |                          |                          | B1.6                    |      |
|          |                          | B2                       | B2.1                    |      |
|          |                          |                          | B2.2                    |      |
|          |                          |                          | B2.3                    |      |
|          |                          |                          | B2.4                    |      |
|          |                          |                          | B2.5                    |      |
|          |                          |                          | B2.6                    |      |
|          |                          | B3                       | B3.1                    |      |
|          |                          |                          | B3.2                    |      |
|          |                          |                          | B3.4                    |      |
|          |                          |                          | B3.5                    |      |
|          |                          |                          | B3.6                    |      |
|          |                          |                          | B4.1                    |      |
|          |                          | B4                       | B4.2                    |      |
|          |                          |                          | B4.3                    |      |
|          |                          |                          | B4.5                    |      |
|          |                          |                          | B4.6                    |      |
|          |                          |                          | C1                      | C1.1 |
|          |                          |                          |                         | C1.2 |
| C1.3     |                          |                          |                         |      |
| C1.4     |                          |                          |                         |      |
| SCIPIONE | C                        |                          |                         |      |

|         |   |    |      |
|---------|---|----|------|
|         |   |    | C1.5 |
|         |   |    | C1.6 |
| SM LTDA | D | D1 | D1.1 |
|         |   |    | D1.2 |
|         |   |    | D1.3 |
|         |   |    | D1.4 |

Fonte: Autor (2024)

Mediante ao exposto, o corpus de análise deste estudo apresenta uma diversidade de LD, na qual a análise se deu de maneira ampla para contemplar os documentos de variadas editoras reconhecidas e aprovadas pelo PNLD 2021. A escolha por LD aprovados reflete a relevância e atualidade dos documentos, na qual se alinha com as diretrizes curriculares vigentes no período em que análise foi realizada. Assim, compreende-se que essa seleção assegura a qualidade das obras que foram analisadas, destacando aos leitores, uma visão com abrangência sobre as experimentações presentes nos LD.

Ao incluir as editoras FTD, Moderna, Scipione e SM Ltda, visamos apresentar as diferenças metodológicas acerca da experimentação expressa nos LD de cada editora, destacando a recorrência de atividades observadas em cada uma delas.

#### 4.3 FUNDAMENTOS PARA ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram analisados mediante a técnica de Análise de Conteúdo, em que segundo Minayo (2001, p. 21) consiste na resolução de questionamentos particulares, isso é, “[...] com um nível de realidade que não pode ser quantificado”. Para Gomes (2007, p. 70) a análise de conteúdo confere as compreensões dos dados coletados, a confirmação ou não dos pressupostos da pesquisa “[...] e/ou responder às questões formuladas e ampliar o conhecimento sobre o assunto pesquisado, articulando-o ao contexto cultural da qual faz parte” [...].

O emprego da análise de conteúdo para Gomes (1994, p. 74-75) abrange uma diversidade de materiais que podem ser analisados, como:

[...] analisar obras de um romancista para identificar seu estilo e/ou para descrever a sua personalidade; analisar depoimentos de telespectadores que assistem a uma determinada emissora ou de leitores de um determinado jornal para determinar os efeitos dos meios de comunicação de massa;

analisar textos de livros didáticos para o desmascaramento de ideologia subjacente e analisar depoimentos de representantes de um grupo social no sentido de levantar o universo vocabular desse grupo.

Dado o exposto, somos partidários das ideias de Gomes (2007) e Minayo (2001) e com isso, utilizamos os conceitos de análise de conteúdo para fundamentar a nossa observação dos LD e os meios de organização e utilização dos dados.

Para Gomes (2007) a análise de conteúdo sucede a partir de categorias que devem ser elaboradas. Essas categorias abrangem elementos e aspectos com características similares ou que se inter-relacionam. Nesse sentido, a elaboração dessas categorias deve agrupar elementos, ideias ou expressões que permeiam o contexto de um conceito.

Cronologicamente, a análise de conteúdo deve abranger as seguintes etapas: Unidades de Contexto (1); Elaboração de Categorias (2); Unidades de Registros (3). A unidade de contexto retrata uma proposta mais ampla sobre o que os dados, ideias e/ou comunicação retratam. Essa unidade reflete o tema central do contexto da mensagem analisada e sua elaboração se pauta em um modelo de interpretação para garantir uma análise assertiva e significativa (Gomes, 2007).

A elaboração de categorias consiste na criação de grupos conceituais que organizam elementos e/ou aspectos com características comuns da unidade de contexto. Essas categorias atuam como uma estrutura para classificar e analisar os dados coletados, possibilitando a identificação de padrões, tendências e significados nos materiais analisados (Cardoso; Oliveira; Ghelli, 2021). As categorias, são decorrentes da fundamentação teórica e podem ser desenvolvidas *a posteriori* a análise de dados (Abad; Abad, 2022). No entanto, caso as categorias sejam desenvolvidas *a posteriori*, deve-se realizar o refinamento e ajuste ao longo do percurso da pesquisa. Além disso, as categorias podem ter um caráter amplo ou específico, o que vai destacar o seu foco é o objetivo da investigação (Batista; Oliveira; Camargo, 2021). Dessa forma, as unidades de registros podem ser palavras, temas, acontecimentos ou personagens.

Por fim, a unidade de registro consiste no menor elemento da análise de conteúdo e se destaca na transcrição exata da mensagem no material analisado. Costuma-se dizer que é a forma de comprovar a interpretação realizada, em que há a exposição de trechos específicos do material como palavras, frases, parágrafos ou temas (Souza; Santos, 2020). E a escolha das unidades de registros dependem dos

objetivos do estudo. Assim, as unidades de registros são determinadas com base na articulação dos dados com a fundamentação teórica (Marques, 2021). Dessa maneira, compreende-se como uma ferramenta fundamental na análise de conteúdo, pois exhibe, diretamente, o que foi categorizado e interpretado (Franco, 2020).

Além disso, como já mencionado, nos apoiaremos em preceitos de Minayo (2001) quanto a operacionalização da Análise de Conteúdo, em que seguem três etapas fundamentais, sendo essas:

A ordenação dos dados consiste na fase inicial da análise de dados, realizando um mapeamento geral de todos os dados coletados. Nessa etapa, há o envolvimento da organização e sistematização dos dados. Essas categorizações consistem nos dados brutos, na identificação dos padrões preliminares e as classificações iniciais de informações significativas. Em nosso estudo, essa ordenação dos dados conferem a identificação e organização das atividades de experimentação nos LD.

A classificação dos dados ocorre quando se adquire significados, visto que os dados não possuem significados, por si só. Essa etapa envolve as atribuições de significados por meio das interpretações teóricas realizadas pelo pesquisador. Dessa maneira, esses significados são originados a partir de questionamentos que são realizados sobre eles.

Análise final, momento em que o pesquisador estabelece as articulações entre os dados e os referenciais teóricos, visando a conclusão da pesquisa, e a síntese da classificação dos dados se dá pela identificação de padrões e na construção de argumentos que sustentam os resultados, por evidências empíricas. Entretanto, destaca que é fundamental responder aos questionamentos iniciais da pesquisa, pautados nos objetivos definidos.

Dado o exposto, destacamos que a compreensão das diferentes concepções das atividades pode revelar distintas visões, visto que o olhar do pesquisador pode influenciar na construção dos conhecimentos e nas práticas pedagógicas. Contudo, reforçamos que para a realização desta análise, predominou-se a utilização de fundamentação teórica pautada em Borges e Moraes (1998) e Hodson (1994). Desta maneira, visamos identificar não somente as concepções predominantes, mas busca, sobretudo, compreender como essas impactam no entendimento sobre a Experimentação na Ciência. A categorização das atividades foi validada por meio do grupo de pesquisa, no qual os autores fazem parte.

#### 4.4 CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DAS ATIVIDADES DE EXPERIMENTAÇÃO

Retomamos o conceito de experimentação, na qual foi de grande valia para a realização das análises e identificação de atividades. Como já dito anteriormente, somos partidários das propostas de Rosito (2003) que destaca a experimentação como um conceito polissêmico que envolve as diferentes experiências vivenciadas e no ensino que “significa um ensaio científico destinado à verificação de um fenômeno físico. Portanto, experimentar implica pôr à prova; ensaiar; testar algo” (Rosito, 2003, p. 196). Dessa maneira, compreendemos as atividades de experimentação como atividades que possuem características das Ciências, mas que tenham como o objetivo principal, servir como uma ferramenta para a compreensão de conceitos biológicos e desenvolvimento de habilidades.

Para a realização da escolha das atividades, levou-se em conta, somente, os LD aprovados pelo PNLD 2021 de Ciências da Natureza. Além disso, destacamos que os LD analisados, por se tratar das Ciências da Natureza, havia atividades relacionadas ao Ensino de Biologia, Química e Física. Uma vez identificada a atividade de experimentação, foi realizada a leitura da atividade, considerando os seus focos de estudos. Dessa forma, selecionamos somente as atividades que se referiam aos conteúdos de Biologia.

Ademais, destacamos que ao realizar a identificação das atividades, notamos que havia algumas delas que utilizavam termos como atividades práticas, oficinas científicas e investigação científica. No entanto, embora os LD exibam esses termos, incluímos como atividades de experimentação por apresentarem características coerentes ao conceito de experimentação utilizado neste estudo.

Mediante aos critérios estabelecidos, analisamos 42 LD, em que identificamos 16 atividades de experimentação que se relacionam ao componente curricular Biologia. Conforme o Quadro 6, as atividades de experimentação não se apresentaram em todos os volumes, logo, destacamos abaixo somente os volumes que traziam atividades de experimentação, exibindo as codificações de cada atividade selecionada.

**Quadro 6 - Atividades de Experimentação selecionadas**

| <b>Editora</b> | <b>Quantidade de Atividades Selecionadas</b> |
|----------------|--|
| FTD            | <b>03 Atividades</b>                         |
|                | A1.1.1                                       |
|                | A1.5.1                                       |
|                | A1.5.2                                       |
| Moderna        | <b>08 Atividades</b>                         |
|                | B1.1.1                                       |
|                | B1.3.1                                       |
|                | B2.3.1                                       |
|                | B2.6.1                                       |
|                | B3.2.1                                       |
|                | B3.2.2                                       |
|                | B3.3.1                                       |
| B3.3.2         |  |
| Scipione       | <b>01 Atividade</b>                          |
|                | C1.6.1                                       |
| SM Ltda        | <b>05 Atividades</b>                         |
|                | D1.5.1                                       |
|                | D1.5.2                                       |
|                | D1.5.3                                       |
|                | D1.6.1                                       |
| D1.6.2         |  |
| <b>TOTAL:</b>  | <b>16 Atividades</b>                         |

Fonte: Autor (2024)

A análise dos LD aprovados pelo PNLD 2021 possibilitou a identificação de um conjunto significativo de atividades de experimentação que, apesar de variar em quantidades por editoras, todas compartilham de características semelhantes.

A seguir, as atividades de experimentação foram identificadas e classificadas por tipo de concepção. Para a realização da análise dos LD, dividimos esse processo em etapas. Primeiramente, para uma análise assertiva e respaldada em fundamentação teórica, realizamos uma leitura criteriosa e minuciosa nos LD selecionados, visando a identificação das atividades explicitamente denominadas como experimentação, quanto as atividades que, embora não utilizassem essa denominação, apresentassem características similares. Desta maneira, compreendemos que a inclusão de critérios de escolha,

foi fundamental para garantir que todas as atividades de experimentação fossem consideradas.

## 5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

Nesta seção, abordam-se as etapas de análise e classificação das atividades de experimentação identificadas nos LD analisados. A análise foi realizada sob as concepções epistemológicas de experimentação propostas por Hodson (1994), que compreende as atividades de experimentação na concepção indutivista e construtivista e Borges e Moraes (1998), que classifica as atividades em quatro concepções, sendo essas: Demonstrativas, Empirista-Indutivista, Dedutivista-Racionalista e Construtivista.

Para a qualificação da análise, percorremos as propostas de Gomes (2007) que destaca etapas para a realização das análises, incluindo as unidades de contexto, as categorias formuladas e as unidades de registro. Seguindo esses passos, iniciamos com a elaboração das unidades de contexto, considerando essa unidade como a temática central do contexto da atividade analisada. Após definirmos as unidades de contexto, elaboramos as categorias para cada uma delas. Para elencar as categorias, nos apoiamos nas características que fundamentam cada concepção, destacando suas principais particularidades.

É fundamental salientar que as categorias utilizadas nesta pesquisa foram desenvolvidas de maneira autoral, tendo como princípios a análise detalhada e criteriosa dos textos presentes nos livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologia.

Destacamos que a criação das categorias não foi isenta de desafios, uma vez que algumas das atividades abarcam diferentes concepções epistemológicas que, frequentemente, se entrelaçam e apresentam sobreposições nos contextos pedagógicos. Dessa forma, a categorização autoral não visa somente classificar as atividades de experimentação com base em suas características epistemológicas, mas também realizar a discussão dos dados para contribuir para o avanço do conhecimento de experimentação no Ensino de Biologia.

Dessa maneira, temos que por meio dessas categorias, é possível realizarmos a análise das atividades de experimentação nos LD, classificando as atividades de experimentação consoante as concepções de Borges e Moraes (1998) e Hodson (1994).

### 5.1 ATIVIDADES DE CONCEPÇÃO DEMONSTRATIVA

As categorias desenvolvidas para as atividades de caráter demonstrativa, conforme destacadas no quadro 7, foram:

**Quadro 7 - Categorias da Concepção Demonstrativa**

| Categoria                 | Características   |
|---------------------------|---|
| Demonstração Direta       | O foco na demonstração direta é considerado alto na concepção demonstrativa, refletindo uma abordagem pedagógica que valoriza a apresentação clara e explícita de conceitos ou fenômenos aos alunos. Essa concepção se baseia na ideia de que, ao observar diretamente uma demonstração bem estruturada, os alunos podem compreender melhor e mais rapidamente o conteúdo apresentado. A demonstração direta é uma prática de Ensino que tem suas raízes em métodos tradicionais, de modo que a transferência de conhecimento ocorre de maneira linear e direta, do professor para o aluno. Neste contexto, o professor desempenha um papel central e ativo, enquanto o aluno assume uma posição mais receptiva, observando e assimilando a informação apresentada. Historicamente, essa abordagem pode ser ligada às práticas educativas anteriores à revolução científica, em que o Ensino era frequentemente baseado na autoridade do professor e nos textos clássicos (Lopes; Hermel; Leite, 2023). |
| Reprodutibilidade         | A reprodutibilidade na demonstração direta se refere à capacidade de repetir a demonstração em diferentes contextos ou com diferentes grupos de alunos, mantendo a clareza e a eficácia da apresentação. A abordagem direta tende a ser altamente reprodutível, desde que o professor siga um procedimento bem estabelecido e as condições de demonstração sejam consistentes. Isso garante que o mesmo conceito seja transmitido de maneira uniforme e compreensível em diversas situações (Coutinho; Teixeira, 2020).   |
| Centralidade no Professor | Na demonstração direta, o professor ocupa uma posição central e dominante. Ele é o responsável por apresentar o conteúdo, organizar a demonstração e guiar a compreensão dos alunos. A centralidade do professor é uma característica marcante dessa abordagem, refletindo um modelo em que a competência do educador é fundamental para a transmissão do conhecimento (Lopes; Hermel; Leite, 2023).  |
| Recepção de Informações   | A recepção de informações na abordagem de demonstração direta ocorre de forma passiva por parte dos alunos. Eles observam o professor e assimilam as informações apresentadas sem uma participação ativa na construção do conhecimento. A compreensão é facilitada pela clareza e estrutura da demonstração, que visa tornar o conceito mais acessível e imediatamente compreensível para o público (Milagres; Simões, 2024).   |

**Fonte:** Autor (2024)

Destacamos, que em nossa análise, não foi identificada nenhuma atividade com concepção demonstrativa.

## 5.2 ATIVIDADES DE CONCEPÇÃO EMPIRISTA-INDUTIVISTA

As categorias elencadas para a concepção Empirista-Indutivista, com base em suas características apoiadas na fundamentação teóricas, conforme se apresentam no quadro 8, foram:

**Quadro 8 - Categorias da Concepção Empirista-Indutivista**

| Categoria                           | Características  |
|-------------------------------------|--|
| Verificação Experimental            | Destaca uma abordagem em que há a valorização da observação empírica e a coleta de dados como base do conhecimento, a verificação experimental é fundamental para testar hipóteses e generalizações a partir de observações detalhadas e experimentos controlados, levando em conta as comprovações de teorias.  |
| Proposição de Hipóteses             | Visa a criação de suposição e previsões preliminares que vão orientar a pesquisa e os estudos sob a temática. Ademais, segundo Barros (2008, p. 308) essa antecipação “relaciona-se a um problema que está na base da formulação hipotética”, e as hipóteses são formuladas em bases empíricas.  |
| Proposição de Generalização         | São propostas que visam expressar uma ideia e/ou hipótese que pode ser aplicada de maneira ampla, com base em observações e experimentos.  |
| Proposição Ordenada de Experimentos | Desempenham um papel fundamental na Concepção Empirista-Indutivista, pois corrobora para a validação de conceitos para confirmação de hipóteses por meio de procedimentos rigorosos. Essa proposta destaca a importância dos experimentos por um meio rigoroso de testar e validar teorias (Guimarães, 2021).  |
| Ênfase na Observação                | É um elemento fundamental nessa concepção, refletindo a influência de Francis Bacon, que destacava a importância da observação empírica como a base sólida para o conhecimento científico. Nessa concepção, os alunos são incentivados a realizar observações detalhadas e sistemáticas dos fenômenos, visando uma compreensão mais profunda e precisa da realidade (Sodré, 2022). |

**Fonte:** Autor (2024)

Para a análise das atividades de experimentação presentes nos livros didáticos, adotou-se uma classificação visual com a utilização de cores para categorizar diferentes características e aspectos das atividades analisadas. Essa escolha metodológica sucedeu com o interesse em garantir maior clareza e organização na apresentação dos resultados da pesquisa.

As cores atribuídas foram determinadas com base em características comuns observadas durante a análise. É percebido esse padrão na Verificação Experimental, na qual se utilizou a cor Azul-claro. Nota-se que a mesma coloração foi utilizada em outras categorias, conforme a semelhança de características. A Proposição de Hipóteses foram destacadas na cor vermelho. Com isso, a utilização de cor vermelho é utilizada em todas as concepções que apresentaram a Proposição de Hipóteses. A Proposição de Generalização se exhibe na cor roxo e a utilização dessa cor se dá pela

semelhança de características com outras categorias. A Proposição Ordenada dos Planejamentos está indicada na cor laranja e encontra-se de maneira muito presente em todas as categorias, isto pois se relaciona com as etapas de realização da experimentação. No entanto, apesar das diferenças na nomenclatura, as categorias destacadas em laranja possuem propostas similares. Já a categoria "Ênfase na Observação", marcada em amarelo, foi identificada dessa forma por apresentar características em comum com categorias de distintas concepções. Destaca-se que todas as categorias foram sujeitadas a comparação de similaridades de características observadas entre as diferentes categorias. Entende-se que o uso de cores contribuiu para tornar os resultados da análise mais sistemática e acessível, possibilitando uma visualização clara das características das concepções.

A seguir, são apresentadas as atividades que fazem parte da concepção empirista-indutivista. Essas atividades foram organizadas de forma a ilustrar como essa concepção se manifesta e contribui para a estruturação do conhecimento.

Figura 1 - Atividade A1.1.1

MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD  
REPRODUÇÃO PROIBIDA

**Oficina científica**

### Extraindo o DNA de cebola


O estudo do DNA dos seres vivos é realizado há décadas, desde que técnicas para sua extração e análise foram desenvolvidas e aprimoradas. Muitas dessas técnicas exigem diversos equipamentos laboratoriais específicos. Mas, será possível extrair o DNA de certas células com poucos materiais e procedimentos simples?

» **Materiais**

- 1 cebola picada em pedaços pequenos;
- 1 colher de chá de sal de cozinha;
- 1 colher de sopa de detergente neutro;
- 150 ml de água filtrada a temperatura ambiente;
- 1 frasco de álcool 98° gelado (que havia sido mantido anteriormente no congelador por um dia);
- 2 copos de vidros transparentes identificados pelas letras A e B;
- 1 coador de café e 1 filtro de café;
- 1 panela com água aquecida a fogo baixo, para banho-maria;
- 1 recipiente plástico;
- Cubos de gelo;
- Papel filme.

» **Procedimentos**

- No copo A, adicione a água filtrada e misture, com cuidado, o detergente e o sal, de modo a não formar espuma. Adicione a cebola picada à mistura e cubra a abertura do copo com papel filme;
- Coloque o copo A no interior da panela com água aquecida a fogo baixo, mantendo-o em banho-maria por 20 minutos;
- Espere e o copo A esfriar por 5 minutos, remova o papel filme e filtre a mistura com auxílio do coador e do filtro de café. Armazene a solução filtrada no copo B.
- Mantenha apenas metade do volume do copo B com a solução filtrada e cubra a abertura do copo com papel filme.
- Adicione cubos de gelo no interior do recipiente plástico e coloque o copo B em seu interior. Mantenha-o no gelo por 5 minutos.
- Remova o papel filme e adicione o álcool gelado com cuidado, até que o volume do copo seja preenchido. Aguarde 10 minutos e observe os resultados.



**!** Cuidado ao cortar a cebola em pedaços pequenos e ao realizar o banho-maria. Peça a um adulto para fazer essas etapas.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor. Não escreva no livro

1. A partir dos resultados observados, responda ao questionamento inicial.
2. Qual a origem do DNA visualizado na atividade prática?
3. Por que o detergente foi utilizado na atividade prática? Se necessário, realize uma pesquisa para responder a essa pergunta.
4. Forme um grupo com seus colegas e elaborem dois questionamentos que devem ser respondidos pelos demais. Seus questionamentos devem ser referentes à atividade prática e/ou a seu assunto.

UNIDADE 2 • Genética e tecnologia 53

Verificação Experimental

Proposição Ordenada dos Planejamentos

Proposição de Hipóteses

Ênfase na Observação

Proposição de Generalização

Fonte: Autor (2024)

Figura 2 - Atividade A1.5.2

MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD  
REPRODUÇÃO PROIBIDA

**Oficina científica**

**Produtos do metabolismo**

A produção de pães envolve o uso de fermento biológico, um ingrediente que contém as leveduras, fungos microscópicos da espécie *Saccharomyces cerevisiae*. Quando misturadas com farinha e água, as leveduras do fermento biológico realizam fermentação alcoólica, processo que faz a massa do pão crescer. Um procedimento caseiro realizado para saber se a massa do pão cresceu o suficiente para entrar no forno é colocar um pequeno pedaço dessa massa em um copo com água. Após determinado tempo, a massa sobe na coluna de água, indicando que a massa está pronta para ir ao forno.

Forme um grupo com seus colegas, realize a atividade a seguir e, a partir de seus resultados, elabore uma hipótese que explique como esse fenômeno ocorre.

» Massa de pão em copo de água em dois momentos diferentes.



» **Materiais**

- 6 garrafas de água descartável de 500 mL de capacidade;
- 6 balões de borracha;
- 1 500 mL de água morna;
- 240 gramas de açúcar;
- 240 gramas de farinha de trigo;
- 360 gramas de fermento biológico;
- 4 funis (1 para água; 1 para farinha; 1 para o açúcar; 1 para o fermento biológico).

**Saiba mais**

**Dicas**

- ½ xícara é a medida aproximada de 120 gramas.
- Caso disponha de somente um funil, ele deve ser lavado e enxugado após cada utilização.

» **Procedimentos**

- Coloque os seguintes ingredientes em cada uma das garrafas:

| Ingrediente        | Garrafa 1 | Garrafa 2  | Garrafa 3  | Garrafa 4  | Garrafa 5  | Garrafa 6  |
|--------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Água               | 250 ml    | 250 ml     | 250 ml     | 250 ml     | 250 ml     | 250 ml     |
| Açúcar             | -         | 120 gramas | -          | -          | 120 gramas | -          |
| Farinha de trigo   | -         | -          | 120 gramas | -          | -          | 120 gramas |
| Fermento biológico | -         | -          | -          | 120 gramas | 120 gramas | 120 gramas |

- Encaixe os balões na boca de cada garrafa, aguarde 30 minutos, e anote os resultados.

*Não escreva no livro*

1. Quais foram os resultados obtidos? Explique-os com suas palavras.

2. Os resultados obtidos por você podem ajudar a explicar a situação descrita no início desta seção? Justifique.

*As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.*

114

- Verificação Experimental
- Proposição Ordenada dos Planejamentos
- Proposição de Hipóteses
- Ênfase na Observação
- Proposição de Generalização

Fonte: Autor (2024)

**Figura 3 - Atividade B3.3.2**

**Atividade prática**


Veja comentários sobre essa atividade no Suplemento do Professor.


**Testando hipóteses sobre a fermentação**


Forme um grupo de colegas e divida com eles a tarefa de obter os materiais necessários ao experimento.


| Material  | Procedimentos, observações e questões  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• fermento biológico (30 g de fermento biológico fresco ou 10 g de fermento biológico seco);</li> <li>• 6 garrafas plásticas vazias iguais, de água ou refrigerante (500 mL), com tampa;</li> <li>• 6 balões de borracha (bexigas);</li> <li>• tubos plásticos flexíveis (como os utilizados em bombas de aquário);</li> <li>• açúcar;</li> <li>• montagem para banho-maria;</li> <li>• gelo.</li> </ul> | <p>Dissolva o fermento biológico em 250 mL de água. Numere as garrafas de 1 a 6 e distribua quantidades iguais da solução de fermento nas garrafas 1 a 5. Na garrafa 6 coloque apenas água. Adicione uma colher de sopa de açúcar nas garrafas 2 a 6. Adapte uma bexiga à boca de cada uma das garrafas, prendendo-as bem. Deixe as garrafas 1, 2, 3 e 6 em temperatura ambiente; coloque a garrafa 4 em um banho de gelo e a garrafa 5 em banho-maria (entre 35 °C e 40 °C).</p> <p>Observe e anote o que ocorre com as bexigas nas horas seguintes e responda às questões a seguir.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Qual é o papel da garrafa 6 na montagem experimental?</li> <li>Quais garrafas permitem testar a hipótese de que a presença das leveduras é necessária para a produção de gás carbônico?</li> <li>Quais garrafas permitem testar a hipótese de que a presença de açúcar é necessária para a produção de gás carbônico?</li> <li>Quais garrafas permitem testar a hipótese de que a produção de gás carbônico é afetada pela temperatura? Converse com os colegas e o professor sobre os resultados, correlacionando-os à fermentação realizada pela levedura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>.</li> </ol> |


Atenção e cuidado ao manipular as garrafas em banho-maria.

 Verificação Experimental

 Proposição Ordenada dos Planejamentos

 Proposição de Hipóteses

 Ênfase na Observação

 Proposição de Generalização

Fonte: Autor (2024)

Figura 4 - Atividade B3.2.1

Veja comentários sobre essa atividade no Suplemento do Professor.

**Atividade prática**

### Estudando a germinação de sementes

Forme um grupo com alguns colegas e divida com eles a tarefa de obter os materiais necessários ao trabalho.

**Material**

- sementes de milho e de feijão;
- 4 placas de Petri ou pires de tamanho médio;
- algodão;
- água para regar;
- material para desenhar (papel e lápis de cor);
- 8 sementes de feijões grandes, como o feijão-branco ou o rajado, que serão utilizados no item 5 do procedimento;
- faca de ponta arredondada para cortar a casca dos feijões.
- papel-alumínio ou de outro tipo.

**Atenção:**  
Cuidado ao manusear a faca!

**Procedimento, observações e questões**

1. Coloque uma camada de algodão no fundo das placas ou pires e embeba-a com água, sem encharcar demais.
2. Coloque 6 sementes de feijão em cada um dos dois pires; faça o mesmo com o milho. Um pires com feijão e o outro com milho devem ser deixados em local bem iluminado e os outros dois, no escuro. O algodão tem que ser mantido sempre úmido para o sucesso da germinação.
3. Anote todas as mudanças observadas diariamente. Quando a germinação começar, observe-as duas vezes por dia. Anote, desenhe e fotografe tudo o que conseguir observar.  
Ao final da atividade, prepare um relatório com seus desenhos, fotos e observações escritas. Você pode dar ênfase ao texto, ilustrando-o com imagens, ou ao aspecto visual, criando infográficos que priorizem as imagens, utilizando informações escritas como legendas.
4. Ao observar e comparar sementes de feijão que germinaram no claro e no escuro é possível notar diferenças marcantes. Quais são elas? Pesquise e consulte seus professores sobre a resposta de estiolamento e avalie se ela se enquadra nos resultados experimentais. Por que a resposta do estiolamento de uma semente enterrada no solo, por exemplo, pode ser considerada adaptativa?
5. Devidamente protegido, execute um corte superficial na casca de alguns feijões, ao longo da borda, de modo a separar as duas metades; uma ficará com o embrião aderido e outra não. Aproveite para observar, de preferência com uma lupa, as partes do embrião e onde se insere a metade (folha cotilédona) separada. Coloque as metades com e sem embrião sobre o algodão umedecido, com a casca para baixo. Cubra metade dos cotilédones de cada tipo com algodão úmido e papel-alumínio ou de outro tipo, que seja à prova de luz; deixe metade dos cotilédones sem cobrir. Observe diariamente para constatar se ocorreram mudanças. Que hipóteses poderiam ser formuladas com base nesses procedimentos? O que seria esperado para cada grupo experimental, tendo em vista o papel do cotilédona na germinação e na fase inicial do desenvolvimento embrionário?

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Verificação Experimental

Proposição Ordenada dos Planejamentos


Proposição de Hipóteses

Ênfase na Observação

Proposição de Generalização


Fonte: Autor (2024)

Figura 5 - Atividade B3.2.2

**Atividade prática**  *Veja comentários sobre essa atividade no Suplemento do Professor.*

**Estudando as flores**

Forme um grupo e divida com os colegas as tarefas de obter flores e outros materiais necessários para a realização da atividade.



**Atenção:** Cuidado ao manusear os objetos cortantes.

**Material**


- diversos tipos de flores;
- pinça;
- estilete;
- lâmina de barbear ou bisturi;
- lente de aumento (lupa);
- câmera fotográfica;
- material para desenhar (papel e lápis de cor).

**Procedimentos, observações e questões**


1. Coletar flores de diversos tipos; anotar a diversidade de formas e cores durante a coleta.
2. O exame inicial das flores consiste em identificar suas diversas partes: sépalas, pétalas, estames e pistilo(s).
3. Após examinar e contar os diversos componentes de cada flor, o grupo deve elaborar desenhos esquemáticos e tirar fotografias, retratando os componentes florais dos ângulos mais representativos.
4. A análise da flor consiste em remover sucessivamente sépalas e pétalas, de modo que restem apenas os estames (que constituem o androceu) e o(s) pistilo(s) (que constitui(em) o gineceu). Se for conveniente, o grupo pode documentar cada etapa com fotos e/ou desenhos.
5. Após examinar os estames, deve-se isolar uma antera. Ela deve ser observada com a lente de aumento e desenhada em tamanho grande no caderno.
6. Depois de examinar os pistilos e identificar suas partes (estigma, estilete e ovário), deve ser feito um corte transversal na região mediana do ovário, o que permite observar suas câmaras internas, com os óvulos presos em suas paredes (usem a lente de aumento).


O grupo deve registrar com desenhos tudo o que for observado. Ao terminar esta etapa da atividade, a lâmina de barbear (ou o bisturi) deve ser embrulhada em jornal e descartada no lixo reciclável.


Ao final da atividade deve ser elaborado um relatório com desenhos, fotos e demais observações do grupo. Pode-se enfatizar o texto, ilustrando-o com imagens, ou o aspecto visual, criando infográficos que priorizem as imagens e utilizem as informações escritas como legendas. *Sites* confiáveis da internet também podem ser acessados para conferir informações e obter novos dados sobre as flores.

 **Verificação Experimental**

 **Proposição Ordenada dos Planejamentos**


 **Proposição de Hipóteses**

 **Ênfase na Observação**

 **Proposição de Generalização**

Fonte: Autor (2024)

Figura 6 - Atividade B3.3.1

**Atividade prática**  Veja comentários sobre essa atividade no Suplemento do Professor.

**Testando indiretamente o "sequestro" de CO<sub>2</sub> do ambiente na fotossíntese**

**Material e métodos**

Forme um grupo de colegas para facilitar o trabalho. O grupo precisará de quatro tubos de vidro arrolhados, além de uma solução indicadora de vermelho de cresol (peça aos professores orientações sobre como obtê-la). Precisarão também de duas folhas de plantas recém-colhidas, semelhantes em tamanho e que passem facilmente pela boca dos tubos de vidro. As folhas devem ser presas à rolha de dois dos tubos de modo que fiquem suspensas, sem tocar na solução de vermelho de cresol; os outros dois tubos não recebem folhas, conforme se vê no esquema ao lado.

Coloque um tubo com folha e outro sem folha juntos em uma caixa à prova de luz (A) deixando os outros dois tubos expostos à luminosidade (B) (Fig. 6).

**Resultados observados e questões**

A solução de vermelho de cresol é indicadora de pH (neutro = rosada; mais ácido = amarelada; mais alcalina = arroxeada). Algumas horas após o início do experimento, observe a cor da solução indicadora em cada tubo.

Responda: a) O que você observou nos tubos com folha no escuro e na luminosidade? b) Se em algum tubo tiver havido indicação de maior ou de menor acidez, o que a teria provocado, tendo em vista o ambiente em que a folha foi colocada? c) Qual é a função dos tubos sem folha que fazem parte da montagem experimental? Converse com os colegas e com o professor sobre os resultados, correlacionando-os às atividades de fotossíntese e de respiração realizadas pelas folhas das plantas.

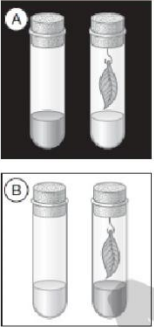





ILUSTRAÇÃO: ADILSON/SECO


**Figura 6** Esquema de montagem do experimento. (A) Tubos que não recebem luminosidade. (B) Tubos expostos à luz.

 Verificação Experimental

 Proposição Ordenada dos Planejamentos

 Proposição de Hipóteses

 Ênfase na Observação

 Proposição de Generalização

Fonte: Autor (2024)

## Figura 7 - Atividade C1.6.1

### ATIVIDADE 4

## Cromatografia em papel: separando os pigmentos das folhas verdes

### INVESTIGAÇÃO

#### MATERIAL

REALIZE A PRÁTICA APENAS COM A SUPERVISÃO DO PROFESSOR

Filtro de café de papel, álcool etílico 92,8° INPM ou 96° GL, um copo transparente alto, lápis, prendedor de roupas ou fita adesiva, caneta de tinta permanente, folhas verdes que já caíram das plantas, tesoura, conta-gotas, colher ou bastão de vidro.

#### O QUE FAZER

1. Corte as folhas da planta em pedaços pequenos e coloque-os no copo. Ponha cerca de uma colher de chá de álcool sobre as folhas e aguarde alguns minutos. Amasse as folhas com um bastão de vidro ou uma colher.
2. Corte o filtro de café em uma tira de cerca de 2 cm de largura. Faça com o lápis um risco bem leve a 1,5 cm de distância da ponta da tira.
3. Coloque uma gota do macerado sobre a linha feita no papel de filtro. Aguarde alguns segundos para o álcool evaporar. Repita esse procedimento mais três vezes, para concentrar a amostra no mesmo ponto.
4. Enrole a ponta da tira do papel de filtro que não recebeu o extrato em torno do lápis, de modo que, ao se apoiar o lápis sobre o copo, a tira fique quase próxima ao fundo, mas sem encostar. Prenda o papel em torno do lápis com o prendedor de roupas ou um pedaço de fita adesiva e o apoie sobre o copo.
5. Faça um risco no copo com caneta de tinta permanente, marcando uma linha a cerca de 0,5 cm do fim da tira de papel. É importante que essa marca fique abaixo das gotas de macerado. Reti-

re o papel do copo. Coloque um pouco de álcool no copo, de modo que o seu nível fique na marca feita anteriormente.



# Figura 5.26 – Fotografias do experimento.

6. Posicione novamente o papel dentro do copo, apoiado pelo lápis. Certifique-se de que a extremidade inferior do papel está mergulhada no álcool e observe o que ocorre nos próximos minutos.

#### REFLEXÃO

NÃO ESCREVA NO LIVRO

1. Qual é a substância responsável pela cor verde das folhas?
2. Descreva o que ocorreu no experimento. Considerando o resultado do experimento, foi possível constatar a existência de mais de uma substância no macerado?
3. Levando em conta a existência de interações moleculares entre as substâncias da mistura e o papel entre as mesmas substâncias e o álcool etílico, explique como é possível separar a mistura à medida que o álcool sobe pelo papel.

  Verificação Experimental

  Proposição Ordenada dos Planejamentos

  Proposição de Hipóteses

  Ênfase na Observação

  Proposição de Generalização

Fonte: Autor (2024)

Figura 8 - Atividade D1.5.1

**PRÁTICAS DE CIÊNCIAS**

### A INFLUÊNCIA DO ESPECTRO LUMINOSO NA FOTOSSÍNTESE

As clorofilas e os carotenoides são exemplos de pigmentos vegetais capazes de absorver a radiação visível e de desencadear reações fotoquímicas da fotossíntese, processo essencial ao metabolismo das plantas. Nesta atividade, você e os colegas vão verificar o desenvolvimento de mudas da mesma planta sob diferentes comprimentos de onda luminosa.

**Material**

- 5 mudas da mesma planta em pequenos vasos (É possível usar feijoeiros com cerca de duas semanas de vida, saudáveis e bem desenvolvidos.)
- 5 caixas, suficientes para acomodar as mudas (Podem ser caixas de sapatos, embalagens diversas, etc.)
- 5 folhas de papel-celofane: uma transparente e as outras quatro nas cores vermelha, verde, amarela, azul
- local arejado e próximo a uma fonte de luz (natural ou artificial)

**Como fazer**

- 1 Faça aberturas na parte de cima e na parte de baixo de cada uma das caixas. Cole as folhas de papel-celofane do modo como está representado na ilustração abaixo.
- 2 Coloque uma planta em cada caixa. A caixa deve ser virada de cabeça para baixo sobre a planta, de maneira que esta só receba a luz que atravessa o papel-celofane.

A imagem mostra as caixas em corte imaginário, expondo os vasos em seu interior, para ilustrar como o experimento deve ser montado.

- 3 Coloque as caixas próximas a uma fonte de luz. Mantenha-as no mesmo nível, sobre uma mesa ou uma bancada, por exemplo, para que todas recebam a mesma quantidade de luz. Informe-se sobre a necessidade de água da planta, para regá-la adequadamente. Algumas plantas precisam de mais água que outras. A época do ano também influencia a rega: geralmente, a planta necessita de mais água no verão do que no inverno, por exemplo. Regue as mudas de modo igual e certifique-se de que não houve troca de muda de uma caixa para outra.
- 4 Observe o que ocorre com cada muda após uma semana e registre os resultados no caderno.

**Para concluir**

- 1 O que você observou em cada muda, após uma semana? Os resultados foram idênticos para todas as mudas?
- 2 Caso tenham ocorrido diferenças no desenvolvimento das mudas, a que fator você atribui tais diferenças? Por quê?
- 3 Que muda(s) teve(tiveram) maior desenvolvimento? Justifique.
- 4 O experimento teria outros resultados se as folhas das plantas fossem de outras cores? Por quê?

Não escreva no livro.

**35**

- Verificação Experimental
- Proposição Ordenada dos Planejamentos
- Proposição de Hipóteses
- Ênfase na Observação
- Proposição de Generalização

Fonte: Autor (2024)

Figura 9 - Atividade D1.5.3

● PRÁTICAS DE CIÊNCIAS

### CONSTRUINDO UM TERRÁRIO PARA OBSERVAR O CICLO DA ÁGUA

Um terrário fechado permite a simulação de um ambiente natural em microescala. Nesta atividade, você e os colegas vão identificar o ciclo da água em um terrário.

**Material**


- vidro de boca larga (ou garrafa PET transparente cortada ao meio)
- pequenas pedras (pedriscos) ou argila expandida em quantidade suficiente para preencher o fundo do recipiente
- carvão vegetal triturado em quantidade suficiente para formar uma fina camada no recipiente
- terra vegetal (terra adubada), em volume três a quatro vezes superior ao das pedras
- duas ou três mudas de plantas de espécies diferentes, como musgo, avenca, begônia ou qualquer outra espécie de pequeno porte
- cartolina
- elásticos
- pedaço de plástico transparente ou de cor clara em tamanho um pouco maior que o da boca do recipiente
- pá ou colher
- água filtrada

**Como fazer**

- 1 Sob a orientação do professor, forme com os colegas grupos de três a quatro integrantes. As atividades de montagem do terrário devem ser distribuídas entre os integrantes do grupo, de modo que todos participem.
- 2 Lavem, enxáguem e sequem o recipiente, de maneira que não reste qualquer vestígio de sabão. Coloquem as pedras ou a argila expandida no fundo do recipiente, formando uma camada. Sobre essa camada, coloquem o carvão vegetal triturado e, por fim, a terra.
- 3 Com a pá ou a colher, abram buracos na terra e plantem as mudas. Molhem a terra, deixando-a úmida, mas não encharcada. Cubram o terrário com o plástico e utilizem o elástico para fixá-lo na boca do recipiente. Coloquem o terrário em um local que receba luz solar apenas indiretamente.
- 4 Durante uma semana, observem o terrário diariamente e anatem as mudanças que vocês observam em relação à água.
- 5 Cada grupo registrará, no caderno, as condições do terrário no dia da montagem, como as espécies plantadas, o estado de hidratação da terra (mais encharcada ou mais seca) e a espessura das diversas camadas de solo, entre outras.
- 6 Todos os dias, ao chegar à escola, após o intervalo e antes do horário de saída, anatem outros aspectos além dos citados: se existem pequenas gotas de água sobre as folhas dos vegetais ou no plástico, se o vidro está embaçado, se a terra parece seca, etc.
- 7 Ao final de uma semana e após responder às perguntas da discussão, cada grupo deverá fazer, em uma cartolina, um esquema do terrário e indicar com setas e legendas o ciclo da água presente nele.

**Atenção!**

As observações devem ser feitas sem a remoção do plástico.



Aspecto final do terrário. Cores-Fantasia.

**Para concluir**

- 1 Em que parte do recipiente foi possível observar melhor a presença de água no terrário?
- 2 A quantidade de água colocada inicialmente se manteve constante até o final das observações? Justifiquem a resposta.
- 3 Estabeleça analogias entre a observação do terrário e os fenômenos que acontecem na Terra envolvendo a água.

Não escreva no livro.

- Verificação Experimental
- Proposição Ordenada dos Planejamentos
- Proposição de Hipóteses
- Ênfase na Observação
- Proposição de Generalização

Fonte: Autor (2024)

A seguir, no Quadro 9 são apresentadas as unidades de registro identificadas, que ilustram a aplicação dessas categorias em cada uma das atividades analisadas. Esses registros mostram como as práticas experimentais foram organizadas para

promover a construção do conhecimento a partir da observação direta e da indução de padrões nos fenômenos observados.

**Quadro 9 - Unidades de Registro das Atividades com Concepção Empirista-Indutivista**

| Categorias  | Unidade de Registro  | Atividades  |        |
|---|--|---|--------|
| <b>Verificação Experimental</b>   | <p>“Forme um grupo com seus colegas e elaborem dois questionamentos que devem ser respondidos pelos demais. Seus questionamentos devem ser referentes à atividade prática e/ou a seu assunto.”</p> <p>“Qual a origem do DNA na Atividade Prática?”</p> <p>“Por que o detergente foi utilizado na atividade prática?”</p>                     | A1.1.1  |        |
|   | <p>“Encaixe os balões na boca de cada garrafa, aguarde 30 minutos, e anote os resultados”</p> <p>“Quais foram os resultados obtidos? Explique-os com suas palavras.”</p>   | A1.5.2  |        |
|   | <p>“Forme um grupo com alguns colegas e divida com eles a tarefa de obter os materiais necessários ao trabalho”</p>  | B3.2.1  |        |
|   | <p>“Forme um grupo e divida com os colegas as tarefas de obter flores e outros materiais necessários para a realização da atividade”</p>   | B3.2.2  |        |
|   | <p>“Forme um grupo de colegas para facilitar o trabalho”</p>   | B3.3.1  |        |
|   | <p>“Forme um grupo de colegas e divida com eles a tarefa de obter os materiais necessários ao experimento”</p> <p>“Qual é o papel da garrafa 6 na montagem experimental?”</p> <p>“Converse com os colegas e o professor sobre os resultados, correlacionando -os à fermentação realizada pela levedura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>.”</p> | B3.3.2  |        |
|   | <p>“Nesta atividade, você e os colegas vão verificar o desenvolvimento de mudas da mesma planta sob diferentes comprimentos de onda luminosa”</p> <p>“O que você observou em cada muda, após uma semana?”</p> <p>“Os resultados foram idênticos para todas as mudas?”</p>  | D1.5.1  |        |
|   | <p>“Nesta atividade, você e os colegas vão verificar o ciclo da água em um terrário”</p>   | D1.5.3  |        |
|   | <b>Proposição de hipóteses</b>   | <p>“Forme um grupo com seus colegas, realize a atividade a seguir e, a partir de seus resultados, elabore uma hipótese que explique como esse fenômeno ocorre.”</p> | A1.5.2 |
|   |  | <p>“Que hipóteses poderiam ser formuladas com base nesses procedimentos?”</p>   | B3.2.1 |
| <p>“Testando indiretamente o ‘sequestro’ de CO<sub>2</sub> do ambiente na fotossíntese”</p> |  | B3.3.1  |        |
| <p>“Testando Hipóteses sobre a fermentação”</p>   |  | B3.3.2  |        |
| <b>Proposição de Generalização</b>  | <p>“Mas, será possível extrair o DNA de certas células com poucos materiais e procedimentos simples?”</p>  | A1.1.1  |        |
|   | <p>“Os resultados obtidos por você podem ajudar a explicar a situação descrita no início desta seção? Justifique.”</p>   | A1.5.2  |        |
|   | <p>“Por que a resposta do estiolamento de uma semente enterrada no solo, por exemplo, pode ser considerada adaptativa?”</p>  | B3.2.1  |        |

|  |   |        |
|--|---|--------|
|  | <p>“O que seria esperado para cada grupo experimental, tendo em vista o papel do cotilédone na germinação e na fase inicial do desenvolvimento embrionário?”</p>  |        |
|  | <p>“Responda: a) O que você observou nos tubos com folha no escuro e na luminosidade? b) Se em algum tubo tiver havido indicação de maior ou menor acidez, o que a teria provocado, tendo em vista o ambiente em que a folha foi colocada?” c) Qual a função dos tubos sem folha que fazem parte da montagem experimental?”</p>   | B3.3.1 |
|  | <p>“Quais garrafas permitem testar a hipótese de que a presença de leveduras é necessária para a produção de gás carbônico?”</p> <p>“Quais garrafas permitem testar a hipótese de que a presença de açúcar é necessária para a produção de gás carbônico?”</p> <p>“Quais garrafas permitem testar a hipótese de que a produção de gás carbônico é afetada pela temperatura?”</p>  | B3.3.2 |
|  | <p>“1. Qual é a substância responsável pela cor verde das folhas?”</p> <p>“Considerando o resultado do experimento, foi possível constatar a existência de mais de uma substância no macerado?”</p> <p>“3. Levando em conta a existência de interações moleculares entre as substâncias da mistura e o papel entre as mesmas substâncias e o álcool etílico, explique como é possível separar a mistura à medida que o álcool sobe pelo papel”</p>  | C1.6.1 |
|  | <p>“Caso tenha ocorrido diferenças no desenvolvimento de mudas, a que fator você atribui tais diferenças? Por quê?”</p>   | D1.5.1 |
|  | <p>“Estabeleça analogias entre a observação do terrário e os fenômenos que acontecem na Terra envolvendo a água”</p>  | D1.5.3 |
| <b>Proposição Ordenada dos Planejamentos</b> | <p>“No copo A, adicione a água filtrada e misture, com cuidado, o detergente e o sal, de modo a não formar espuma. Adicione a cebola picada à mistura e cubra a abertura do copo com papel filme; Coloque o copo A no interior da panela com água aquecida a fogo baixo, mantendo-o em banho-maria por 20 minutos; Espere e o copo A esfriar por 5 minutos, remova o papel filme e filtre a mistura com auxílio do coador e do filtro de café. Armazene a solução filtrada no copo B. Mantenha apenas metade do volume do copo B com a solução filtrada e cubra a abertura do copo com papel filme. Adicione cubos de gelo no interior do recipiente plástico e coloque o copo B em seu interior. Mantenha-o no gelo por 5 minutos. Remova o papel filme e adicione o álcool gelado com cuidado, até que o volume do copo seja preenchido.”</p> | A1.1.1 |
|  | <p>“6 garrafas de água descartável de 500 mL de capacidade; 6 balões de borracha; 1 500 mL de água morna; 240 gramas de açúcar; 240 gramas de farinha de trigo; 360 gramas de fermento biológico; 4 funis (1 para água; 1 para farinha; 1 para o açúcar; 1 para o fermento biológico).”</p> <p>“Coloque os seguintes ingredientes em cada uma das garrafas:”</p>  | A1.5.2 |
|  | <p>“1. Coloque uma camada de algodão no fundo das placas ou pires e embeba-a com água, sem encharcar demais.”</p>   | B3.2.1 |

|  |  |        |
|--|--|--------|
|  | <p>2. Coloque 6 sementes de feijão em cada um dos dois pires; faça o mesmo com o milho. Um pires com feijão e o outro com milho devem ser deixados em local bem iluminado e os outros dois, no escuro. O algodão tem que ser mantido sempre úmido para o sucesso da germinação.</p> <p>3. Anote todas as mudanças observadas diariamente. Quando a germinação começar, observe-as duas vezes por dia. Anote, desenhe e fotografe tudo o que conseguir observar.</p> <p>5. Devidamente protegido, execute um corte superficial na casca de alguns feijões, ao longo da borda, de modo a separar as duas metades; uma ficará com o embrião aderido e outra não. Aproxime para observar, de preferência com uma lupa, as partes do embrião e o eixo da plântinha nascente (folha cotiledonar) separada. Coloque as metades com e sem embrião em algodão úmido, com a casca para baixo. Cubra metade dos cotilédones de cada tipo com algodão úmido e papel-alumínio ou de outro tipo, que seja à prova de luz; deixe metade dos cotilédones sem cobrir.”</p>  |        |
|  | <p>“1. Coletar flores de diversos tipos; anotar a diversidade de formas e cores durante a coleta.</p> <p>2. O exame inicial das flores consiste em identificar suas diversas partes: sépalas, pétalas, estames e pistilo(s).</p> <p>3. Após examinar e contar os diversos componentes de cada flor, o grupo deve elaborar desenhos esquemáticos e tirar fotografias, retratando os componentes florais dos ângulos mais representativos.</p> <p>4. A análise da flor consiste em remover sucessivamente sépalas e pétalas, de modo que restem apenas os estames (que constituem o androceu) e o(s) pistilo(s) (que constitui(em) o gineceu). Se for conveniente, o grupo pode documentar cada etapa com fotos e/ou desenhos.</p> <p>5. Após examinar os estames, deve-se isolar uma antera. Ela deve ser observada com a lente de aumento e desenhada em tamanho grande no caderno.</p> <p>6. Depois de examinar os pistilos e identificar suas partes (estigma, estilete e ovário), deve ser feito um corte transversal na região mediana do ovário, o que permite observar suas câmaras internas, com os óvulos presos em suas paredes (usem a lente de aumento).”</p> | B3.2.2 |
|  | <p>“O grupo precisará de quatro tubos de vidro arrolhados, além de uma solução indicadora de vermelho de cresol (peça aos professores orientações sobre como obtê-la). Precisarão também de duas folhas de plantas recém-colhidas, semelhantes em tamanho e que passem facilmente pela boca dos tubos de vidro. As folhas devem ser passadas à rolha de dois dos tubos de modo que fiquem suspensas, sem tocar na solução de vermelho de cresol; os outros dois tubos não recebem folhas, conforme se vê no esquema ao lado. Coloque um tubo com folha e outro sem folha juntos em uma caixa à prova de luz (A) e deixe os outros dois tubos expostos à luminosidade (B) (Fig. 6).”</p>  | B3.3.1 |
|  | <p>“Dissolva o fermento biológico em 250 mL de água. Numere as garrafas de 1 a 6 e distribua quantidades iguais da solução de fermento nas garrafas 1 a 5. Na garrafa 6 coloque apenas água. Adicione uma colher de sopa de açúcar nas garrafas 2 a 6. Adapte uma bexiga à boca de cada uma das garrafas, prendendo-as bem. Deixe as garrafas 1, 2, 3 e 6 em temperatura ambiente; coloque a garrafa 4 em um banho de gelo e a garrafa 5 em banho -maria (entre 35 °C e 40 °C).”</p>   | B3.3.2 |

|  |   |        |
|--|---|--------|
|  | <p>“Filtro de café de papel, álcool etílico 92,8° INPM ou 96° GL, um copo transparente alto, lápis, prendedor de roupas ou fita adesiva, caneta de tinta permanente, folhas verdes que já caíram das plantas, tesoura, conta-gotas, colher ou bastão de vidro.”</p> <p>“1. Corte as folhas da planta em pedaços pequenos e coloque-os no copo. Ponha cerca de uma colher de chá de álcool sobre as folhas e aguarde alguns minutos. Amasse as folhas com um bastão de vidro ou uma colher. 2. Corte o filtro de café em uma tira de cerca de 2 cm de largura. Faça com o lápis um risco bem leve a 1,5 cm de distância da ponta da tira. 3. Coloque uma gota do macerado sobre a linha feita no papel de filtro. Aguarde alguns segundos para o álcool evaporar. Repita esse procedimento mais três vezes, para concentrar a amostra no mesmo ponto. 4. Enrole a ponta da tira do papel de filtro que não recebeu o extrato em torno do lápis, de modo que, ao se apoiar o lápis sobre o copo, a tira fique quase próxima ao fundo, mas sem encostar. Prenda o papel em torno do lápis com o prendedor de roupas ou um pedaço de fita adesiva e o apoie sobre o copo. 5. Faça um risco no copo com caneta de tinta permanente, marcando uma linha a cerca de 0,5 cm do fim da tira de papel. É importante que essa marca fique abaixo das gotas de macerado. Retire o papel do copo. Coloque um pouco de álcool no copo, de modo que o seu nível fique na marca feita anteriormente. 6. Posicione novamente o papel dentro do copo, apoiado pelo lápis. Certifique-se de que a extremidade inferior do papel está mergulhada no álcool e observe o que ocorre nos próximos minutos”</p> | C1.6.1 |
|  | <p>“1 Faça aberturas na parte de cima e na parte de baixo de cada uma das caixas. Cole as folhas de papel- -celofane do modo como está representado na ilustração abaixo. 2 Coloque uma planta em cada caixa. A caixa deve ser virada de cabeça para baixo sobre a planta, de maneira que esta só receba a luz que atravessa o papel-celofane.”</p> <p>“Coloque as caixas próximas a uma fonte de luz. Mantenha-as no nível, sobre uma mesa ou uma bancada, por exemplo, para que todas recebam a mesma quantidade de luz. Informe-se sobre a necessidade de água da planta, para regá-la adequadamente. Algumas plantas precisam de mais água que outras. A época do ano também influencia a rega: geralmente, a planta necessita de mais água no verão do que no inverno, por exemplo. Regue as mudas de modo igual e certifique-se de que não houve troca de muda de uma caixa para outra.”</p>  | D1.5.1 |
|  | <p>“2 Lavem, enxáguem e sequem o recipiente, de maneira que não reste qualquer vestígio de sabão. Coloquem as pedras ou a argila expandida no fundo do recipiente, formando uma camada. Sobre essa camada, coloquem o carvão vegetal triturado e, por fim, a terra. 3 Com a pá ou a colher, abram buracos na terra e plantem as mudas. Molhem a terra, deixando-a úmida, mas não encharcada. Cubram o terrário com o plástico e utilizem o elástico para fixá-lo na boca do recipiente. Coloquem o terrário em um local que receba luz solar apenas indiretamente. 7 Ao final de uma semana e após responder às perguntas da discussão, cada grupo deverá fazer, em uma cartolina, um esquema do terrário e indicar com setas e legendas o ciclo da água presente nele.”</p>  | D1.5.3 |

|                                 |   |        |
|---------------------------------|---|--------|
| <b>Ênfase na<br/>Observação</b> | <p>“Aguarde 10 minutos e observe os resultados.”</p> <p>“A partir dos resultados observados, responda ao questionamento inicial.”</p>   | A1.1.1 |
|                                 | <p>“Anotar, desenhar e fotografar tudo o que conseguir observar. Ao final da atividade, preparar um relatório com seus desenhos, fotos e observações escritas. Você pode dar ênfase ao texto, ilustrando -o com imagens, ou ao aspecto visual, criando infográficos que priorizem as imagens, utilizando informações escritas como legendas. 4. Ao observar e comparar sementes de feijão que germinaram no claro e no escuro é possível notar diferenças marcantes. Quais são elas? Pesquise e consulte seus professores sobre a resposta de estiolamento e avalie se ela se enquadra nos resultados experimentais.”</p> <p>“Observe diariamente para constatar se ocorreram mudanças.”</p>  | B3.2.1 |
|                                 | <p>“O grupo deve registrar com desenhos tudo o que for observado. Ao terminar esta etapa da atividade, a lâmina de barbear (ou o bisturi) deve ser embrulhada em jornal e descartada no lixo reciclável. Ao final da atividade deve ser elaborado um relatório com desenhos, fotos e demais observações do grupo. Pode se enfatizar o texto, ilustrando o com imagens, ou o aspecto visual, criando infográficos que priorizem as imagens e utilizem as informações escritas como legendas. Sites confiáveis da internet também podem ser acessados para conferir informações e obter novos dados sobre as flores.”</p>   | B3.2.2 |
|                                 | <p>“Algumas horas após o início do experimento, observe a cor da solução indicadora em cada tubo.”</p> <p>“Converse com os colegas e com o professor sobre os resultados, correlacionando -os às atividades de fotossíntese e de respiração realizadas pelas folhas das plantas.”</p>   | B3.3.1 |
|                                 | <p>“Observe e anote o que ocorre com as bexigas nas horas seguintes”</p>  | B3.3.2 |
|                                 | <p>“Descreva o que ocorreu no experimento.”</p>   | C1.6.1 |
|                                 | <p>“Observe o que ocorre com cada muda após uma semana e registre os resultados no caderno.”</p> <p>“Que muda(s) teve(tiveram) maior desenvolvimento? Justifique”</p>   | D1.5.1 |
|                                 | <p>“4. Durante uma semana, observem o terrário diariamente e anatem as mudanças que vocês observam em relação à água. 5 Cada grupo registrará, no caderno, as condições do terrário no dia da montagem, como as espécies plantadas, o estado de hidratação da terra (mais encharcada ou mais seca) e a espessura das diversas camadas de solo, entre outras. 6 Todos os dias, ao chegar à escola, após o intervalo e antes do horário de saída, anatem outros aspectos além dos citados: se existem pequenas gotas de água sobre as folhas dos vegetais ou no plástico, se o vidro está embaçado, se a terra parece seca, etc”</p> <p>“1. Em que parte do recipiente foi possível observar melhor a presença de água no terrário? 2 A quantidade de água colocada inicialmente se manteve constante até o final das observações? Justifiquem a resposta.”</p> | D1.5.3 |

Fonte: Autor (2024)

A primeira categoria verificação experimental representa o núcleo da prática empirista, em que os alunos são incentivados a observar e registrar os fenômenos de forma detalhada, sem a influência de hipóteses anteriores ou conjecturas teóricas. A unidade de registro "Observe e anote o que acontece com as bexigas nas horas seguintes" (B3.3.2) ilustra como os alunos são orientados a conduzir uma análise objetiva e puramente descritiva do experimento. Esse processo facilita a familiarização com os dados brutos, que mais tarde serão usados para tirar conclusões. A orientação direta e clara nesta fase é uma característica distintiva do empirismo, pois evita a influência de fatores subjetivos ou de preconceções sobre o fenômeno em estudo.

Na atividade (B3.2.1) propõe ao aluno que "Anote todas as mudanças observadas diariamente. Quando a germinação começar, observe-as duas vezes por dia. Anote, desenhe e fotografe tudo o que conseguir observar." Essas informações destacam a necessidade da observação detalhada e sistemática, elemento fundamental na concepção empirista. Além disso, o experimento exige o acompanhamento contínuo das mudanças no crescimento das sementes, garantindo que os alunos coletem dados empíricos sem, necessariamente, uma formulação prévia de hipóteses.

Esse fato também pode ser visualizado na atividade (C1.6.1), apresentada sobre Cromatografia em papel para separação dos pigmentos das folhas verdes. Além disso, visualiza-se na atividade, na Verificação Experimental, uma sequência clara, em que os discentes realizam procedimentos padronizados, como o: uso do papel filtro, solvente e extração dos pigmentos. Com isso, há uma reprodutibilidade no rigor metodológico, o que se entende como a Proposição Ordenada dos Planejamentos, na qual oferece etapas procedimentais, sem que haja, necessariamente, a autonomia investigativa. Além disso, nota-se que o objetivo da atividade consiste na observação da separação dos pigmentos, sem necessariamente partir de uma problematização prévia.

A atividade (D1.5.1), relativa à Influência do Espectro Luminoso na Fotossíntese, também segue um método experimental estruturado, com forte ênfase na observação e coleta de dados antes da formulação de generalizações. Percebe-se que não há momentos para a formulação explícita de hipóteses antes da realização do experimento, o que é característico da abordagem empirista-indutivista, isto é, os alunos são levados a observar o fenômeno antes de tentar explicá-lo. Dessa maneira, a atividade segue uma proposta em que os discentes devem registrar o que ocorre

em cada muda a cada semana, visando a descrição dos resultados, sem propor uma interpretação conceitual, sugerindo um processo de indução, no qual a teoria é construída a partir da observação de padrões.

Com base nas análises realizadas, destacamos que os discentes são incentivados a relacionarem os resultados observados com suas hipóteses iniciais. Na atividade (A1.5.2) quando orientam “Forme um grupo com seus colegas, realize a atividade a seguir e, a partir de seus resultados, elabore uma hipótese que explique como esse fenômeno ocorre”, compreendemos o papel da elaboração de hipóteses por meio da observação. Ademais, na atividade (B3.3.2) há um claro incentivo para que os discentes articulem e testem suas hipóteses de maneira prática em “Testando Hipóteses sobre a fermentação”, nota-se a proposta para utilizarem os dados empíricos para a confirmação ou para refutarem suas previsões.

Na atividade (B3.3.2) há um questionamento “Quais garrafas permitem testar a hipótese de que a presença das leveduras é necessária para a produção de gás carbônico?”, nota-se que há um incentivo para os alunos relacionarem a observação dos fenômenos com hipóteses previamente estabelecidas. Apesar de haver um momento de formulação de hipóteses, elas surgem após a experimentação, o que é um indicativo de uma concepção indutivista, na qual o conhecimento é construído a partir da observação e posterior formulação de padrões.

Quanto a Proposição de Hipóteses, no decorrer da atividade (B3.2.1), os alunos são instigados a levantar hipóteses após a observação dos fenômenos, o que confirma a abordagem indutivista. No questionamento “Que hipóteses poderiam ser formuladas com base nesses procedimentos?” há uma evidência que os alunos são incentivados a construir as hipóteses, que orientarão a coleta e análise dos dados experimentais.

Além disso, na categoria coleta de dados, os alunos são incentivados a reconhecer padrões e a formular hipóteses de maneira indutiva. A questão “Quais garrafas permitem testar a hipótese de que a presença de leveduras é essencial para a produção de gás carbônico?” (B3.3.1) ilustra como o processo de generalização se desenvolve a partir da experimentação. Esta etapa reforça a noção de que a verdade é alcançada através da repetição dos fenômenos observados e da identificação de regularidades neles.

A Generalização Indutiva é percebida no registro “Dissolva o fermento biológico em 250ml de água. Numere as garrafas de 1 a 6 e distribua quantidades iguais da

solução de fermento nas garrafas 1 a 5. Na garrafa 6 coloque apenas água. Adicione uma colher de sopa de açúcar nas garrafas 2 a 6...” (B3.3.1) demonstra a atenção meticulosa dedicada ao procedimento experimental. A exatidão na descrição dos métodos e na coleta de dados permite que os alunos compreendam claramente as relações causais entre as variáveis, sem a necessidade de recorrer a explicações teóricas complexas ou abstratas.

A ênfase na observação, é fundamental nessa concepção, visto que foca na coleta, cuidadosa, dos dados empíricos, sem que haja interferências de preconceitos e/ou teorias prévias. Essa proposta compreende como o ponto de partida do experimento permitindo que os discentes reconheçam os fenômenos e documentem as informações. No trecho “Converse com os colegas e o professor sobre os resultados, correlacionando-os à fermentação realizada pela levedura *Saccharomyces cerevisiae*”, os alunos são incentivados a observarem os resultados dos experimentos e discuti-los com base no que foi coletado empiricamente.

Na atividade (D1.5.3) também é possível perceber a presença da ênfase na observação, pois a atividade destaca a observação detalhada dos processos naturais dentro do terrário, como a evaporação da água e sua posterior condensação. Além disso, nessa atividade há elementos que demonstram a observação como um elemento importante na construção do conhecimento. Neste viés, identifica-se que a atividade de experimentação segue um planejamento estruturado, com passos bem definidos para a montagem do terrário e a observação dos fenômenos. Isso evidencia uma metodologia indutiva, em que a organização da experiência é fundamental para extrair conclusões.

Na atividade (A1.1.1), quando os alunos são incentivados a preverem sobre “Mas, será possível extrair o DNA de certas células com poucos materiais e procedimentos simples?”, identificamos um incentivo claro para que haja a construção de raciocínios dedutivos fundamentos em princípios previamente discutidos. Isso possibilita a orientação para realizarem atividades de experimentação para testarem as previsões. Essas atividades demonstram um desenvolvimento para a capacidade crítica de validarem ou refutarem previsões teóricas com base na dedução. Em outra atividade (B3.3.2) há um momento em que se diz “Observe e anote o que ocorre com as bexigas nas horas seguintes”, compreende-se que há um direcionamento para os alunos realizarem um registro detalhado dos fenômenos observados. Essa orientação é um elemento central do empirismo, pois busca garantir que a experimentação ocorra

sem influência de hipóteses prévias, permitindo que os estudantes estabeleçam relações diretas entre a observação e os resultados.

Além disso, nessa concepção é possível identificar concepções empiristas, quando utilizam a observação de cenários hipotéticos, como na atividade (A1.5.2), em que os alunos são incentivados a observarem “Os resultados obtidos por você podem ajudar a explicar a situação descrita no início desta seção? Justifique.”. Nessa proposta visam a elaboração de respostas com base no raciocínio lógico e na aplicação de conceitos científicos. Essa visão reflete a formulação teórica acerca da construção do conhecimento científico por uma concepção empirista-indutivista.

Assim como B3.2.1 (germinação de sementes) e B3.3.2 (fermentação), a atividade B3.2.2 valoriza a observação empírica e a sistematização dos dados coletados. No entanto, diferentemente da atividade sobre germinação, que inclui uma questão diretamente relacionada à adaptação, esta atividade não orienta os alunos a refletirem sobre a função evolutiva das estruturas observadas. A ausência de manipulação experimental controlada e a ausência de testes de hipóteses reforçam ainda mais seu caráter descritivo e observacional, tornando-a um exemplo clássico da abordagem indutiva.

A atividade (B3.2.2) também segue a abordagem Empirista-Indutivista, pois enfatiza a observação detalhada. O experimento inicia-se com a coleta de flores de diferentes tipos e a anotação das suas características (“Coletar flores de diversos tipos; anotar a diversidade de formas e cores durante a coleta.”). A atividade prioriza a descrição minuciosa das partes da flor (“O exame inicial das flores consiste em identificar suas diversas partes: sépalas, pétalas, estames e pistilo(s).”). O destaque para a produção de desenhos e fotografias reforça a importância da observação direta, sem exigência de formulação prévia de hipóteses.

Nestas atividades, compreendemos a abordagem Empirista-Indutivista, visto que destacam a construção dos conhecimentos por meio da observação direta e sistemática, assim como da experimentação, e as atividades não são orientadas por um problema ou questionamento, mas pela observação e posterior prescrição do procedimento a ser realizado. Dessa forma, as atividades analisadas mostram um enfoque na observação controlada de fenômenos e na verificação de resultados empíricos.

### 5.3 ATIVIDADES DE CONCEPÇÃO DEDUTIVISTA-RACIONALISTA

A abordagem dedutivista-racionalista se destaca por orientar o processo de aprendizagem por meio do raciocínio lógico e da dedução a partir de princípios gerais previamente estabelecidos. Nessa ótica, os alunos iniciam com conceitos teóricos amplos e, por meio de um processo racional, aplicam esses conceitos para solucionar problemas específicos, testar hipóteses e chegar a conclusões consistentes. Segundo Silva, Silva e Silva (2015), essa interação ocorre por meio de atividades que incentivam o diálogo entre os estudantes e o ambiente físico e social, utilizando a teoria como base para a construção do saber.

A abordagem dedutivista-racionalista, nesse contexto, valoriza a participação ativa do aluno na aplicação de conhecimentos teóricos. Contudo, o aluno é orientado por uma sequência organizada de ações e raciocínios, com o professor desempenhando o papel de facilitador no processo dedutivo. Esse modelo é frequentemente empregado em atividades experimentais que exigem planejamento sistemático, controle de variáveis e uma forte conexão com os princípios teóricos das ciências naturais.

Atividades com características Dedutivista-Racionalista foram identificadas por meio das categorias que levavam em conta suas primícias fundamentais, exibidas no quadro 10, sendo estas:

**Quadro 10** - Categorias da Concepção Dedutivista-Racionalista

| <b>Categoria</b>                     | <b>Características</b>  |
|--------------------------------------|---|
| Problema a ser investigado           | Consiste em questionamentos que orientam a investigação.  |
| Proposição de Hipóteses              | Destaca-se pelo seu forte enfoque no uso do raciocínio lógico como uma ferramenta fundamental para formular hipóteses. Esta abordagem é fortemente influenciada pelo pensamento de René Descartes, que via na dedução um método seguro para alcançar o conhecimento (Lopes; Hermel; Leite, 2023). |
| Dedução dos Resultados               | Compreende as conclusões por meio do raciocínio lógico por meio do exercício da dedução (Lopes, 2022).  |
| Compreensão dos Fundamentos Teóricos | É compreendida pelo seu forte foco na compreensão teórica como base fundamental do conhecimento, seguindo a abordagem de Descartes que valoriza o raciocínio lógico e dedutivo para formular hipóteses e inferências (Batista, 2020).   |
| Planejamento de Testes               | Compreende as características da atividade que se relacionam a verificar a validade das hipóteses formuladas por meio de uma sequência de procedimentos que permitem a realização do experimento de forma precisa.  |
| Conclusão Dedutiva                   | É a etapa lógica de inferir as consequências específicas a partir de premissas gerais previamente compreendidas como verdadeiras.   |

**Fonte:** Autor (2024)

Abaixo, há a exposição das atividades compreendidas na concepção dedutivista-racionalista, como exposto na figura 10, 11 e 12.

Figura 10 - Atividade A1.5.1

MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD  
REPRODUÇÃO PROIBIDA

**Oficina científica**

### Visualizando células


A maior parte das células possui dimensões em escalas microscópicas, não podendo ser vistas a olho nu. Para visualizá-las, são necessárias lentes capazes de realizar a ampliação da imagem observada, como as utilizadas em microscópios. Uma gota de água também pode atuar como uma lente de aumento. Mas, será que seu poder de ampliação é suficiente para permitir a visualização de células?

» **Materiais**

- seringa com 5 ml de água coletada do ambiente;
- ponteira *laser* de, no máximo, 5 miliwatts;
- alguns livros;
- régua;
- dois elásticos;
- sala com pouca iluminação.

» **Procedimentos**

- Sobre uma mesa, posicione a seringa com a água coletada verticalmente entre duas pilhas de livros, de modo que sua abertura fique apontada para baixo, em direção à mesa. Mantenha essa estrutura a 1 metro de distância de uma parede de cor clara.
- Aperte o êmbolo da seringa suavemente, até que se forme uma gota em sua ponta. A gota deve ficar suspensa pela abertura da seringa.
- Com os prendedores elásticos, prenda o *laser* à régua, coloque-a apoiada sobre um livro e a posicione a aproximadamente 3 centímetros de distância da gota de água.
- Apague a luz da sala, posicione os elásticos de maneira que mantenham pressionado o botão de ligar do *laser*, e regule sua posição de maneira que seu feixe de luz incida sobre a gota suspensa pela seringa, formando uma imagem na parede posicionada a aproximadamente 2 metros da seringa. Observe o que ocorre e anote os resultados em seu caderno.



ALEX ANDRINO

**!** Utilize luvas para coletar e manipular a água. Cuidado ao manusear o *laser*: nunca apontá-lo na direção dos olhos.

Não escreva no livro

1. A partir dos resultados obtidos, responda ao questionamento inicial e justifique sua resposta.
2. Como você poderia tornar esta gota de água uma substância pura composta? Neste caso, a atividade funcionaria?
3. Esta atividade prática permite concluir que existe vida em todos os ambientes aquáticos do planeta? Justifique sua resposta.
4. Forme um grupo com seus colegas. Cada um de vocês deve elaborar dois questionamentos que devem ser respondidos pelos demais. Seus questionamentos devem ser referentes à atividade prática e/ou a assuntos relacionados.



Fonte: Autor (2024)

Figura 11 - Atividade D1.6.1

**PRÁTICAS DE CIÊNCIAS**

### OSMOSE

Os processos de entrada e saída de água das células vegetais alteram a aparência e a textura dos alimentos. Nesta atividade, você e os colegas vão observar exemplos dessas alterações e compreender como o fenômeno da osmose está presente em situações do cotidiano.

Antes de iniciar o procedimento, procure responder às seguintes questões:

- Haverá alteração na quantidade de água nas células vegetais de um pedaço de chuchu mantido dentro da água de torneira?
- Haverá alteração na quantidade de água nas células vegetais de um pedaço de chuchu mantido dentro de uma solução saturada de água e sal?

**Material**

- colher (de café)
- 2 copos plásticos transparentes de 200 mL
- faca
- 3 pedaços idênticos de chuchu
- sal de cozinha (cloreto de sódio)
- fita-crepe e caneta

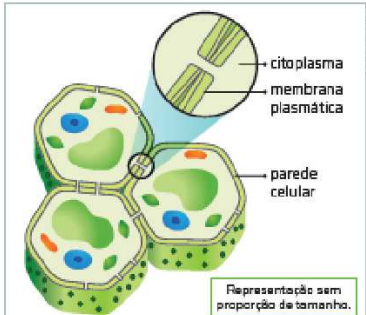
**Equipamentos de segurança**

Óculos de segurança e avental de mangas compridas feito de algodão.

**Atenção!**  
Manuseie a faca com muito cuidado.

**Como fazer**

- Coloque água nos dois copos até atingir metade da altura.
- Deixe o primeiro copo apenas com água e acrescente sal no segundo copo até obter uma solução saturada. Logo após, agite a mistura.
- Marque os copos com a fita-crepe, escrevendo "água" no primeiro e "água e sal" no segundo.
- Coloque um pedaço de chuchu em cada copo, de modo que os dois pedaços fiquem completamente imersos no líquido, e deixe-os assim durante 30 minutos. O terceiro pedaço de chuchu deve ficar guardado em local apropriado, para servir de referência.
- Após esse tempo, retire os pedaços de chuchu dos copos, colocando cada um próximo ao respectivo copo. Observe o aspecto dos dois pedaços de chuchu e compare-os com o terceiro pedaço.



Esquema de células vegetais. A membrana plasmática de organismos vivos é um exemplo de membrana semipermeável. Cores-fantasia.

**Resíduos**

Descarte os líquidos na pia e os sólidos no lixo.

**Para concluir**

- Retome as perguntas iniciais e verifique se as respostas coincidem com os resultados obtidos no experimento. Com base em seus conhecimentos, explique o que aconteceu com os pedaços de chuchu.
- As mudanças observadas nas duas amostras de chuchu que ficaram imersas nos líquidos são irreversíveis? Justifique.
- Por que o milho cozido em água salgada fica mais endurecido do que o milho cozido apenas em água pura?
- Uma salada temperada com sal em um dia, no dia seguinte ou até algumas horas depois, ficará murcha. Por que isso acontece?

Não escreva no livro.

29

Problema a Ser Investigado

Compreensão dos Fundamentos Teóricos

Proposição de Hipóteses

Planejamento de Testes

Dedução dos Resultados

Conclusão Dedutiva

Figura 12 - Atividade B1.1.1

**ATIVIDADE PRÁTICA** Não escreva no livro.

**Atenção**  
Organizem-se em grupo. Leiam todo o procedimento antes de iniciar o trabalho.

**Crescimento populacional: um modelo**

**Objetivo**

- Observar, por meio de um modelo, como se dá o crescimento das populações.

**Proponha uma hipótese à seguinte questão:**

- Como crescerá uma população isolada, onde não ocorrem imigrações nem emigrações, ao longo de seis anos?

**Material**

- Papel milimetrado (uma folha por estudante)
- Papel mono-log (uma folha por estudante)

**Procedimento**

- É possível construir um modelo com base em um organismo real, como o pardal. Nesse modelo será considerada uma população de 10 pardais (cinco machos e cinco fêmeas) que vive em uma ilha isolada. O estudo se inicia na primavera de 2015.
- Observação 1: Anualmente, cada par de pardais produz 10 descendentes, sempre cinco machos e cinco fêmeas.
- Observação 2: Todos os pais, machos e fêmeas, morrem antes da primavera seguinte.
- Observação 3: Todos os descendentes vivem até a época de acasalamento. Numa situação real, alguns dos indivíduos da geração anterior sobrevivem e alguns dos descendentes podem morrer. As suposições 2 e 3 tendem a equilibrar-se, reduzindo a diferença entre esse modelo e uma situação real.
- Observação 4: Durante o tempo de estudo, nenhum pardal chegará à ilha ou sairá dela.
- Verifiquem como cresce essa população hipotética. Para isso, deve-se calcular seu tamanho no começo de cada estação de acasalamento, ou seja, de cada primavera. De acordo com as suposições apresentadas, calculem os tamanhos da população nessa ilha nas primaveras de 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021, sabendo que em 2015 a população era composta de 10 pardais.

- Em uma folha avulsa, elaborem uma tabela com os dados correspondentes.
- Vocês têm agora uma série de dados, mas eles provavelmente não lhes darão nenhuma ideia clara sobre a variação de tamanho da população. Por ser muito mais ilustrativo, construam um gráfico no papel milimetrado, colocando os anos na abscissa e o número de aves na ordenada. Será necessária uma escala vertical suficientemente grande para mostrar os tamanhos de 2015 a 2021.
- Em seguida, construam um gráfico com os mesmos dados, mas agora em papel mono-log semilogarítmico. Comparem essa construção com a que foi feita em papel milimetrado.

**Resultados**

- Observem a tabela e comparem os dois gráficos construídos.

**Discussão**

- Há vantagem (ou vantagens) em utilizar o papel mono-log no lugar do milimetrado na confecção de um gráfico desse tipo? Explique.
- Examinem os dois gráficos. No papel milimetrado, como se modifica a linha que une os pontos assinalados? O que significa isso em termos de velocidade de crescimento da população?
- Que tipo de curva mostra os mesmos dados no gráfico construído em papel mono-log?
- Que tipos de relações ecológicas podem ocorrer entre os indivíduos da população de pardais?
- Quais recursos podem ser considerados limitantes na ilha?

**Conclusão**

- Revisem a hipótese proposta no começo da atividade, comparem-na com suas observações e com as de seus colegas e elaborem uma conclusão.

97

Problema a Ser Investigado

Proposição de Hipóteses

Dedução dos Resultados

Compreensão dos Fundamentos Teóricos

Planejamento de Testes

Conclusão Dedutiva

A análise das atividades sob a concepção dedutivista-racionalista foi realizada com base na identificação de indicadores como a proposição de hipóteses, dedução de resultados, compreensão dos fundamentos teóricos, planejamento de testes e conclusão dedutiva, conforme apresentado no Quadro 11.

**Quadro 11 - Unidades de Registro das Atividades com Concepção Dedutivista-Racionalista**

| Categorias                                  | Unidade de Registro  | Atividades |
|---|--|------------|
| <b>Problema a ser investigado</b>           | Como crescerá uma população isolada, onde não ocorrem imigrações nem emigrações, ao longo de seis anos?  | B1.1.1     |
|   | “Haverá alteração na quantidade de água nas células vegetais de um pedaço de chuchu mantido dentro da água de torneira?”   | D1.6.1     |
|   | “Haverá alteração na quantidade de água nas células vegetais de um pedaço de chuchu mantido dentro de uma solução saturada de água e sal?”   |            |
|   | “Mas, será que seu poder de ampliação é suficiente para permitir a visualização de células?”   | A1.5.1     |
| <b>Proposição de Hipóteses</b>              | “Proponha uma hipótese a seguinte questão”   | B1.1.1     |
|   | Antes de iniciar o procedimento, procure responder às seguintes questões.  | D1.6.1     |
| <b>Dedução dos Resultados</b>               | “Revisem a hipótese proposta no começo da atividade, comparem-na com suas observações e com as de seus colegas e elaborem uma conclusão.”  | B1.1.1     |
|   | “Há vantagem (ou vantagens) em utilizar o papel mono-log no lugar do milimetrado na confecção de um gráfico desse tipo? Explique.”   |            |
|   | “Examinem os dois gráficos. No papel milimetrado, como se modifica a linha que une os pontos assinalados? O que significa isso em termos de velocidade de crescimento da população?” |            |
|   | “Que tipo de curva mostra os mesmos dados no gráfico construído em papel mono-log?”  |            |
|   | “Que tipos de relações ecológicas podem ocorrer entre os indivíduos da população de pardais?”  |            |
|   | “Quais recursos podem ser considerados limitantes na ilha?”  |            |
|   | Retome as perguntas iniciais e verifique se as respostas coincidem com os resultados obtidos no experimento.   | D1.6.1     |
| <b>Compreensão dos Fundamentos Teóricos</b> | “Como você poderia tornar esta gota de água uma substância pura composta? Neste caso, a atividade funcionaria?”  | A1.5.1     |
|   | “Com base em seus conhecimentos, explique o que aconteceu com os pedaços de chuchu.”   | D1.6.1     |

|                                      |   |               |
|--------------------------------------|---|---------------|
|                                      | <p>“As mudanças observadas nas duas amostras de chuchu que ficaram imersas nos líquidos são irreversíveis? Justifique.”</p> <p>“Por que o milho cozido em água salgada fica mais endurecido do que o milho cozido apenas em água pura?”</p> <p>“Uma salada temperada com sal em um dia, no dia seguinte ou até algumas horas depois, ficará murcha. Por que isso acontece?”</p>   |               |
| <p><b>Planejamento de Testes</b></p> | <p>“É possível construir um modelo com base em um organismo real, como o pardal. Nesse modelo será considerada uma população de 10 pardais (cinco machos e cinco fêmeas) que vive em uma ilha isolada. O estudo se inicia na primavera de 2015.”</p> <p>“Observação 1: Anualmente, cada par de pardais produz 10 descendentes, sempre cinco machos e cinco fêmeas.”</p> <p>“Observação 2: Todos os pais, machos e fêmeas, morrem antes da primavera seguinte.”</p> <p>“Observação 3: Todos os descendentes vivem até a época de acasalamento. Numa situação real, alguns dos indivíduos da geração anterior sobrevivem e alguns dos descendentes podem morrer. As suposições 2 e 3 tendem a equilibrar-se, reduzindo a diferença entre esse modelo e uma situação real.”</p> <p>“Observação 4: Durante o tempo de estudo, nenhum pardal chegará à ilha ou sairá dela.”</p> <p>“Verifiquem como cresce essa população hipotética. Para isso, deve-se calcular seu tamanho no começo de cada estação de acasalamento, ou seja, de cada primavera. De acordo com as suposições apresentadas, calculem os tamanhos da população nessa ilha nas primaveras de 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021, sabendo que em 2015 a população era composta de 10 pardais.”</p> <p>“Em uma folha avulsa, elaborem uma tabela com os dados correspondentes.”</p> <p>“Vocês têm agora uma série de dados, mas eles provavelmente não lhes darão nenhuma ideia clara sobre a variação de tamanho da população. Por ser muito mais ilustrativo, construam um gráfico no papel milimetrado, colocando os anos na abscissa e o número de aves na ordenada. Será necessária uma escala vertical suficientemente grande para mostrar os tamanhos de 2015 a 2021.”</p> <p>“Em seguida, construam um gráfico com os mesmos dados, mas agora em papel mono-log semilogarítmico. Comparem essa construção com a que foi feita em papel milimetrado.”</p> | <p>B1.1.1</p> |
|                                      | <p>Sobre uma mesa, posicione a seringa com a água coletada verticalmente entre duas pilhas de livros, de modo que sua abertura fique apontada para baixo, em direção à mesa. Mantenha essa estrutura a 1 metro de distância de uma parede de cor clara; aperte o êmbolo da seringa suavemente, até que se forme uma gota em sua ponta. A gota deve ficar</p>  | <p>A1.5.1</p> |

|                           |  |        |
|---------------------------|--|--------|
|                           | suspensa pela abertura da seringa; com os prendedores elásticos, prenda o <i>laser</i> à régua, coloque-a apoiada sobre um livro e a posicione a aproximadamente 3 centímetros de distância da gota de água; apague a luz da sala, posicione os elásticos de maneira que mantenham pressionado o botão de ligar do <i>laser</i> , e regule sua posição de maneira que seu feixe de luz incida sobre a gota suspensa pela seringa, formando uma imagem na parede posicionada a aproximadamente 2 metros da seringa; observe o que ocorre e anote os resultados em seu caderno.  |        |
|                           | Coloque água nos dois copos até atingir metade da altura; deixe o primeiro copo apenas com água e acrescente sal no segundo copo até obter uma solução saturada. Logo após, agite a mistura; marque os copos com a fita-crepe, escrevendo “água” no primeiro e “água e sal” no segundo; coloque um pedaço de chuchu em cada copo, de modo que os dois pedaços fiquem completamente imersos no líquido, e deixe-os assim durante 30 minutos. O terceiro pedaço de chuchu deve ficar guardado em local apropriado, para servir de referência; após esse tempo, retire os pedaços de chuchu dos copos, colocando cada um próximo ao respectivo copo. Observe o aspecto dos dois pedaços de chuchu e compare-os com o terceiro pedaço. | D1.6.1 |
| <b>Conclusão Dedutiva</b> | Esta atividade prática permite concluir que existe vida em todos os ambientes aquáticos do planeta? Justifique sua resposta.   | A1.5.1 |

Fonte: Autor (2024)

As atividades analisadas apresentam características de uma abordagem dedutivista-racionalista, na qual o aluno, guiado por princípios teóricos, é incentivado a formular hipóteses e empregar o raciocínio lógico para chegar a soluções. Esse enfoque é exemplificado, por exemplo, na proposição de hipóteses que antecedem a dedução de resultados. Na atividade A1.5.1, os alunos são instigados a formular uma hipótese sobre a observação de células utilizando um microscópio, aplicando teorias já discutidas. Com base nos resultados obtidos, a dedução das respostas justifica a confirmação ou rejeição da hipótese inicial.

Outro aspecto presente na atividade é o planejamento detalhado dos experimentos. As instruções fornecidas para o uso de seringas e lasers ilustram a ênfase no processo metodológico e na organização cuidadosa das etapas para a execução da experiência. Essa fase reflete o caráter prescritivo do planejamento de testes, orientado por uma sequência de ações previamente definidas.

Na atividade (D1.6.1), observa-se que os alunos iniciam o processo com questionamentos orientadores sobre a osmose, os quais são utilizados para definir o Problema a Ser Investigado. A partir desses questionamentos, os discentes são incentivados a formular hipóteses antes de darem início às atividades experimentais.

Esse direcionamento sugere uma abordagem racionalista, pois os estudantes partem de um problema teórico pré-definido e buscam desenvolver explicações com base no conhecimento prévio.

Além disso, a análise dos resultados não ocorre apenas por meio da observação direta, mas também pela interpretação fundamentada em conceitos científicos já estabelecidos. Um exemplo disso é a compreensão dos efeitos das soluções hipotônicas e hipertônicas sobre as células vegetais, que permite aos alunos prever e justificar fenômenos observados. Dessa forma, a atividade promove um processo investigativo estruturado, no qual os alunos não apenas observam, mas relacionam os resultados experimentais com a teoria, desenvolvendo um raciocínio mais crítico e embasado cientificamente.

Além disso, outro aspecto relevante é a ênfase na compreensão dos princípios teóricos. As atividades dedutivistas demandam que os estudantes assimilem os conceitos teóricos antes de se engajarem na prática. A questão sobre a transformação de uma gota de água em uma substância pura composta (A1.5.1) ilustra esse ponto, uma vez que exige dos alunos a aplicação do conhecimento científico para executar a tarefa de maneira lógica e estruturada.

A conclusão dedutiva é o momento na qual os alunos, após conduzirem os experimentos, são instigados a refletir sobre os resultados à luz das teorias previamente estudadas. Ao questionar, por exemplo, se a atividade prática possibilita concluir que há vida em todos os ambientes aquáticos do planeta, os estudantes são desafiados a usar suas observações empíricas para desenvolver uma argumentação lógica e dedutiva. Essa fase também promove a colaboração entre os pares, permitindo que os alunos comparem suas conclusões com as de outros colegas, favorecendo a análise crítica e o aprimoramento das ideias.

A análise da atividade "Visualizando Células" sob a ótica dedutivista-racionalista destaca o uso de princípios teóricos já estabelecidos e a dedução lógica de resultados a partir dessas premissas. Essa abordagem valoriza o desenvolvimento do pensamento lógico e a aplicação de teorias científicas para resolver problemas e entender fenômenos, como o uso de lentes de aumento para observar células microscópicas.

A atividade parte de uma premissa teórica bem definida: as células, por serem microscópicas, não são visíveis a olho nu, sendo necessário o uso de lentes para ampliar sua imagem. Ao sugerir que uma gota d'água pode funcionar como uma lente,

a proposta não tem como objetivo explorar novas hipóteses, mas sim confirmar, de maneira controlada, um princípio óptico já conhecido.

A primeira pergunta exemplifica o processo dedutivo: "Será que o poder de ampliação da gota é suficiente para visualizar células?" Nesse caso, o aluno, ao invés de vez de fazer a proposição de hipóteses, aplica um conceito já existente (a refração da luz em lentes de aumento) para deduzir se a gota d'água pode desempenhar essa função.

Os procedimentos apresentados na atividade seguem uma estrutura evidenciando a ênfase dedutivista em garantir resultados confiáveis por meio de orientações detalhadas. Esse processo de condução da atividade reduz a flexibilidade, conduzindo os alunos a alcançarem resultados esperados com base no conhecimento científico já estabelecido.

As perguntas finais reforçam essa abordagem dedutiva. Questões como "Com base nos resultados obtidos, responda à pergunta inicial" e "Esta atividade prática permite concluir que existe vida em todos os ambientes aquáticos do planeta? Justifique sua resposta." exigem que o aluno aplique os conceitos teóricos e valide os resultados experimentais, confirmando ou refutando a hipótese inicial. Não há espaço para investigações imprevistas ou a construção autônoma de novos conhecimentos; o objetivo é deduzir conclusões a partir das informações já fornecidas.

A atividade (B1.1.1) destaca características que evidenciam sua concepção dedutivista-racionalista, conforme as categorias estabelecidas no quadro 10. Primeiramente, essa atividade se pauta em um conjunto de suposições teóricas predeterminadas, como a afirmação de que a população de pardais vive em um ambiente isolado, sem imigração e emigração" e que "as taxas de natalidade são constantes, e todos os adultos morrem antes da primavera seguinte". Dado o exposto, compreende-se que a atividade ocorre em um sistema fechado, com regras que delimitam a investigação, restringindo-a variáveis e condições estabelecidas, sem abertura para variabilidade ou identificação de novos fatores. "os alunos devem calcular o tamanho da população de pardais ano a ano, aplicando os parâmetros fornecidos e construindo gráficos com base nas informações recebidas". Esses direcionamentos evidenciam as aplicações de uma concepção dedutivista-racionalista, no qual os discentes utilizarão dados específicos para deduzir os resultados esperados, seguindo uma lógica previamente estabelecida.

Dessa forma, admitimos que a atividade como um todo ilustra a abordagem dedutivista-racionalista, em que o conhecimento é apresentado de maneira organizada e lógica, incentivando o aluno a utilizar esse conhecimento para chegar a conclusões previstas. A ênfase está na utilização de princípios gerais para a resolução de problemas específicos, com poucas oportunidades para a exploração criativa de novos fenômenos.

#### 5.4 ATIVIDADES DE CONCEPÇÃO CONSTRUTIVISTA

Essa concepção destaca uma proposta de atividade que se desenvolve na interação dos discentes com o seu meio físico e social (Lunardi; Silva, 2024). Com isso, nota-se características que consideram os conhecimentos prévios dos alunos, as discussões entre estudantes e professores, a comunicação científica e os momentos de reflexão e articulação dos conhecimentos com o seu cotidiano.

As atividades de concepção Construtivistas são compreendidas por atividades exigem que os alunos formulem hipóteses e desenvolvam um plano de investigação. Isso já coloca o estudante com um papel ativo nos processos de aprendizagem, de modo que o incentivam a explorar e testar suas próprias ideias, ao invés de apenas realizar o experimento como proposto em um roteiro. Com base no exposto no quadro 12, elaboramos oito (8) categorias, sendo estas:

**Quadro 12 - Categorias da Concepção Construtivista**

| <b>Categoria</b>                       | <b>Características</b>   |
|--|--|
| Proposição de Hipóteses                | Destaca-se pelo seu forte enfoque no uso do raciocínio lógico como uma ferramenta fundamental para formular hipóteses. Esta abordagem é fortemente influenciada pelo pensamento de René Descartes, que via na dedução um método seguro para alcançar o conhecimento (Lopes; Hermel; Leite, 2023).  |
| Conhecimentos Prévios                  | São fundamentos que se dão de maneira contextualizada, utilizando exemplos práticos e familiares ao cotidiano dos estudantes. Essas atividades levam a uma investigação com base em um cenário real, a atividade oferece a aplicabilidade de conhecimentos científicos em seus cotidianos, com características que se referem a fundamentos do construtivismo. |
| Questões Problemas                     | São caracterizadas no incentivo aos discentes a realizarem os experimentos e suas observações a partir de questionamentos iniciais. Dessa forma, propõe-se que a investigação ocorra por orientação dos questionamentos.   |
| Planejamento e Condução do Experimento | Refere-se a características que orientam o planejamento e condução do experimento, destacados em laranja, e confere o critério em que há uma instrução por meio de questionamentos aos discentes, sobre como proceder no experimento. No entanto,  |

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
|                                     | nessa proposta, o discente também pode refletir sobre como conduzir as investigações.   |
| Coleta de Dados                     | Refere-se as características de apanhado de todos os dados identificados para responder os questionamentos e compreender o fenômeno analisado. Essa categoria também visa a organização dos dados para responder os questionamentos e hipóteses iniciais.           |
| Análise e Interpretação de Dados    | Consiste na organização sistemática dos dados e as comparações dos resultados com as hipóteses iniciais.  |
| Reflexão e Relações com o Cotidiano | Consideram as características nas atividades que relacionam os conhecimentos com situações cotidianas. Essa proposta possibilita a aplicação dos conhecimentos teóricos no dia a dia, visando facilitar a compreensão dos conceitos científicos de maneira prática. |
| Conclusão e Comunicação             | Remetem a comunicação científica. Essa categoria se pauta na proposta de compartilhar os dados observados, seja por meio de apresentações orais, fotografias, áudios, tabelas, gráficos, dentre outros. E, descrever os resultados identificados.                   |

**Fonte:** Autor (2024)

Dessa forma, mediante a análise, identificam-se três (03) atividades com concepção Construtivista. As unidades de contexto, categorias e unidades de registro foram elencadas pela técnica da Análise de Conteúdo, como nas atividades apresentadas nas concepções anteriores.

A partir da identificação das características das atividades de experimentação, destacamos essas atividades com uma concepção Construtivista. As atividades estão exibidas abaixo, conforme a Figura 13, 14 e 15.

Figura 13 - Atividade B1.3.1

Não escreva no livro.

**ATIVIDADE PRÁTICA**

**Atenção**  
Caso você tenha qualquer problema que o impeça de se exercitar, não realize esta atividade prática.

Organizem-se em grupo. Leiam todo o procedimento antes de iniciar o trabalho.

**Medindo a frequência cardíaca**

**Objetivo**

- Aprender a medir a frequência cardíaca e perceber alterações que ocorrem durante a atividade física.

**Proponha uma hipótese à seguinte questão:**  
Como o exercício físico altera o funcionamento dos sistemas do corpo?

**Material**

- Lápis
- Caderno
- Cronômetro ou relógio

**Procedimento**

1. Meça sua frequência cardíaca utilizando os dedos indicador e médio para encontrar a pulsação de artérias. Dois locais comumente utilizados são:
  - a artéria radial, no fim do antebraço, próximo ao punho;
  - a artéria carótida, na lateral do pescoço.
 As pulsações são equivalentes aos batimentos cardíacos. Sentado, num momento relaxado, conte-as durante 10 segundos e multiplique o valor por 6 para saber o número de batimentos em 1 minuto. Anote o valor no caderno utilizando a unidade bpm (batimentos por minuto).
2. Caminhe lentamente por 3 minutos seguidos e meça novamente sua frequência cardíaca. Anote esse valor.
3. Caminhe rapidamente por 3 minutos seguidos e meça mais uma vez sua frequência cardíaca, anotando o valor no caderno.

**Resultados**

Faça uma tabela em seu caderno para anotar a frequência cardíaca em cada situação.

**Questões**

1. Existe alguma diferença entre os valores obtidos em repouso e após os exercícios? Como você explica esse resultado?
2. Você e seus colegas apresentaram números semelhantes para a frequência cardíaca? Como você pode explicar isso?
3. Com a alteração da frequência cardíaca, você notou alguma mudança na frequência de ventilação pulmonar? Como você explica o que foi observado?
4. Durante a atividade física, é normal que as pessoas suem. Como isso pode alterar o funcionamento do sistema urinário?
5. Há alguma outra diferença que você observou em seu organismo antes e depois do exercício físico? Se sim, descreva.

**Conclusão**

Revisem a hipótese proposta no começo da atividade, comparem-na com suas observações e com as de seus colegas e escrevam no caderno sua própria conclusão.

Revisão: prática, At. 134 do Código Nacional de Biotecnologia em 19 de Setembro de 1996.

32

- |   |  |
|---|--|
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: red; border: 1px solid black;"></span> Proposição de Hipóteses                   | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span> Coleta de Dados                     |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: black; border: 1px solid black;"></span> Conhecimentos Prévios                   | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: green; border: 1px solid black;"></span> Análise e Interpretação de Dados     |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: gray; border: 1px solid black;"></span> Questão Problema                         | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: purple; border: 1px solid black;"></span> Reflexão e Relações com o Cotidiano |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: orange; border: 1px solid black;"></span> Planejamento e Condução do Experimento | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: cyan; border: 1px solid black;"></span> Conclusão e Comunicação               |

Fonte: Autor (2024)


Figura 14 - Atividade B2.3.1

**INVESTIGUE**

Respostas e orientações no Suplemento para o professor.

### Transpiração vegetal

**Contextualização**



Evapotranspiração em bromélia. Esse processo ocorre, principalmente, pelas folhas, por meio de estruturas chamadas estômatos. Em uma planta, aproximadamente 98% da água absorvida pelas raízes é perdida pela transpiração.

De acordo com estudos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), uma árvore, cuja copa apresenta 10 m de diâmetro, é capaz de liberar diariamente mais de 300 L de água (H<sub>2</sub>O) para a atmosfera terrestre. Para árvores maiores, como aquelas com 20 m de diâmetro de copa, esse valor pode chegar a 1000 L diários.

No início do século XIII, o cientista inglês Stephen Hales (1677-1761), ao estudar a fisiologia das plantas e animais, observou que, a cada 24 horas, as plantas absorvem e transpiram 17 vezes mais água que um ser humano.

**Questões**

- A água eliminada no ambiente pela transpiração encontra-se no mesmo estado de agregação da água absorvida pela raiz? Em caso de negação, o que causa essa mudança?
- A transpiração pode interferir na quantidade de energia disponível ao nível trófico seguinte, nesse caso, os consumidores primários? Justifique sua resposta.
- É possível estimar a quantidade de água perdida pela planta durante a transpiração? Em caso afirmativo, de que maneira?

**Orientações**

Junta-se a cinco colegas e elaborem um roteiro a fim de investigar o processo de transpiração dos vegetais, contemplando as questões a seguir.

- Quais componentes abióticos são necessários para ocorrer a transpiração da planta?
- Como faremos a investigação?
- Quais materiais devemos utilizar para montar o experimento?
- Quais cuidados devemos ter durante a investigação?
- Em que local devemos desenvolver a investigação?
- A luminosidade do ambiente e a temperatura interferem na transpiração das plantas?
- Como vamos estimar a quantidade de água perdida pela planta durante a transpiração?

Executem essa investigação propondo soluções para os possíveis problemas que surgirem durante as etapas, que deverão ser registradas por meio de anotações, gravação de áudios e fotografias.

**Análise e divulgação dos dados**

As anotações, gravações de áudio e fotografias deverão ser utilizadas para divulgar os resultados do experimento, por meio de uma apresentação de seminário. Para isso, utilizem um software de edição e de exibição de apresentações gráficas. Adicionem as informações referentes aos questionamentos sugeridos a seguir.


- Descrevam os resultados que vocês observaram nesse experimento.
- As hipóteses levantadas no início da investigação foram aceitas ou refutadas? Expliquem.
- Houve alguma interferência de fatores, como temperatura e luminosidade?
- Como esse experimento pode evidenciar que a manutenção da cobertura vegetal é essencial à manutenção do ciclo hidrológico?

Reprodução proibida. Art. 18º do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

- |   |   |
|---|---|
| <p><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: red; margin-right: 5px;"></span> Proposição de Hipóteses</p> <p><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: black; margin-right: 5px;"></span> Conhecimentos Prévios</p> <p><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: gray; margin-right: 5px;"></span> Questão Problema</p> <p><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: orange; margin-right: 5px;"></span> Planejamento e Condução do Experimento</p> | <p><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> Coleta de Dados</p> <p><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: green; margin-right: 5px;"></span> Análise e Interpretação de Dados</p> <p><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: purple; margin-right: 5px;"></span> Reflexão e Relações com o Cotidiano</p> <p><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: blue; margin-right: 5px;"></span> Conclusão e Comunicação</p> |
|---|---|


Fonte: Autor (2024)

Figura 15 - Atividade B2.6.1



Respostas e orientações no Suplemento para o professor.

### Amadurecimento de frutos climatéricos



DELFINA MARTINS/REUTERS IMAGES

Pessoa colhendo banana verde no município de Linhares, Espírito Santo (2019). A colheita dos frutos verdes facilita o manuseio e o transporte, além de ampliar o tempo de conservação desses itens após a colheita.

**Contextualização**

Frutos climatéricos são aqueles que amadurecem após serem colhidos, devido ao eteno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>), um gás produzido pelo próprio fruto e que atua no seu amadurecimento. Nesse contexto, uma técnica comum utilizada por feirantes para acelerar o amadurecimento de alguns frutos, como abacate, manga, banana e mamão, consiste em embrulhá-los em folhas de jornal. *(Esses são também conhecidos como allegal).*

a) Em sua opinião, por que o papel-jornal favorece o amadurecimento de alguns frutos? Explique sua resposta.

b) O que o feirante poderia fazer para retardar o amadurecimento dos frutos climatéricos?

**Orientações**

Junte-se a dois colegas e elaborem um roteiro de investigação para os fatores que estão relacionados ao amadurecimento de frutos climatéricos envolvidos com papel-jornal. Para isso, considerem as questões a seguir.

- O jornal é o único material que pode ser utilizado no amadurecimento dos frutos climatéricos?
- Qual é a função do papel-jornal no amadurecimento dos frutos climatéricos?
- Que fatores interferem no amadurecimento desse tipo de fruto? Como podemos investigar esses fatores?
- Quais serão os fatores investigados?
- Como será realizada a investigação?
- Quais são os materiais necessários para realizar a investigação?
- Teremos um experimento controle?
- Quais cuidados devemos ter durante o manuseio dos materiais?
- Como serão registrados e coletados os dados observados?









Realizem a atividade de investigação, procurando soluções para os possíveis problemas e dificuldades que surgirem. Utilizando um *smartphone*, registrem todas as etapas por meio de fotos e vídeos e anotem todas as informações pertinentes. Se necessário, pesquisem em livros, artigos científicos e sites confiáveis as informações necessárias para a montagem e a execução do experimento.

**Análise e divulgação dos dados**

Utilizando os arquivos de mídia produzidos e as informações anotadas durante a investigação, elaborem uma apresentação digital com os resultados obtidos e divulgue-a para o restante da turma. Inclua nessa apresentação as respostas das questões a seguir.

1. Quais são as características do fruto que se alteram com o seu amadurecimento?
2. Como o amadurecimento dos frutos pode ser relacionado com as reações químicas?
3. Quais fatores interferiram na rapidez do amadurecimento do fruto?
4. Como podemos aplicar os conhecimentos envolvidos nessa investigação em nosso dia a dia?

Reprodução proibida. Art. 184 da Lei nº 9.610 de 19 de fevereiro de 2008.

- |  |  |
|--|--|
|  Proposição de Hipóteses                |  Coleta de Dados                     |
|  Conhecimentos Prévios                  |  Análise e Interpretação de Dados    |
|  Questão Problema                       |  Reflexão e Relações com o Cotidiano |
|  Planejamento e Condução do Experimento |  Conclusão e Comunicação             |

Fonte: Autor (2024)

Figura 16 - Atividade D1.5.2

**PRÁTICAS DE CIÊNCIAS**

### ESTIMATIVA DE TAMANHO POPULACIONAL

Nesta atividade, você e os colegas vão simular o método da captura e recaptura, utilizado por pesquisadores para estimar o tamanho de populações.

**Material**

- garrafa plástica de 600 mL
- marcador permanente vermelho
- grãos de feijão, de milho ou de grão-de-bico
- copos plásticos (de café)

**Como fazer**

- 1 Organizem-se em grupos de cinco integrantes. Enchem a garrafa de plástico com os grãos (de feijão, de milho ou de grão-de-bico, etc.), que vão representar o número total de indivíduos da população.
- 2 Enchem um dos copos de plástico com parte dos grãos. Contem e marquem os grãos com um traço vermelho para identificá-los. Esses grãos marcados representam a primeira amostra capturada da população (A), a qual é marcada e devolvida ao ambiente. Portanto, o próximo passo será devolver os grãos marcados à garrafa.
- 3 Agitem a garrafa vigorosamente e colham uma segunda amostra, enchendo novamente o copo plástico com os grãos. Contem o número total de grãos no copo (B) e, entre eles, o número de grãos marcados (C). Em seguida, devolvam a segunda amostra à garrafa. Se em uma amostra não aparecerem os grãos marcados, desconsiderem-na e repitam o procedimento de mistura e coleta com o copo. Para que o experimento tenha eficácia, é preciso repetir o procedimento várias vezes. Copiem o modelo de tabela a seguir no caderno e anotem nela os dados, acrescentando linhas à tabela, se necessário.

| Número da coleta ou tentativa | Total de grãos marcados e devolvidos à garrafa (A) | Total de grãos no copo (B) da segunda amostra | Total de grãos marcados no copo (C) | Estimativa do nº total de grãos na garrafa (população) |
|-------------------------------|--|---|-------------------------------------|--|
| //////                        | //////   | //////  | //////                              | //////   |
| //////                        | //////   | //////  | //////                              | //////   |
| //////                        | //////   | //////  | //////                              | //////   |

- 4 Para estimar a quantidade total de grãos na garrafa, utilizem a seguinte fórmula:  

$$\text{População} = \frac{A \cdot B}{C}$$
em que:
  - A é o número total de feijões coletados na 1ª amostra;
  - B é o número total de feijões coletados na 2ª amostra;
  - C é o número de feijões marcados presentes na 2ª amostra.
- 5 Apliquem a fórmula para os dados de cada coleta e, em seguida, calculem a média dos valores de estimativa do número total de grãos na garrafa (população).
- 6 Retirem todos os grãos da garrafa e contem todos eles. Comparem a estimativa com o número real de grãos contidos na garrafa.

**Para concluir**

- 1 Comparem o resultado obtido por seu grupo com os de outras equipes. A estimativa aproximou-se do número total de sementes?
- 2 Qual é a importância desse método em uma situação real de estimativa de tamanho populacional?

Não escreva no livro. 67

- Proposição de Hipóteses
- Coleta de Dados
- Conhecimentos Prévios
- Análise e Interpretação de Dados
- Questão Problema
- Reflexão e Relações com o Cotidiano
- Planejamento e Condução do Experimento
- Conclusão e Comunicação

Fonte: Autor (2024)

Ao realizarmos as análises das atividades, notamos 3 atividades ao todo de experimentação de Concepção Construtivista, totalizando 18, 75% das atividades

analisadas. A análise foi realizada conforme o Quadro 13, em que se apresenta as unidades de registros identificadas.

**Quadro 13 - Unidades de Registro das Atividades com Concepção Construtivista**

| <b>Categorias</b>              | <b>Unidade de Registro</b>  | <b>Atividades</b> |
|--------------------------------|---|-------------------|
| <b>Proposição de Hipóteses</b> | “Proponha uma hipótese a seguinte questão”  | B1.3.1            |
| <b>Conhecimentos Prévios</b>   | “Junte-se a 5 colegas e elaborem um roteiro a fim de investigar o processo de transpiração nos vegetais”,   | B2.3.1            |
|                                | “Em sua opinião, por que o papel-jornal favorece o amadurecimento de alguns frutos? Explique sua resposta? “  | B2.6.1            |
|                                | “Junte-se a 2 colegas e elaborem um roteiro de investigação para os fatores que estão relacionados ao amadurecimento de frutos climatéricos envolvidos com papel-jornal”.   | B2.6.1            |
|                                | “Nesta atividade, você e os colegas vão simular o método da captura e recaptura, utilizado por pesquisadores para estimar o tamanho de populações”  | D1.5.2            |
| <b>Questão Problema</b>        | <p>“A água eliminada no ambiente pela transpiração encontra-se no mesmo estado de agregação da água absorvida pela raiz? Em caso de negação, o que causa essa mudança?”</p> <p>“A transpiração pode interferir na quantidade de energia disponível ao nível trófico seguinte, nesse caso, os consumidores primários? Justifique sua resposta”.</p> <p>“É possível estimar a quantidade de água perdida pela planta durante a transpiração? Em caso afirmativo, de que maneira?”</p> <p>“Quais componentes abióticos são necessários para ocorrer a transpiração da planta?”</p> <p>“A luminosidade do ambiente e a temperatura interferem na transpiração das plantas?”</p> <p>“Como esse experimento pode evidenciar que a manutenção da cobertura vegetal é essencial à manutenção do ciclo hidrológico?”</p> | B2.3.1            |
|                                | <p>“O jornal é o único material que pode ser utilizado no amadurecimento dos frutos climatéricos?”</p> <p>“Qual é a função do papel-jornal no amadurecimento dos frutos climatéricos?”</p> <p>Que fatores interferem no amadurecimento desse tipo de fruto?</p> <p>“Quais são as características do fruto que se alteram com o seu amadurecimento?”</p> <p>“Como o amadurecimento dos frutos pode ser relacionado com as reações químicas?”</p> <p>“Quais fatores interferiram na rapidez do amadurecimento do fruto?”</p>  | B2.6.1            |

|   |  |        |
|---|--|--------|
|   | <p>“Como o exercício físico altera o funcionamento dos sistemas do corpo?”</p> <p>“Durante a atividade física, é normal que as pessoas suem. Como isso pode alterar o funcionamento do sistema urinário?”</p>  | B1.3.1 |
| <b>Planejamento e<br/>Condução do<br/>Experimento</b> | <p>“Como faremos a investigação?”</p> <p>“Quais materiais devemos utilizar para montar o experimento?”</p> <p>“Quais cuidados devemos ter durante a investigação?”</p> <p>“Em que local devemos desenvolver a investigação?”</p>   | B2.3.1 |
|   | <p>“Quais serão os fatores investigados?”</p> <p>“Como será realizada a investigação?”</p> <p>“Quais são os materiais necessários para realizar a investigação?”</p> <p>“Teremos um grupo controle?”</p> <p>“Quais cuidados devemos ter durante o manuseio dos materiais?”</p> <p>“Como serão registrados e coletado os dados observados?”</p>   | B2.6.1 |
|   | <p>“1 Organizem-se em grupos de cinco integrantes. Enchem a garrafa de plástico com os grãos (de feijão, de milho ou de grão-de-bico, etc.), que vão representar o número total de indivíduos da população.”</p> <p>“2 Enchem um dos copos de plástico com parte dos grãos. Contem e marquem os grãos com um traço vermelho para identificá-los. Esses grãos marcados representam a primeira amostra capturada da população (A), a qual é marcada e devolvida ao ambiente. Portanto, o próximo passo será devolver os grãos marcados à garrafa.”</p>   | D1.5.2 |
|   |  |        |
| <b>Coleta de<br/>Dados</b>                            | <p>“Meça sua frequência cardíaca utilizando os dedos indicador e médio para encontrar a pulsação das artérias.”</p> <p>“Caminhe lentamente por 3 minutos seguidos e meça novamente sua frequência cardíaca. Anote esse valor.”</p> <p>“Caminhe rapidamente por 3 minutos seguidos e meça mais uma vez sua frequência cardíaca, anotando o valor no caderno.”</p> <p>“Faça uma tabela em seu caderno para anotar a frequência cardíaca em cada situação”.</p>   | B1.3.1 |
|   | <p>“Agitem a garrafa vigorosamente e colham uma segunda amostra, enchendo novamente o copo plástico com os grãos. Contém o número total de grãos no copo (B) e, entre eles, o número de grãos marcados (C). Em seguida, devolvam a segunda amostra à garrafa. Se em uma amostra não aparecerem os grãos marcados, desconsiderem-na e repitam o procedimento de mistura e coleta com o copo. Para que o experimento tenha eficácia, é preciso repetir o procedimento várias vezes. Copiem o modelo de tabela a seguir no caderno e anatem nela os dados, acrescentando linhas à tabela, se necessário.”</p> | D1.5.2 |

|  |  |        |
|--|--|--------|
| <b>Análise e Interpretação de Dados</b>    | <p>“Executem essa investigação propondo soluções para os possíveis problemas que surgirem durante as etapas, que deverão ser registradas por meio de anotações, gravação de áudio e fotografias”.</p> <p>“As hipóteses levantadas no início da investigação foram aceitas ou refutadas. Expliquem. “</p> <p>“Houve alguma interferência de fatores, como temperatura e luminosidade? “</p>   | B2.3.1 |
|  | <p>“Utilizando os arquivos de mídia produzidos e as informações anotadas durante a investigação, elaborem uma apresentação digital com os resultados obtidos e divulgue-a para o restante da turma.”</p> <p>“Utilizando um smartphone, registrem todas as etapas por meio de fotos e vídeos e anotem todas as informações pertinentes. Se necessário, pesquisem em livros, artigos científicos e sites confiáveis as informações necessárias para a montagem e a execução do experimento.”</p> | B2.6.1 |
|  | <p>“Existe alguma diferença entre os valores obtidos em repouso e após os exercícios? Como você explica esse resultado?”</p> <p>“Você e seus colegas apresentaram números semelhantes para a frequência cardíaca”? Como você explica isso?”</p>  | B1.3.1 |
|  | <p>“4 Para estimar a quantidade total de grãos na garrafa, utilizem a seguinte fórmula:”</p> <p>“5 Apliquem a fórmula para os dados de cada coleta e, em seguida, calculem a média dos valores de estimativa do número total de grãos na garrafa (população).”</p> <p>“6 Retirem todos os grãos da garrafa e contem todos eles. Comparem a estimativa com o número real de grãos contidos na garrafa.”</p>   | D1.5.2 |
| <b>Reflexão e relações com o cotidiano</b> | <p>Como vamos estimar a quantidade de água perdida pela planta durante a transpiração?</p>   | B2.3.1 |
|  | <p>“O que o feirante poderia fazer para retardar o amadurecimento dos frutos climatéricos?”</p> <p>“Como podemos aplicar os conhecimentos envolvidos nessa investigação em nosso dia a dia?”</p>   | B2.6.1 |
|  | <p>“Com a alteração da frequência cardíaca, você notou alguma mudança na frequência de ventilação pulmonar?”</p> <p>“Há alguma outra diferença que você observou em seu organismo antes e depois do exercício físico? Se sim, descreva.”</p>   | B1.3.1 |
|  | <p>“Qual é a importância desse método em uma situação real de estimativa de tamanho populacional?”</p>   | D1.5.2 |
| <b>Conclusão e comunicação</b>             | <p>“Descrevam os resultados que vocês observaram nesse experimento”.</p> <p>“As anotações, gravações, de áudio e fotografia deverão ser utilizadas para divulgar os resultados do experimento, por meio de uma apresentação de seminário. Para isso, utilizem um software de edição e de exibição de apresentações gráficas”.</p>  | B2.3.1 |

|  |  |        |
|--|--|--------|
|  | “Revisem a hipótese proposta no começo da atividade, comparem-na com suas observações e com as de seus colegas e escrevam no caderno sua própria conclusão.” | B1.3.1 |
|  | “Comparem o resultado obtido por seu grupo com os de outras equipes. A estimativa aproximou-se do número total de sementes?”                                 | D1.5.2 |

Fonte: Autor (2024)

Na primeira categoria, conhecimentos prévios, a proposta é explorar e mobilizar os conhecimentos e experiências já aprendidas e/ou vivenciadas. Na atividade (B2.6.1) nota -se momentos que levam em conta os conhecimentos prévios, em um dos trechos desta atividade, destaca-se, “Em sua opinião, por que o papel-jornal favorece o amadurecimento de alguns frutos? Explique sua resposta?”. Essa atividade demonstra a busca pelo engajamento dos estudantes em um processo ativo de retomar um repertório pré-existente, ao mesmo tempo, evidenciam lacunas e concepções que podem ser abordadas ao longo da atividade.

Com essa categoria, compreende-se que a mobilização dos conhecimentos prévios são etapas fundamentais na concepção Construtivista. Esses conhecimentos prévios, além de serem mobilizados, podem servir como uma base sólida para a formulação de hipóteses. Ao retomar o repertório dos discentes, as atividades criam um contexto propício para que estes não somente recordem e apliquem os conhecimentos, mas também levantar possíveis explicações para os fenômenos em questão. Logo, essa categoria também tem implicações na formulação de hipóteses. Na atividade (D1.5.2), os alunos precisam mobilizar conhecimentos anteriores sobre estatística, amostragem e ecologia para compreender a proposta e aplicar a fórmula de estimativa populacional.

A categoria Questão Problema destaca a proposição de questionamentos problematizadores, como “A água eliminada no ambiente pela transpiração encontra-se no mesmo estado de agregação da água absorvida pela raiz? Em caso de negação, o que causa essa mudança?” (B2.3.1), a atividade conecta as compreensões dos processos biológicos à questão ambiental, promovendo uma visão integrada e crítica dos discentes. Esses questionamentos orientam toda a investigação, e fomentam a aplicação de conceitos científicos em contextos reais e relevantes.

A terceira categoria, Planejamento e Condução do Experimento, propõe a organização de como sucederão as atividades. Compreende-se que essa proposta cria a familiarização dos discentes com as práticas científicas. Na atividade B2.3.1,

quando questionam: “Como faremos a investigação?” e “Quais materiais devemos utilizar para montar o experimento?”, fica evidente que esses questionamentos possibilitam o envolvimento ativo dos alunos no processo investigativo.

A categoria Coleta de Dados possibilita a observação e registro das informações de maneira sistemática, como descrito na atividade “Faça uma tabela em seu caderno para anotar a frequência cardíaca em cada situação” (B1.3.1). Essa categoria reforça a necessidade da padronização na coleta de dados, visto que são elementos fundamentais para garantir a validade e a confiabilidade dos resultados. Dado o exposto, compreendemos que ao coletarem os dados, os discentes têm a oportunidade de relacionar variáveis e avaliarem as diferenças dos dados com base na atividade realizada e em evidências empíricas.

A categoria Análise e Interpretação de Dados, sucede da categoria anterior, uma vez que após a organização e coleta dos dados, estes serão analisados e interpretados, momento na qual os discentes revisitarão as suas hipóteses e vão refletir sobre as implicações dos resultados obtidos, essa proposta é evidenciada na Atividade B2.3.1 “Elaborem uma apresentação digital com os resultados obtidos e divulgue-a para o restante da turma” (B2.6.1)”, nota-se que essa atividade estimula a avaliação crítica dos dados, visando identificar padrões e relacionar com as teorias científicas. Essa categoria é de suma importância na Concepção Construtivista, visto que pode desenvolver o raciocínio crítico e fundamentado.

A categoria Reflexão e Relações com o Cotidiano visa realizar conexões do cotidiano com a compreensão dos conceitos científicos. Na atividade B2.6.1, há o questionamento: “O que o feirante poderia fazer para retardar o amadurecimento dos frutos climatéricos?”. Essa questão incentiva os discentes a aplicarem os conhecimentos em contextos práticos e cotidianos, uma vez que, ao discutir estratégias práticas para retardar o amadurecimento de frutos, os alunos necessitam aplicar conhecimentos da fisiologia vegetal de maneira prática. Além disso, questionamentos como “Como podemos aplicar os conhecimentos envolvidos nessa investigação em nosso dia a dia?” (B2.6.1) possibilitam amplitude no repertório dos discentes, incentivando uma proposta investigativa e crítica que podem ser aplicadas em diversos contextos. Isso também se observa na atividade (D1.5.2), na qual os alunos são conduzidos a refletir sobre a relevância desse método em situações reais, como na ecologia, onde é aplicado para estimar populações de animais.

Por fim, a categoria Conclusão e Comunicação dos Resultados é proposta para consolidar os conhecimentos e compartilharem as descobertas, destacamos que essa categoria elenca uma prática fundamental na comunidade científica.

Na unidade de registro “Descrevam os resultados que vocês observaram nesse experimento” (B2.3.1), demonstra o incentivo aos alunos a estruturarem seus argumentos de modo lógico e fundamentado. Além disso, durante o processo de coleta e análise de dados, os estudantes são incentivados a apresentar os resultados de forma visual, por meio da construção de gráficos com diferentes tipos de escalas. Essas representações gráficas são importantes para auxiliar os estudantes a organizarem suas observações e refletir sobre os padrões identificados. Na atividade “As anotações, gravações, de áudio e fotografia deverão ser utilizadas para divulgar os resultados do experimento, por meio de uma apresentação de seminário. Para isso, utilizem um software de edição e de exibição de apresentações gráficas” (B2.3.1), há a proposição do desenvolvimento de habilidades de comunicação científica e o uso de tecnologias educacionais. Em síntese, a atividade proporciona oportunidades para que os alunos revisem suas hipóteses à medida que progridem nas etapas da tarefa, comparando suas observações com as hipóteses iniciais e as conclusões de seus colegas. No final da atividade (D1.5.2) os alunos comparam suas estimativas com o número real de grãos e discutem a eficiência do método, compartilhando suas conclusões. Esse processo de troca de ideias e revisão crítica fortalece o aprendizado ativo e significativo.

Mediante as análises identificadas, destaca-se que as atividades de Concepção Construtivistas podem promover a aprendizagem e a construção de conhecimentos de maneira integrada e colaborativa, em que cada etapa do processo é planejada para o desenvolvimento de conhecimentos específicos, como a argumentação, a organização e a interpretação dos dados.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados deste estudo permitiram identificar e analisar as concepções de experimentação em atividades de Biologia nos Livros Didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no PNLD 2021, atendendo ao objetivo geral do estudo. Ao todo, analisamos 42 livros didáticos e destes, foram identificadas 16 atividades de experimentação. Destas, a análise demonstrou variações na quantidade de concepções empirista-indutivista, dedutivista-racionalista e construtivista, até o momento das análises realizadas.

Com os dados presentes no quadro 9, 11 e 13, é possível notar que os Livros Didáticos descrevem atividades, com pouca complexidade. Dessa maneira, cabe aos docentes reelaborarem algumas atividades de experimentação, dando ênfase em alguns aspectos, promovendo questionamentos que extrapolam aos que os livros propõem.

Enfatiza-se que este estudo não pretende questionar o trabalho dos avaliadores e dos autores dos livros didáticos em relação à concepção de experimentação, mas, demonstrar que, frequentemente, é necessário analisar as atividades e conceitos em prol de uma qualidade cada vez maior no ensino, visando o entendimento de Ciências dos alunos. Admitimos a necessidade de que os processos avaliativos sejam cada vez mais rígidos, não somente pelos avaliadores, mas para que os professores utilizem estes recursos em sala de aula.

Neste estudo não foram identificadas atividades com concepção demonstrativa. Essa ausência também é relevante, uma vez que indica que atividades que visam comprovar fenômenos já conhecidos, sem engajamento crítico e/ou participação ativa dos discentes estão menos comuns nos livros didáticos.

A concepção com maior predominância foi a empirista-indutivista, totalizando nove (09) atividades ao todo, representando 56,25%. Isso demonstra que as atividades, comumente, enfatizam, diretamente, a observação e coleta de dados dos alunos para com o objeto de estudo, visando a generalização dos dados. Porém, a visão empirista de ciência é ultrapassada.

Com relação a esta predominância dos dados, nota-se que nestas atividades de experimentação remetem à proposta de que o aluno deve seguir etapas sugeridas sem realizar intervenções e, posteriormente, ele expressará o conhecimento adquirido na atividade por meio de proposições de explicações. Essa proposta, embora vise o

aperfeiçoamento de habilidades, nem sempre se encontra respaldada no cotidiano, porque, de acordo com Hodson (1994), as habilidades desenvolvidas com atividades de experimentação realizadas em laboratórios, nem sempre terão um uso prático fora dele. Concomitante a essa ideia, Moraes (2008, p. 202) destaca que “não se pode aprender ciências por meio de atividades experimentais do tipo receita ou por um roteiro que apresenta sequência ordenada de atividades que possam ser aplicadas indistintamente a qualquer tipo de situação”; e complementa, “é importante salientar que um experimento não deve envolver os alunos apenas nas tarefas de manipulação de materiais e instrumentos, mas dedicar boa parte do tempo no envolvimento reflexivo do aluno” (Moraes, 2008, p. 203).

Dado o exposto, há críticas a esse tipo de concepção, pois podem desencadear entendimento equivocado sobre a ciência, e, além disso, os discentes “dedicam pouco tempo à análise e interpretação dos resultados e do próprio significado da atividade realizada” (Borges, 2002, p. 296).

Nas análises realizadas, também apresentam atividades de experimentação na concepção Dedutivista-Racionalista, embora em menor quantidade. Ao todo, identificou-se três (3) atividades, totalizando (18,75%). Essas atividades demonstram a construção e/ou reconstrução dos conhecimentos dos discentes pela estruturação de conceitos já existentes, visando descrever, compreender e agir sobre a realidade e não considerar uma verdade definitiva, mas provisória e sujeita a transformações recorrentes (Rosito, 2008). Além disso, essas atividades desempenham uma função relevante ao promover a interpretação crítica.

Diferentemente das atividades empiristas-indutivistas, que comumente priorizam a coleta e a observação dos dados de modo linear, as atividades com concepção dedutivista-racionalista oferecem aos alunos, a possibilidade de questionarem os fenômenos observados, fundamentado em hipóteses prévias, teorias subjacentes e a utilização do raciocínio lógico, o que implica em uma maior integração dos conceitos com a experimentação. Essa proposta se fundamenta com as ideias de Rosito (2008, p. 201), em que destaca que “o conhecimento científico é uma construção humana que pretende descrever, compreender e agir sobre a realidade e não é considerado uma verdade definitiva, é provisório e sujeito a transformações e a reconstruções”.

Nota-se que na unidade (B1.1.1), em que propõe “Revisem a hipótese proposta no começo da atividade, comparem-na com suas observações e com as de seus

colegas e elaborem uma conclusão”,\_há uma ressignificação dos conceitos com base na atividade realizada, possibilitando a reconstrução dos conhecimentos científicos. Dito isso, nota-se que essas atividades enfatizam o raciocínio hipotético-dedutivo, que segundo Hodson (1994), é central para o desenvolvimento de uma compreensão científica com criticidade, em que o aluno se envolve ativamente ao confrontar e validar os conceitos teóricos. Destacamos que essa validação da compreensão dos conceitos científicos é fundamental para que o conhecimento científico não seja visto apenas como um conjunto de respostas prontas, e sim um campo do conhecimento aberto a revisões e novas interpretações.

Ao analisar as atividades sob essa concepção, observamos similaridade com a racionalidade prática descrita por Diniz-Pereira (2014), em que desafiam os discentes a tomarem decisões contextuais durante a realização da atividade de experimentação. Neste viés, os discentes não seguem, somente, etapas e instruções, mas também interpretar os resultados e a decidir sobre a validade das hipóteses iniciais propostas.

Dado o exposto, é possível afirmar que a concepção Dedutivista-Racionalista corresponde a uma funcionalidade significativa no desenvolvimento de habilidades críticas dos discentes. Como defendido por Borges (2002) quando as atividades de experimentação promovem a interpretação lógica dos resultados, os discentes desenvolvem uma compreensão da Ciência de maneira dinâmica e ampla. Essa proposta, além de promover maior compreensão dos conceitos científicos, possibilita que os discentes desenvolvam uma visão mais crítica da Ciência.

Além destas, as atividades com concepção Construtivista, também foram identificadas em pequena quantidade, representando quatro (04) atividades, totalizando (25%). Essa proposta demonstra atividades mais interativas aos debates e discussões e a comunicação científica. Além disso, os alunos são incentivados a mobilizarem seus conhecimentos prévios para a proposição de hipóteses, realizar atividades de experimentação e formularem conclusões com base nos dados coletados e analisados. Contudo, compreende-se que essa concepção permite maior flexibilidade e autonomia dos alunos, promovendo maior liberdade na compreensão dos conhecimentos, ao invés de meros receptores de informações. Observamos unidades de registros que destacam essa inserção do discente, na prática, apresentados na atividade (B1.3.1) “Revisem a hipótese proposta no começo da atividade, comparem-na com suas observações e com as de seus colegas e escrevam no caderno sua própria conclusão.”. Com essas atividades os discentes possuem um

momento de interação entre a turma e o professor, de maneira a refletirem e debaterem.

Contudo, embora as atividades construtivistas estimulem debates e atividades reflexivas, segundo Oliveira, Teixeira e Martins (2022) essa concepção demonstra uma priorização da mobilização dos conhecimentos prévios e da interação social no processo de construção do conhecimento.

Consoante a esta proposta, segundo Rosito (2003, p. 203) “as atividades experimentais devem ter sempre presente a ação e a reflexão. Não basta envolver os alunos na realização de experimentos, mas também procurar integrar o trabalho prático com a discussão, análise e interpretação dos dados obtidos”. Concomitante a essas ideias, Güllich e Silva (2011) verificaram uma frequência comum de atividades nos Livros Didáticos que destacam uma Ciência reproducionista, que se impõe principalmente por meio da experimentação, destacando uma visão distorcida da produção e do trabalho científico pelos discentes. Como discutido na seção 2, na seção 2.4, essa proposta de Ciência que visa demonstrar um fenômeno, promove uma barreira na compreensão da Experimentação na Ciência, uma vez que o discente não faz discussões e reflexões sobre o que está sendo aprendido. Os dados desta pesquisa possibilitam argumentar sobre a relação da Concepção com a compreensão da Experimentação na Ciência. E concomitante as ideias propostas, destacamos que essa visão foi predominante em nossa análise, uma vez que as atividades empiristas-indutivistas tendem a ser atividades de cunho observatório e com procedimentos estabelecidos para proposição de generalização, sem envolver o discente em uma construção mais profunda dos conceitos científicos.

Segundo Fagundes (2007, p. 329) “o questionamento reconstrutivo é um meio que o indivíduo possui para elaborar e executar um projeto no qual ele possa reconstruir o conhecimento já existente a partir de estratégias que o levem a tanto”. Isto significa que essas reconstruções do conhecimento devem ser mediadas pelo envolvimento de diálogo e discussão, ação e reflexão. Neste viés, nas análises realizadas, destacamos que as análises demonstraram lacunas significativas neste aspecto, uma vez que enquanto se criam espaços para o desenvolvimento de habilidades manipulativas e de coleta de dados, raramente se promovem espaços para questionamentos e interpretações.

Dados os resultados identificados, compreendemos que ao responder os objetivos específicos que consistem na discussão de como a experimentação pode

contribuir para a compreensão dos estudantes sobre a concepção de experimentação na ciência, fica evidente que as concepções de experimentação apresentadas nos Livros Didáticos visam o desenvolvimento de habilidades cognitivas, como a proposição de hipóteses, a proposição de generalização, os procedimentos a serem realizados, a dedução e conclusão dos resultados, a coleta de dados, a análise e interpretação dos dados, as reflexões e relações com o cotidiano e a importância da comunicação científica, e com isso, há maior compreensão dos discentes sobre a experimentação na ciência no sentido de promover a construção do conhecimento científico. Sem dúvidas, essas atividades podem ser potencializadas para melhor contribuir na compreensão dos discentes, possibilitando a formação de cidadãos mais críticos e reflexivos.

Contudo, atividades analisadas neste estudo que se apresentam de maneira muito simplista de experimentação. Isto é, com foco excessivo em instruções diretas e resultados previsíveis. Isso ocorre principalmente nas atividades com predominância da concepção empirista-indutivista, na qual prioriza a observação e a coleta de dados, sem considerar os processos de interpretação e questionamentos. Com isso, esse tipo de atividade maximiza a oportunidade de engajamento dos alunos para a criticidade e a reflexão. Na compreensão de Fagundes (2007) é notável a interdependência entre a teoria e as atividades de experimentação, isso porque em Ciências não há teoria desvinculada da prática, nem prática dos seus pressupostos teóricos.

Em comparativo aos diversos resultados identificados em outras obras, compreendemos que há uma predominância de concepções demonstrativas e empirista-indutivista nos Livros Didáticos de Biologia.

No estudo de Kupske, Hermel e Güllich (2014) destacam a análise de Livros Didáticos aprovados no PNLD de 2011, em que identificou a predominância de atividades de experimentação que reforçam a concepção demonstrativa e empirista-indutivista. Essas concepções mostram aos alunos que as atividades de experimentação são um conjunto de conhecimentos a serem reproduzidos, sem que haja a necessidade da criticidade e da reflexão. Contudo, além destas atividades, identificou-se, em menor quantidade, atividades dedutivista-racionalista e construtivista, na qual compreende que estas promovem uma abordagem reflexiva e investigativa da Ciência.

Concomitante a estes dados, no artigo intitulado de “Atividades e Concepções de Experimentação em Guias para o Professor de uma Coleção de Livros Didáticos de Ciências” de Silva e Santos (2014), os autores analisaram os Guias e Recursos Didáticos para o Professor da Coleção Projeto Buriti: ciências, do 2º ao 5º ano, em sua terceira edição (2013). Com essa análise, destacaram a predominância da concepção demonstrativa e empirista-indutivista, e em menor quantidade, a dedutivista-racionalista e a construtivista. Relacionando os dados destes artigos com este estudo, identifica-se uma semelhança dos dados, uma vez que há predominância de atividades com a concepção empirista-indutivista, e de forma minoritárias, as atividades de experimentação com concepção dedutivista-racionalista e construtivista. Compreendemos que essas diferenças de predominância das concepções epistemológicas demonstram uma limitação na formação de uma visão crítica e reflexiva da experimentação na Ciência.

Além do limitante exposto, compreendemos que diversos experimentos estão presentes nos Livros Didáticos para, somente, motivarem os alunos, mas para Hodson (1994) a motivação não pode ser o principal motivo para realizar uma atividade de experimentação, porque por mais interessante que possam parecer, nem todos os alunos se interessam por ela. Logo, a experimentação não pode ser concebida apenas como uma atividade para comprovar teorias e leis já discutidas ou como um instrumento para estimular a curiosidade dos discentes.

Em suma, a experimentação deve transcender a simples reprodução de procedimentos predeterminados, esta deve ser utilizada como uma ferramenta para aprofundarem a compreensão científica, a promoção de habilidades cognitivas, como a análise crítica, a proposição de hipóteses e a resolução de problemas, além de contribuir para a formação de cidadãos mais críticos e reflexivos.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Ensino de Biologia visa à compreensão profunda dos conceitos científicos, transcendendo a simples memorização. Para isso, prioriza práticas pedagógicas que estimulem o desenvolvimento do pensamento crítico, da reflexão e da autonomia dos estudantes. Nesse contexto, a experimentação assume um papel crucial, oferecendo oportunidades para coleta de dados, observação sistemática, análise e formulação de hipóteses. Desse modo, a experimentação se configura como uma proposta eficaz para o ensino de Ciências da Natureza, sobretudo na Biologia, pois possibilita aos alunos não só a aquisição de conhecimento conceitual, mas também o desenvolvimento da capacidade de aplicar e interpretar esse conhecimento em diferentes contextos.

A análise das diversas Concepções Epistemológicas de Experimentação, conforme categorizadas nas atividades presentes nos livros didáticos, apresentou um desafio considerável. A elaboração dessas categorias envolveu dificuldades, devido à complexidade inerente ao Ensino de Biologia. Tais categorias, embora de natureza teórica, refletem distintas abordagens pedagógicas que nem sempre se apresentam de forma clara. Frequentemente, as atividades de experimentação podem exibir características de mais de uma concepção epistemológica, tornando sua classificação um processo complexo e passível de diferentes interpretações.

A classificação das atividades de experimentação é desafiadora devido à natureza híbrida das práticas pedagógicas. É comum encontrarmos atividades que combinam elementos de diferentes abordagens, como a Empirista-Indutivista, a Dedutivista-Racionalista e a construtivista. Essa fluidez entre as concepções torna a tarefa de classificar as atividades de forma rígida e excludente bastante complexa. Uma classificação precisa dessas atividades demanda um esforço minucioso de interpretação, que vai além do conteúdo aparente. É necessário analisar o contexto mais amplo em que as atividades estão inseridas e como as diversas concepções epistemológicas se entrelaçam. A complexidade dessas interações, especialmente em atividades de experimentação presentes em livros didáticos, torna a classificação um desafio que exige uma abordagem cuidadosa.

Com isso, a definição e a aplicação dessas categorias não foram arbitrárias, mas resultaram de um processo cuidadoso para compreender a complexidade das diferentes formas de abordar e ensinar o conhecimento científico.

Em relação ao objetivo geral desta pesquisa, na qual consistiu na identificação e análise das Concepções Epistemológicas de Experimentação presentes nos Livros Didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no PNLD 2021, compreendemos que os resultados evidenciaram uma predominância de atividades com abordagem Empirista-Indutivista, evidenciando que os livros didáticos priorizam práticas de coleta de dados, indução e generalizações a partir da observação. Esse enfoque, em muitos casos, reflete uma abordagem mais descritiva e baseada em dados observáveis. Porém, os resultados apontam que essa visão, apesar de essencial em alguns contextos, pode ser limitante no desenvolvimento de habilidades. A abordagem empirista-indutivista, que enfatiza práticas de coleta de dados e indução a partir da observação direta, possui um valor inquestionável, especialmente quando os alunos estão tendo o primeiro contato com os fenômenos biológicos. Contudo, ao se concentrar exclusivamente em dados observáveis e inferências baseadas em generalizações induzidas, essa visão pode restringir o desenvolvimento de habilidades críticas mais profundas, como o pensamento reflexivo e a capacidade de fazer conexões entre diferentes conceitos.

Deste modo, por meio da análise efetuada, entende-se que a presença predominante da concepção Empirista-Indutivista nas atividades experimentais dos livros didáticos representa uma limitação significativa para o potencial educativo. Isso ocorre porque o Ensino de Biologia transcende a simples coleta de dados e análise empírica. Para uma formação discente eficaz, as atividades de experimentação devem ser elaboradas sob uma perspectiva mais abrangente, que incorpore diversas concepções epistemológicas. A ênfase em atividades com concepção empirista-indutivista pode levar os discentes a compreenderem a Ciência como um processo que se restringe a coleta de dados e a observação de leis teóricas. Com base nas evidências científicas elencadas na fundamentação teórica, compreende-se que a Ciência deve ser vista de maneira dinâmica, criativa, crítica e em constantes reconstruções, seguindo um conhecimento dialético.

Destacar a concepção empirista-indutivista é tendenciar uma visão pautada na observação, sem que haja a necessidade de explorarem a complexidade teórica subjacente que em muitos casos, orientam a formulação de hipóteses e a interpretação dos dados. Além disso, o uso dessa abordagem nos livros didáticos pode limitar o desenvolvimento de habilidades investigativas mais críticas, como a

proposição de questionamentos e a interlocução do problema analisado com situações do cotidiano.

A integração de outras concepções epistemológicas, como a Dedutivista-Racionalista e a Construtivista nos livros didáticos é fundamental para enriquecer o entendimento dos discentes sobre a natureza da Ciência. Visto que as atividades com concepção Dedutivista-Racionalista possibilitam aos discentes compreenderem como as teorias e modelos científicos orientam a investigação por meio da dedução e do raciocínio lógico.

A abordagem Dedutivista-Racionalista, por exemplo, estimula a aplicação de princípios teóricos na formulação de hipóteses e deduções fundamentadas em conhecimentos preexistentes, favorecendo uma perspectiva mais sistemática e integrada.

Já as atividades com concepção Construtivistas possibilitam maior autonomia investigativa, por meio da promoção de atividades em que os discentes são incentivados a formularem questionamentos, investigarem problemas e construir conexões entre os conhecimentos teóricos e suas aplicações em contextos reais. Mobilizando o papel ativo do aluno na construção do conhecimento, possibilitando a mobilização de saberes prévios e a reflexão crítica sobre os dados obtidos.

Portanto, entende-se que é necessário que as próximas edições dos livros didáticos de Ciências da Natureza, com enfoque em Biologia, incluam atividades que priorizem as concepções Dedutivista-Racionalista e Construtivista. Isso não só diversificaria as abordagens dos conceitos biológicos, mas também aprimoraria a formação dos alunos, preparando-os melhor para os desafios contemporâneos que demandam habilidades críticas e a capacidade de interligar diferentes conhecimentos.

Assim, a nossa pesquisa oferece uma contribuição para o campo do Ensino de Biologia e da experimentação, ao salientar a importância de revisões e inovações nas práticas pedagógicas e na concepção dos livros didáticos. As categorias propostas, fundamentadas nas unidades de contexto: Demonstrativa, Empirista-Indutivista, Dedutivista-racionalista e Construtivista, proporcionam uma nova perspectiva para analisar e debater a experimentação no Ensino, fomentando discussões sobre a incorporação de diferentes abordagens para o enriquecimento do Ensino de Biologia e o fortalecimento do desenvolvimento de competências mais complexas nos alunos.

O objetivo específico da pesquisa visou discutir de que forma a experimentação pode auxiliar na compreensão discente acerca da concepção de experimentação na

Ciência. A análise demonstrou que a predominância de atividades Empirista-Indutivistas nos livros didáticos examinados impõe sérias restrições à formação de habilidades críticas e à compreensão mais aprofundada dos conceitos científicos pelos alunos. Essas atividades, que frequentemente dão prioridade à coleta de dados e à indução a partir da observação, acabam simplificando os conceitos e limitando a abordagem reflexiva e teórica.

A constatação de uma baixa incidência de atividades Dedutivista-Racionalistas e Construtivistas pode prejudicar o desenvolvimento de habilidades cruciais, como a verificação de previsões, a formulação de hipóteses e a interação entre teoria e prática. Essa baixa incidência pode originar uma concepção distorcida da experimentação na Ciência. Além disso, essa limitação tende a reduzir a complexidade e aprofundamento dos conhecimentos científicos, desconsiderando a essencial interação entre teoria e prática para o desenvolvimento de uma compreensão mais abrangente e crítica.

Adicionalmente, a ênfase excessiva na indução e na experimentação centrada na observação pode promover uma visão fragmentada da Ciência, que concebe o conhecimento como algo isolado das teorias, hipóteses e práticas mais abrangentes. Tal visão distorcida pode conduzir os alunos a uma compreensão incompleta da natureza da ciência, que abrange tanto o processo indutivo quanto o dedutivo, além da análise crítica e reflexiva. Assim, a concentração exclusiva nas concepções Empirista-Indutivistas pode concorrer para a formação de uma visão reducionista e simplificada do conhecimento científico, comprometendo a capacidade dos estudantes de aplicá-lo de forma autônoma e contextualizada.

É fundamental que os materiais didáticos, em especial os livros, e de forma mais abrangente os recursos pedagógicos, assegurem um equilíbrio das concepções epistemológicas que abranja todas as perspectivas cruciais da experimentação científica.

Assim, esta pesquisa oferece uma contribuição relevante para o meio científico ao evidenciar lacunas cruciais no Ensino de Biologia, sobretudo no que concerne às atividades experimentais presentes nos livros didáticos. A classificação dessas atividades, seguindo as concepções epistemológicas de cunho Demonstrativo, Empirista-Indutivista, Dedutivista-Racionalista e Construtivista, viabilizou uma análise minuciosa e rigorosa das práticas de experimentação contidas nos livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Por fim, o embasamento teórico e metodológico deste estudo pode contribuir para pesquisas na área de Ensino de Biologia, com ênfase na análise de concepções epistemológicas em práticas pedagógicas. Desse modo, almeja-se que os resultados desta investigação subsidiem a construção de um ensino mais consistente e proveitoso, fomentando uma formação científica crítica e autônoma. Tais contribuições não apenas enriquecem o campo da pesquisa em Ensino de Biologia, como também estimulam futuras investigações acerca da concepção de experimentação presente nos livros didáticos e em outros materiais didáticos.

## REFERÊNCIAS

- ABAD, Alberto; ABAD, Thais Marques. Análise de conteúdo na pesquisa qualitativa. **Alternativas Cubanas en Psicología**, [Havana], v. 10, p. 28, p. 24-32, 2022.
- ALMEIDA, Ismael de; GUIMARÃES, Carmen Regina Parisotto. Pluralismo didático: contribuições na aprendizagem dos conteúdos de ciências e biologia. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 12, n. 5, p. 302-314, 2017.
- ALVES FILHO, Jose Pinho. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. 2000. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000a
- ALVES FILHO, Jose Pinho. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 2, p. 174-188, 2000b.
- ANDRADE, Maria José Dias; ABÍLIO, Francisco José Pegado. Alfabetização Científica no Ensino de Biologia: uma leitura fenomenológica de concepções docentes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 429-453, 2018.
- ARAÚJO, Ulisses F. **Temas transversais, pedagogia de projetos e mudanças na educação: práticas e reflexões**. São Paulo: Summus Editorial, 2014.
- ATAIDE, Márcia Cristiane Eloi Silva; SILVA, Boniek Venceslau da Cruz. As metodologias de ensino de ciências: contribuições da experimentação e da história e filosofia da ciência. **HOLOS**, Natal, v. 4, p. 171-181, 2011.
- AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.
- AXT, Rolando; MOREIRA, Marco Antonio. O ensino experimental e a questão do equipamento de baixo custo. **Revista de Ensino de física**, São Paulo, v. 13, p. 97-103, 1991.
- BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro. **STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica**. Porto Alegre: Penso Editora, 2020.
- BACON, Francis. **Aforismos sobre a interpretação da natureza e o reino do homem**. São Paulo: Nova Cultural, 1999.
- BALL, Stephen J. *et al.* A constituição da subjetividade docente no Brasil: um contexto global. **Revista Educação em Questão**, Natal, v. 46, n. 32, p. 9-36, 2013.
- BARROS, José D'Assunção. A elaboração textual de hipóteses—uma contribuição ao seu esclarecimento no ensino de metodologia. **Revista Educação em Questão**, Natal, v. 33, n. 19, p. 305-328, 2008.

BATISTA, Heloísa Fernanda Francisco; OLIVEIRA, Guilherme Saramago; CAMARGO, Clarice Carolina Ortiz de. Análise de conteúdo: pressupostos teóricos e práticos. **Revista Prisma**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 48-62, 2021.

BATISTA, Vagner Luiz. **Estímulos e limitações para a utilização de aulas práticas por professores de Ciências Biológicas**. 2020. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

BENDER, Willian N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso Editora, 2015.

BITTENCOURT, Circe Fernandes. **A história do livro didático brasileiro: momentos do livro didático brasileiro**. São Paulo: Abrelivros, 2020. Folder.

BOLLMANN, Maria Graça Nóbrega; AGUIAR, Letícia Carneiro. LDB-projetos em disputa: da tramitação à aprovação em 1996. **Retratos da Escola**, Brasília v. 10, n. 19, p. 407-428, 2016.

BONFIM, Maria Núbia Barbosa; NASCIMENTO, Ilma Vieira do; MORAES, Lélia Cristina Silveira de. **Currículo Escolar: dimensões pedagógicas e políticas**. São Luis: EDUFMA, 2010.

BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

BORGES, Regina Maria Rabello; MORAES, Roque. **Educação em Ciências nas séries iniciais**. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1998.

BORINELLI, Márcio Luiz. **Estrutura conceitual básica de controladoria: sistematização à luz da teoria e da práxis**. 2006. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Escolha PNLD 2021: Objeto 2 - Áreas do conhecimento** 2021. Brasília: MEC, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/programas-do-livro/pnld/escolha-pnld-2021-2013-objeto-2-areas-do-conhecimento>. Acesso em: 22 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Brasília: MEC, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de Livros Didáticos – PNLD 2012**. Brasília: CNE, 2011.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 1.006, de 30 de dezembro de 1938**. Estabelece as condições de produção, importação e utilização do livro didático. Rio de Janeiro: Presidência da República, 1938.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 93, de 21 de dezembro de 1937**. Cria o Instituto Nacional do Livro. Rio de Janeiro: Presidência da República, 1937.

BRASIL. **Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014.** Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília: Ministério da Educação, 2006. v. 2

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução nº 7, de 14 de dezembro de 2010.** Fixa Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental de 9 (nove) anos. Brasília: MEC: CNE, 2010.

BUSATO, Ivone do Rocio Hubie. **Desenvolvimento de metodologia adequada à disciplina de biologia, que permita uma diminuição da visão fragmentada do saber e contemple uma visão mais integrada e holística.** 2001. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

CAMPANARIO, Juan Miguel; MOYA, Aida. ¿ Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. **Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas**, Bellaterra, v. 17, n. 2, p. 179-192, 1999.

CARDOSO, Márcia Regina Gonçalves; OLIVEIRA, Guilherme Saramago; GHELLI, Kelma Gomes Mendonça. Análise de conteúdo: uma metodologia de pesquisa qualitativa. **Cadernos da FUCAMP**, Monte Carmelo, v. 20, n. 43, p. 98 - 111, 2021.

CARVALHO, Ítalo Nascimento; NUNES NETO, Nei Freitas; EL-HANI, Charbel N. Como selecionar conteúdos de biologia para o ensino médio? **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 67-100, 2011.

CASSIANO, Célia Cristina de Figueiredo. **O mercado do livro didático no Brasil do século XXI.** São Paulo: Editora Unesp, 2016.

CASTRO, Kleyva de Almeida; CERQUEIRA, Lenicy Lucas Miranda. O uso de Mapas Conceituais no Processo de Ensino-Aprendizagem de Células no Ensino Fundamental. **REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, v. 12, p. e24005-e24005, 2024.

CHASSOT, Attico Inácio. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação.** Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

CHOPPIN, Alain. The Emmanuelle textbook project. **Journal of Curriculum studies**, London, v. 24, n. 4, p. 345-356, 1992.

CHOPPIN, Jeffrey M. **How teachers' discourse practices affect student engagement in the context of mathematics reform.** Wisconsin-Madison: University of Wisconsin-Madison, 2004.

CIAVATTA, Maria. O ensino integrado, a politecnia e a educação omnilateral. Por que lutamos? **Trabalho & Educação**, Belo Horizonte, v. 23, n. 1, p. 187-205, 2014.

CORNEJO, Jorge; LÓPEZ ARRIAZU, Francisco. La enseñanza de la Física en la Escuela Media Argentina (1880-1930): un análisis desde los manuales escolares.

**Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 326-341, 2009.

CORRÊA, Cintia Chung Marques; DORO, Fernanda Gonçalves. Origem e trajetória do Plano Nacional do Livro e do Material Didático e a relação com o desenvolvimento de formação de leitores. **Biblioteca Escolar em Revista**, Ribeirão Preto, v. 9, n. 1, p. 1-21, 2023.

COUTINHO, Fábio; TEIXEIRA, Francimar. Concepções de ensino-aprendizagem de materiais didáticos de subprojetos do PIBID/Biologia. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 13, n. 1, p. 181-196, 2020.

DANTAS, Jéferson Silveira. Os cadernos formativos do PNEM e suas implicações na configuração curricular do ensino médio para a juventude brasileira. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 98, p. 293-310, 2017.

DESCARTES, René. **Discurso do método**. Tradução de Maria Ermantina Galvão. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

DEWEY, John. **Democracy and education**. New York: Simon & Schuster, 1997.

DI GIOVANNI, Geraldo. **As estruturas elementares das políticas públicas**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas: NEPP, 2009.

DIAS, Rosanne Evangelista; LÓPEZ, Silvia Braña. Conhecimento, interesse e poder na produção de políticas curriculares. **Currículo sem fronteiras**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 53-66, 2006.

DINIZ-PEREIRA, Júlio Emilio. Da racionalidade técnica à racionalidade crítica: formação docente e transformação social. **Perspectivas em Diálogo**, Naviraí, v. 1, n. 1, p. 34-42, 2014.

DIVARDIN, Danielle de Carla. **O audiovisual educativo no Brasil**: um estudo de caso sobre a produção dos conteúdos digitais para o PNLD 2014. 2017. 138 f. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017.

DURÉ, Ravi Cajú; ANDRADE, Maria José Dias; ABÍLIO, Francisco José Pegado. Ensino de biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano? **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 13, n. 1, p. 259-272, 2018.

FAGUNDES, Suzana Margarete Kurzmann. Experimentação nas aulas de Ciências: um meio para a formação da autonomia. In: GALIAZZI, M. C. *et al.* **Construção curricular em rede na educação em ciências**: uma aposta de pesquisa na sala de aula. Ijuí: Unijui, 2007. p. 408.

FERREIRA, Eliza Bartolozzi; TARTAGLIA, Leonara Margotto; BASTOS, Roberta Freire. Políticas inovadoras para o ensino médio no Brasil: um estudo de caso do ProEMI. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 102, n. 262, p. 742-763, 2021.

FERREIRA, Márcia Serra; SELLES, Sandra Escovedo. Entrelaçamentos históricos das Ciências Biológicas com a disciplina escolar Biologia: investigando a versão azul do BSCS. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas** [...]. Baurú: ABRAPEC, 2005. p. 28-49.

FERREIRA, Renata Felix de Oliveira. **Análise de textos e imagens sobre febre amarela nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio da Educação Básica**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino Biociências e Saúde) – Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2021.

FILATRO, Andrea Cristina. **Como preparar conteúdos para EAD**. São Paulo: Saraiva Educação SA, 2018.

FILATRO, Andrea Cristina; BILESKI, Sabrina M. Cairo. **Produção de conteúdos educacionais**. São Paulo: Saraiva Educação SA, 2017.

FLICK, Uwe. **Desenho da pesquisa qualitativa**. São Paulo: Penso, 2009.

FONSECA, Carmen. **A política externa do governo Lula: retórica, ambivalência e pragmatismo**. São Paulo: Editora FGV, 2022.

FRACALANZA, Hilário. Ciências e Livros Didáticos de Biologia. **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 7, n. 22, p. 138-148, 1986.

FRANÇA, Denise Medina; SEPULVEDA, José. O Ensino de Matemática em Tempos de Ditadura no Brasil (1965-1975) e a Circulação das Ideias de Zoltan Dienes (1965-1975). In: FRANÇA, D.M.A.; VILANOVA, F.; LAÍNEZ, A. E. G., LUSTOSA, G. (org.). **Liberdades no/do Brasil?: os processos da independência e da formação das populações (1815-2022)**. Rio de Janeiro: Mauad, 2023. p. 353-382.

FRANCO, Maria Laura Puglisi Barbosa. **Análise de conteúdo**. Campinas: Autores Associados, 2020.

FREITAG, Barbara; MOTTA, Valéria Rodrigues; COSTA, Wanderly Ferreira. **O estado da arte do livro didático no Brasil**. Brasília: INEP: REDUC, 1987.

FREITAG, Bárbara; MOTTA, Valéria Rodrigues; COSTA, Wanderly Ferreira da. **O livro didático em questão**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 1997.

FREY, Klaus. Políticas Públicas: um debate conceitual e reflexões referentes a prática da análise de políticas públicas no Brasil. **Planejamento e Políticas Públicas**, Brasília, n. 21, p. 211-259, 2000.

GADOTTI, Moacir; FREIRE, Paulo.; TORRES, Carlos Alberto. **Estado e educação popular**. Campinas: Papirus, 1992.

GALIAZZI, Maria do Carmo; GONÇALVES, Fábio Peres. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. **Química nova**, São Paulo, v. 27, p. 326-331, 2004.

GATTI, Bernardete A.; GOLDBERG, Maria Amélia Azevêdo. Influência dos "kits" os cientistas no desenvolvimento do comportamento científico em adolescentes. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 10, p. 13-23, 1974.

GEMIGNANI, Elizabeth Yu Me Yut. Formação de professores e metodologias ativas de ensino-aprendizagem: ensinar para a compreensão. **Fronteiras da Educação**, Recife, v. 1, n. 2, p. 1-27, 2013.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.

GOMES, Romeu. A análise de dados em pesquisa qualitativa. *In*: MINAYO, Maria Cecília de Souza. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 14. ed. Petrópolis: Vozes, 1994. p. 67-79.

GOMES, Romeu. A análise de dados em pesquisa qualitativa. *In*: MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 26. ed. Petrópolis: Vozes, 2007. cap. 4.

GONDIM, Maria Stela da Costa; MÓL, Gerson de Souza. Saberes populares e ensino de ciências: possibilidades para um trabalho interdisciplinar. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 30, p. 3-9, 2008.

GRAMOWSKI, Vilmarise Bobato; DELIZOICOV, Nadir Castilho; MAESTRELLI, Sylvia Regina Pedrosa. O PNLD e os guias dos livros didáticos de ciências (1999-2014): uma análise possível. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 19, p. e2571, 2017.

GUIMARÃES, Ricardo Rangel. Método hipotético-dedutivo x empirismo/indutivismo: uma crítica ao positivismo lógico e a importância e relevância dos experimentos de pensamento para o ensino de ciências. *In*: ESCOLA DE INVERNO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 7.; ESCOLA DE INVERNO DE ENSINO DE FÍSICA, 1., 2021, Santa Maria. **Anais** [...]. Santa Maria: Universidade federal de Santa Maria, 2021. p. 145-150.

GÜLLICH, Roque Ismael da Costa; SILVA, Lenice Heloísa de Arruda. O enredo da experimentação no livro didático: reprodução de teorias e verdades científicas. *In*: ENCONTRO REGIONAL SUL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 5.; SIMPÓSIO LATINO AMERICANO E CARIBENHO DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS DO INTERNATIONAL COUNCIL OF ASSOCIATIONS FOR SCIENCE EDUCATION, 4., 2011, Londrina. **Anais** [...]. Londrina: UEL, 2011.

GÜLLICH, Roque Ismael da Costa; SILVA, Lenice Heloísa de Arruda. O enredo da experimentação no livro didático: construção de conhecimentos ou reprodução de teorias e verdades científicas? **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 155-167, 2013.

HALLEWELL, Laurence. **O livro no Brasil: sua história**. São Paulo: Edusp, 2005.

HODSON, Derek. Experiments in science and science teaching. **Educational Philosophy and Theory**, Randwick, v. 20, n. 2, p. 53-66, 1988.

HODSON, Derek. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**: Revista de investigación y experiencias didácticas, Bellaterra, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

HÖFLING, Eloisa de Mattos. Notas para discussão quanto à implementação de programas de governo: em foco o Programa Nacional do Livro Didático. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 21, p. 159-170, 2000.

HOFSTEIN, Avi; LUNETTA, Vincent N. The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. **Science Education**, Salem, v. 88, n. 1, p. 28-54, 2004.

KONDER, Leandro A. M. C. O ensino de Ciências no Brasil: um breve resgate histórico. *In*: CHASSOT, Attico. **Ciência, ética e cultura na educação**. São Leopoldo: UNISINOS, 1998. p. 25-67.

KOYRÉ, Alexandre; SANTOS, Carlos Solís. **Del mundo cerrado al universo infinito**. Madrid: Siglo xxi, 1979.

KRASILCHIK, Myriam. **Professor e o currículo das Ciências**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1987.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, p. 85-93, 2000.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: Edusp, 2004.

KUPSKE, Carine; HERMEL, Erica E. S.; GÜLLICH, R. I. da C. Concepções de experimentação nos livros didáticos de Ciências. **Revista Contexto & Educação**, Ijuí, v. 29, n. 93, p. 138-156, 2014.

LABURÚ, Carlos Eduardo. Problemas abertos e seus problemas no laboratório de física: uma alternativa dialética que passa pelo discursivo multivocal e univocal. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 231-256, 2003.

LACERDA, Divaniella de Oliveira; ABÍLIO, Francisco José Pegado. Experimentação: análise de conteúdo dos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio (publicados no período de 2003 a 2013). **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 12, n. 8, p. 163-183, 2017.

LAJOLO, Marisa. Livro didático: um (quase) manual de usuário. **Em aberto**, Brasília, v. 16, n. 69, p. 1-9, 1996.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2004.

LAVOURA, Tiago Nicola; ALVES, Melina Silva; SANTOS JUNIOR, Cláudio de Lira Santos. Política de formação de professores e a destruição das forças produtivas: BNC-formação em debate. **Práxis Educacional**, Vitória da Conquista, v. 16, n. 37, p. 553-577, 2020.

LEITE, Cheylla Jayna Silva Nascimento; COSTA, Odaléia Alves da. Aulas práticas no ensino de Biologia: uma análise no portal BDTD. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, Florianópolis, v. 16, n. 2, p. 1329-1342, 2023.

LIRA, Cynthia Gomes de. **A natureza da ciência nas atividades experimentais do livro do professor, "Nutrição e locomoção no organismo humano"-Projeto Sabiah!**. 2019. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

LONGHINI, Iara Mora. Diferentes contextos do ensino de biologia no Brasil de 1970 a 2010. **Educação e fronteiras**, Dourados, v. 2, n. 6, p. 56-72, 2012.

LOPES, Eduarda da Silva. **Concepções de Experimentação nos currículos dos cursos de licenciatura em ciências biológicas das Instituições Federais do sul do país**. 2022. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2022.

LOPES, Eduarda da Silva; HERMEL, Erica Do Espírito Santo; LEITE, Fabiane Andrade. A experimentação e o currículo: Concepções e teorias entrelaçadas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, [s. l.], v. 22, n. 2, p. 282-296, 2023.

LOPES, Mario Marcos; PLATZER, Maria Betânea. O uso de recursos didáticos como estratégia no ensino de Ciências e Biologia. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, Araraquara, v. 16, n. 1, p. 173-182, 2013.

LUNARDI, Larissa; SILVA, Jonas Cegelka da. Entre o pensar e o fazer: compreensões epistemológicas de professores sobre a prática pedagógica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 192-212, 2024.

MACEDO, Delano Marcelino *et al.* As mídias digitais como recurso didático para o ensino de genética e biologia molecular. **Revista Uniaraguaia**, Araguaia, v. 7, n. 7, p. 134-148, 2015.

MAINARDES, Jefferson. Abordagem do ciclo de políticas: uma contribuição para a análise de políticas educacionais. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 27, p. 47-69, 2006.

MAINARDES, Jefferson; STREMEL, Silvana; SOARES, Solange Toldo. Aspectos teórico-epistemológicos da pesquisa em Política Educacional no Brasil: mapeamento e reflexões. **Movimento-Revista de Educação**, Rio de Janeiro, n. 8, p. 43-74, 2018.

MARANDINO, Martha; SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Marcia Serra. **Ensino de Biologia**: histórias e práticas em diferentes espaços educativos. São Paulo: Cortez Editora, 2009.

MARCONDES, Maria Inês. Disciplinas e integração curricular: história e políticas. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 23, p. 293-298, 2002.

MARICONDA, Pablo Rubén; LACEY, Hugh. Galileu e a ciência moderna. **Especiaria**: Cadernos de Ciências Humanas, Ilhéus, v. 9, n. 16, p. 267-292, 2006.

MARQUES, Marconi Urquiza E. Denilson Bezerra. **Análise de conteúdo**. Joinville: Clube de Autores, 2021.

MASSONI, Neusa Teresinha; MOREIRA, Marco Antonio; SILVA, Maria Teresinha Xavier. Revisitando a noção de “Método Científico”. **Thema: Revista Científica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas**, Pelotas, v. 15, n. 3, p. 905-926, 2018.

MEGID NETO, Jorge; FRACALANZA, Hilário. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, p. 147-157, 2003.

MEINARDI, Elsa *et al.* **Educar en Ciencias**. Buenos Aires: Paidós, 2010.

MELO, Jonas Both; KUPSKE, Carine; SANTO HERMEL, Erica do Espírito. As imagens nos livros didáticos de biologia celular do ensino superior. **Ciências em Foco**, Viçosa, v. 7, n. 1, p. 10-10, 2014.

MELONI, Reginaldo Alberto. O ensino das ciências da natureza no Brasil–1942/1970. **Revista Linhas**, Florianópolis, v. 19, n. 39, p. 191-215, 2018.

MILAGRES, Patricia Suziel Lima da Rocha; SIMÕES, Bruno dos Santos. Elementos da relação com o saber experimental na visão de docentes de Ciências da Natureza. **Revista Insignare Scientia**, Cerro Largo, v. 7, n. 1, p. 266-287, 2024.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 18. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. São Paulo: Hucitec, 1992.

MOEHLECKE, Sabrina. O ensino médio e as novas diretrizes curriculares nacionais: entre recorrências e novas inquietações. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 17, p. 39-58, 2012.

MORAES, Maria Cândida. Ecologia dos saberes. **Hidelbrando dos Santos Soares**, p. 71, 2008.

MOREIRA, Lúcia Vaz de Campos; MENEGAT, Jardelino. **Métodos e técnicas de pesquisas científicas**. São Paulo: Editora Dialética, 2022.

MOREIRA, Marco Antônio. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, v. 1, n. 3, p. 25-46, 2011.

MOREIRA, Mateus Luís; DINIZ, Renato Eugênio da Silva. **O laboratório de Biologia no Ensino Médio: infraestrutura e outros aspectos relevantes**. São Paulo: Editora da UNESP, 2003. v. 1, p. 295-305.

NAGUMO, Paula Yumi; OLIVEIRA, Adriano Dias de; INGLEZ, Glaucia Colli. Os kits da coleção “Os Cientistas” e a experimentação no ensino de ciências na década de 1970: um estudo de caso no Instituto Butantan. **Ciência em Tela**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 1-10, 2018.

NARDI, Roberto. **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil**: alguns recortes. São Paulo: Escrituras, 2007.

NASCIMENTO, Fabrício; FERNANDES, Hylío Laganá; MENDONÇA, Viviane Melo. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, v. 10, n. 39, p. 225-249, 2010.

OLIVEIRA, Alexandre Alberto Queiroz; CASSAB, Mariana; SELLES, Sandra Escovedo. Pesquisas brasileiras sobre a experimentação no ensino de Ciências e Biologia: diálogos com referenciais do conhecimento escolar. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 12, n. 2, p. 183-209, 2012.

OLIVEIRA, Maria Auxiliadora Monteiro. **Políticas públicas para o ensino profissional**. São Paulo: Papirus Editora, 2016.

OLIVEIRA, Wilza Mara; TEIXEIRA, Catarina; MARTINS, Adriano Eurípedes Medeiros. Reflexões sobre os modelos tradicional e construtivista no ensino de biologia para uma educação emancipatória. **Conjecturas**, Caxias do Sul, v. 22, n. 12, p. 858-872, 2022.

OMNÉS, Roland. **Filosofia da ciência contemporânea**. São Paulo: Unesp, 2010.

OTTO, Clarícia; CAIMI, Flávia Eloisa; SILVA, Mônica Martins da. A História escolar na formação de jovens do ensino médio. **Perspectiva**, [Florianópolis], v. 32, n. 2, p. 395-404, 2014.

PAIVA, Adriana Borges; OLIVEIRA, Guilherme Saramago; HILLESHEIM, Mara Cristina Piolla. Análise de conteúdo: uma técnica de pesquisa qualitativa. **Revista Prisma**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 16-33, 2021.

PAZ, Adalberto Domingos. FNDE: à memória sobre sua trajetória institucional. **Cadernos do FNDE**, Brasília, v. 4, n. 9, p. 983-983, 2023.

PEREIRA, Maria Zuleide da Costa; SANTOS, Edilene da Silva. Globalização e políticas curriculares no Brasil de 1985 a 2006: entre os processos de regulação e emancipação. **Revista Espaço do Currículo**, João Pessoa, v. 1, n. 1, p. 65-99, 2008.

PEYNEAU, Arthur Cardoso *et al.* O Livro Didático: sua Importância para a Educação. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, Teófilo Otoni, v. 3, n. 1, p. 1-14, 2022.

PINHEIRO, Regiane Machado de Sousa; ECHALAR, Adda Daniela Lima Figueiredo; QUEIROZ, José Rildo de Oliveira. As políticas públicas de livro didático no Brasil: editais do PNLD de Biologia em questão. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 37, p. e81261, 2021.

POPPOLINO, Gleici Guimarães. **Utilizando a abordagem histórica com experimentação para trabalhar conceitos de química no ensino médio**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2013.

- PRAIA, João; CACHAPUZ, António; GIL-PÉREZ, Daniel. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 8, p. 253-262, 2002.
- PRESTES, Maria Elice Brzezinski; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. Observação e experimentação animal no século XVIII: os estudos de Abraham Trembley sobre a hidra. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 16, n. 2, p. 345-369, 2014.
- QUEIROZ, Maria Neuza Almeida; HOSOUME, Yassuko. As disciplinas científicas do ensino básico na legislação educacional brasileira nos anos de 1960 e 1970. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 20, 2019.
- RAMOS, Marise Nogueira. O currículo para o ensino médio em suas diferentes modalidades: concepções, propostas e problemas. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 32, p. 771-788, 2011.
- RANDI, Marco Antonio Ferreira. **Criação, aplicação e avaliação de aulas com jogos cooperativos do tipo RPG para o ensino de biologia celular**. 2011. Tese (Doutorado em Biologia celular e estrutural) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.
- RIBAS, Jéssica Erd; SANTOS, Guilherme Pinto; STURZA, Raquel Brum. Formação integral, interdisciplinaridade e contextualização no currículo do ensino médio brasileiro: que conceitos são esses?. **Actas**, [s. l.], v. 4, p. 1-16, 2017.
- RICHAUDEAU, François. **Conception et production des manuels scolaires**: guide pratique. Paris: Unesco, 1979.
- ROCHA, Helenice Aparecida Bastos; MAGALHÃES, Marcelo de Souza. O ensino médio brasileiro em questão: integração curricular e formação de professores. **Perspectiva**, [Florianópolis], v. 32, n. 2, p. 453-473, 2014.
- RODRIGUES, Larissa Zancan; GRAMOWSKI, Vilmarise Bobato. Livros didáticos de Ciências e Biologia: os critérios de avaliação do PNLEM/PNLD em foco. *In*: SIMPÓSIO DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - SINECT, 4., 2014, Ponta Grossa. **Anais** [...]. Curitiba: UTFPR, 2014. p. 1-13.
- ROSA, Marcelo D'Aquino. O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e os livros didáticos de ciências. **REPPE**, Cornélio Procópio, v. 1, n. 2, p. 132-149, 2017.
- ROSITO, Berenice Alvares. O Ensino de Ciências e a Experimentação. *In*: MORAES, Roque (ed.). **Construtivismo e ensino de ciências**: reflexões epistemológicas e metodológicas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p. 195-208.
- ROSITO, Berenice Álvares. O ensino de ciências e a experimentação. *In*: MORAES, Roque (org.). **Construtivismo e Ensino de Ciências**: reflexões epistemológicas e metodológicas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008. p. 33-49.
- SANTOS, Aline Renata dos; SILVA, Janssen Felipe da. Políticas educacionais de livros didáticos no Brasil e na Colômbia: um olhar dos estudos pós-coloniais. **Revista Espaço do Currículo**, João Pessoa, v. 13, n. 1, p. 138-152, 2020.

SAVIANI, Dermeval. **As concepções pedagógicas na história da educação brasileira**. Campinas: Unicamp, 2005. Texto elaborado no âmbito do projeto de pesquisa “O espaço acadêmico da pedagogia no Brasil”, financiado pelo CNPq.

SAVIANI, Dermeval. Formação de professores no Brasil: dilemas e perspectivas. **Revista Poiesis Pedagógica**, Catalão, v. 9, n. 1, p. 7-19, 2011.

SECCHI, Leonardo; COELHO, Fernando de Souza; PIRES, Valdemir. **Políticas Públicas: conceitos, casos práticos: questões de concursos**. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2020.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, Jéssica Emily dos Santos. O uso de imagens como recurso facilitador da aprendizagem em biologia. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, Papicu, v. 1, n. 1, p. 135-135, 2020.

SILVA, Luziana de Aquino; SANTOS, Maria Cristina Ferreira dos. Atividades e concepções de experimentação em guias para o professor de uma coleção de livros didáticos de Ciências. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia**, Florianópolis, v. 7, p. 5186-5197, 2014.

SILVA, Pedro Paulo Santos; SILVA, Francisco Hermes Santos; SILVA, Maria de Fátima Vilhena. O construtivismo e a experimentação como tendências pedagógicas e metodológicas para o ensino de física moderna. **Revista Interações**, Santarém, Pt, v. 11, n. 39, p. 430-444, 2015.

SILVA, Sebastião Franco da; NÚÑEZ, Isauro Beltrán. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes: reflexões teórico-metodológicas. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, p. 1197-1203, 2002.

SILVA, Tiago Rodrigues. A escrita da História da Disciplina Escolar Biologia no Brasil (2011-2022): uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**, Cascavel, v. 7, n. 1, p. 66-88, 2023.

SMITH, Plínio Junqueira. Ciência, experimento e história em Bacon. **Revista de Filosofia Moderna e Contemporânea**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 7-36, 2017.

SOARES, Flávia; ROCHA, José Lourenço. As políticas de avaliação do livro didático na Era Vargas: a Comissão Nacional do Livro Didático. **Zetetike**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 81-112, 2005.

SODRÉ, Ana Patrícia dos Santos. **Atividades experimentais no ensino de ciências na educação básica: revisão integrativa de artigos científicos no período de 2010 a 2020**. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade Facmais, Inhumas, 2022.

SOUTO, Emily Karoliny da Silva Cunha. et al. A utilização de aulas experimentais investigativas no ensino de ciências para abordagem de conteúdos de microbiologia. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 10, n. 2, p. 59-69, 2015.

SOUZA, José Raul; SANTOS, Simone Cabral Marinho. Análise de conteúdo em pesquisa qualitativa: modo de pensar e de fazer. **Pesquisa e Debate em Educação**, Juiz de Fora, v. 10, n. 2, p. 1396-1416, 2020.

SOUZA, Lucas Scarpini; FERREIRA E SILVA, Victor. História e autoritarismo: uma análise dos mecanismos de censura e dos conteúdos didáticos sobre os indígenas durante o regime militar. **Revista Eletrônica História em Reflexão**, Dourados, v. 15, n. 30, p. 15-26, 2021.

SOUZA, Robson Pequeno de; MOITA, Filomena M. C. da S. C.; CARVALHO, Ana Beatriz Gomes (org.). **Tecnologias digitais na educação**. Campina Grande: Eduepb, 2011.

SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 1-22, 2008.

TEIXEIRA, Elder Sales; FREIRE JUNIOR, Olival; EL-HANI, Charbel Niño. A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 15, n. 3, p. 529-556, 2009.

TOMIO, Daniela *et al.* As imagens no ensino de ciências: o que dizem os estudantes sobre elas? **Caderno pedagógico**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 25-40, 2013.

TSAI, Chin-Chung. Laboratory exercises help me memorize the scientific truths: A study of eighth graders' scientific epistemological views and learning in laboratory activities. **Science Education**, Salem, v. 83, n. 6, p. 654-674, 1999.

URSI, Suzana *et al.* Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 32, p. 7-24, 2018.

VALADARES, Jorge. O Ensino Experimental das Ciências: do conceito à prática: investigação/Ação/Reflexão. **Revista Proformar on-line**, Ponte de Lima, PT, v. 13, p. 1-15, 2006.

VERGARA, Sylvia Constant. Razão e intuição na tomada de decisão: uma abordagem exploratória. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, p. 120-138, 1991.

VIEIRA, Sofia Lerche. **Política educacional em tempos de transição: 1985-1995**. São Paulo: Editora Plano, 2000.

VINHOLI JÚNIOR, Ailton José; PRINCIVAL, Guilherme Cunha. Modelos didáticos e mapas conceituais: biologia celular e as interfaces com a informática em cursos técnicos do IFMS. **Holos**, Natal, v. 2, p. 110- 112, 2014.

WAI, Hnin Oo; KHINE, Su Su. An investigation into the difficulties of students in learning biology. **Journal of the Myanmar Academy of Arts and Science**, Yangon, v. 18, n. 9, p. 183-197, 2020.

WALCZAK, Aline Teresinha; MATTOS, Kéli Renata Corrêa; GÜLLICH, Roque Ismael da Costa. O que dizem os livros didáticos de Biologia sobre a experimentação?! **Ensino & Pesquisa**, União da Vitória, v. 15, n. 3, p. 221-237, 2017.

WENG, Cathy *et al.* Enhancing students' biology learning by using augmented reality as a learning supplement. **Journal of Educational Computing Research**, Farmingdale, v. 58, n. 4, p. 747-770, 2020.

WESENDONK, Fernanda Sauzem; PRADO, Letícia. Atividade didática baseada em experimento: discutindo a implementação de uma proposta investigativa para o ensino de física. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 10, n. 1, p. 54-80, 2015.

ZAMBERLAN, Edmara Silvana Joia; SILVA, Marcos Rodrigues da. O ensino de evolução biológica e sua abordagem em livros didáticos. **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 37, n. 1, p. 187-212, 2012.

ZAMBON, Luciana Bagolin; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. Políticas de material didático no Brasil: organização dos processos de escolha de livros didáticos em escolas públicas de educação básica. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 94, n. 237, p. 585-602, 2013.

ZANETTE, Marcos Suel. Pesquisa qualitativa no contexto da Educação no Brasil. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 65, p. 149-166, 2017.

ZANETTINI, Natalia Lami. **Experimentação no Ensino de Ciências**: critérios do Programa Nacional do Livro Didático – Ensino Fundamental (1996-2019). 2022. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do ABC, São Paulo, 2022.