

**UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL**  
**PRÓ-REITORIA ACADÊMICA**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA

LUCIMARA AFONSO CASTILHO

O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO COMO  
INSTRUMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA  
EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA: POSSIBILIDADES E  
DESAFIOS



**ULBRA**

Canoas, 2025.

**UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL**  
**PRÓ-REITORIA ACADÊMICA**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA



LUCIMARA AFONSO CASTILHO

O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO COMO INSTRUMENTO PARA O  
DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA: POSSIBILIDADES E  
DESAFIOS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil para obtenção do título de Doutor em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Leticia Azambuja Lopes (Mar/2021-Set/2024)  
Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Arlete Beatriz Becker Ritt (Set/2024-Abr/2025)

Canoas, 2025.

---

**Catálogo na Publicação (CIP)**

C352e

Castilho, Lucimara Afonso

O Ensino de Ciências por Investigação como Instrumento para o Desenvolvimento da Educação Ambiental Crítica: Possibilidades e Desafios / Lucimara Afonso Castilho – 2025

259fl. ; il.

Orientador(as): Prof<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Leticia Azambuja Lopes; Prof<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Arlete Beatriz Becker Ritt

Tese(doutorado) Universidade Luterana do Brasil, programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

1. Ensino de Ciências. 2. Ensino por Investigação. 3. Educação Ambiental Crítica. I Ritt, Arlete Beatriz Becker. II. Título.

CDU 502/504

---

Bibliotecária Responsável: Ana Lídia Alves CRB10/2298

LUCIMARA AFONSO CASTILHO

O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO COMO INSTRUMENTO PARA O  
DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA: POSSIBILIDADES E  
DESAFIOS

Tese apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Ensino de Ciências e  
Matemática da Universidade Luterana do  
Brasil para obtenção do título de Doutor em  
Ensino de Ciências e Matemática.

Data de Aprovação: 02/05/2025.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Evelise Pereira Ferreira  
Secretaria Educação Canoas

---

Prof. Dr. Marcus Vinicius Veiga Serafim  
Professor da Rede Estadual e Municipal do município de Caxias do Sul

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Janaina Dias Godinho  
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA

---

Prof. Dr. Rossano André Dal-Farra  
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Letícia Azambuja Lopes (Orientadora Mar/2021-Set/2024)  
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Arlete Beatriz Becker Ritt (Orientadora Set/2024-Abr/2025)  
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA

Dedico essa tese a meu amado pai,  
Sebastião Serafim Afonso, em memória.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente e, imensamente, a Deus, à minha mãe, irmã e sobrinhos, pelo apoio moral e por propiciar o sentimento de família e de pertencimento, que acalenta, mesmo estando ausente do convívio familiar em muitos momentos da escrita. Agradeço, em memória, ao meu pai, pelo exemplo de honestidade, trabalho, esforço e dedicação à família. Agradeço, com muito amor, ao meu filho Pedro Afonso Castilho Soares e ao meu esposo, Valdis Castilho Soares Júnior, por me ajudarem a sorrir, ser feliz e ter força nas horas difíceis em que pesavam as dúvidas, as angústias e a solidão da pesquisa. Agradeço de coração a todas/os as/os parceiras/os e colaboradoras/es dessa pesquisa, professora Micheli Cristina da Silva Oliveira, professora Izabel Alves da Silva e o Sr. José Rodrigues da Silva, profa. Simoni Maria Loverde Oliveira, coordenadora Lindinalva Alves da Silva, coordenadora Angelita Silva de Souza, secretário Jânio Uoshington Douglas de Souza Almeida, professora Dulcilene Rodrigues Fernandes, amigas e colegas de trabalho professora Rosângela Ferreira Domingues, professora Wedna Mineira de Souza, Diretora Liliane Oliveira de Souza, Diretora Márcia Garuzzi de Lima Vieira e, em memória, nosso amado diretor Pedro Valuz Ribeiro. Agradeço com muito carinho a todos os estudantes do 1º ano “D” do período matutino do ano 2022 da Escola Estadual Professor Domingos Aparecido dos Santos, que me acolheram afetosamente na turma durante as aulas da disciplina Eletiva de Ciências da Natureza e permitiram minha observação, participação e integração nas atividades desenvolvidas. Agradeço, com muita amizade, a todos os docentes que contribuíram prontamente com essa pesquisa, dedicando parte do seu precioso tempo de trabalho pedagógico respondendo ao nosso questionário. Faço um agradecimento especial às minhas orientadoras Dr.<sup>a</sup> Letícia Azambuja Lopes e Dr.<sup>a</sup> Arlete Beatriz Becker Ritt, por terem me presenteado com a amizade, pela demonstração de empatia e compreensão com os momentos pessoais difíceis. Agradeço por todos os conselhos e ensinamentos sobre a pesquisa, pois a partir dos nossos diálogos fui apurando meu olhar para as várias possibilidades das práticas pedagógicas relacionadas ao ensino de Ciências. Agradeço aos meus órgãos empregadores, Secretaria de Educação do Estado de Mato Grosso (SEDUC) e Secretaria Municipal de Educação de Rondonópolis (SEMED), pelo incentivo por meio das Licenças de Qualificação Profissional.

“Eu gostaria de ser lembrado como um sujeito que amou profundamente o mundo e as pessoas, os bichos, as árvores, as águas, a vida” (Freire, Entrevista, 1997).

## RESUMO

Esta pesquisa foi realizada com estudantes do Ensino Médio e docentes da área Ciências da Natureza de uma escola estadual do município de Rondonópolis-MT, tendo como objetos de estudo o ensino de Ciências por investigação e a educação ambiental crítica. O objetivo central foi compreender as possibilidades e os desafios em promover a construção de conhecimentos relacionados ao bioma Cerrado, na perspectiva da educação ambiental crítica, por meio de uma sequência investigativa. O ensino de Ciências no Brasil, acompanhando as transformações sociais, vem sendo pautado por diferentes abordagens, como a formação de cientistas e a formação técnica para o trabalho. A partir da redemocratização, na década de 1980, assimilando as correntes construtivistas e críticas, surgiram tendências como o ensino de Ciências por investigação com compromisso científico e social. Já a educação ambiental crítica propõe-se à construção de conhecimentos alicerçados em uma leitura problematizadora do mundo, com vistas à sua transformação, buscando articular teoria e prática no sentido da superação das desigualdades sociais e ambientais. O método adotado na pesquisa pautou-se por uma dimensão teórica, circunscrita na abordagem qualitativa. E em uma dimensão instrumental, baseada na pesquisa participativa que se fundamenta nos conceitos de democracia, humanidade e horizontalidade. As técnicas utilizadas para a construção dos dados com os estudantes foram: as entrevistas semiestruturadas e o desenvolvimento de uma sequência de ensino investigativo (SEI) com o tema bioma Cerrado. Com docentes da área Ciências da Natureza foram aplicados questionários com questões objetivas e subjetivas. Os pressupostos teóricos foram estruturados a partir da análise de documentos educacionais oficiais e da revisão de literatura, cujos trabalhos científicos selecionados contribuíram para a escolha dos aportes teóricos. A pesquisa empírica com estudantes revelou que a tendência do ensino de Ciências por investigação, aplicada por meio da SEI, é um instrumento potente na construção de conhecimentos e no desenvolvimento de habilidades. Após participarem da SEI, os estudantes apresentaram apropriação de conhecimentos básicos sobre o bioma Cerrado, como suas características gerais, distribuição geográfica e espécies nativas. Também construíram conhecimentos científicos e críticos relacionados às denominações *floresta invertida* e *berço das águas*, além de apresentarem argumentos consistentes sobre as causas dos impactos ambientais, a importância e as possibilidades de conservação do bioma. A intervenção didática da SEI também favoreceu o desenvolvimento de habilidades como curiosidade, criatividade, autonomia, criticidade e participação democrática. Nesse sentido, compreende-se que as sequências investigativas favorecem a alfabetização científica, ao propiciarem condições para que os estudantes formulem questões-problema, elaborem hipóteses, analisem dados, produzam conclusões e, dessa forma, construam conhecimentos científicos sobre temas diversos. Quanto à pesquisa com os docentes, foram apontadas como possibilidades do ensino por investigação o trabalho com projetos e a promoção da alfabetização científica. Os principais desafios do trabalho com metodologias investigativas envolvem a falta de formação específica, a precarização das condições de trabalho e a desvalorização da carreira docente.

**Palavras-chaves:** ensino de Ciências; ensino por investigação; educação ambiental crítica.

## ABSTRACT

This research was conducted with high school students and teachers in the area of Natural Sciences from a state school in the city of Rondonópolis-MT, with the teaching of Sciences through investigation and critical environmental education as the objects of study. The main objective was to understand the possibilities and challenges in promoting the construction of knowledge related to the Cerrado biome, from the perspective of critical environmental education, through an investigative sequence. Science education in Brazil, in line with social transformations, has been guided by different approaches, such as the training of scientists and technical training for work. Since the redemocratization of Brazil in the 1980s, assimilating constructivist and critical currents, trends have emerged, such as the teaching of science through investigation with scientific and social commitment. Critical environmental education, on the other hand, proposes the construction of knowledge, based on a problematizing reading of the world, with a view to its transformation. Seeking to articulate theory and practice in order to overcome social and environmental inequalities. The method adopted in the research was guided by a theoretical dimension, limited to the qualitative approach, and an instrumental dimension, based on participatory research, based on the concepts of democracy, humanity and horizontality. The techniques used to construct the data with the students were semi-structured interviews and the development of an investigative teaching sequence (SEI) with the theme of the Cerrado biome. Questionnaires with objective and subjective questions were applied to teachers in the area of Natural Sciences. The theoretical assumptions were structured based on the analysis of official educational documents and the literature review, whose selected scientific works contributed to the choice of theoretical contributions. The empirical research with students revealed that the trend of teaching science through investigation, applied through SEI, is a powerful instrument in the construction of knowledge and the development of skills. After participating in the SEI, the students presented basic knowledge about the Cerrado biome, such as its general characteristics, geographic distribution and native species. They also built scientific and critical knowledge related to the terms inverted forest and cradle of waters, in addition to presenting consistent arguments about the causes of environmental impacts, the importance and possibilities of conservation of the biome. The SEI didactic intervention also favored the development of skills such as curiosity, creativity, autonomy, critical thinking and democratic participation. In this sense, it is understood that investigative sequences favor scientific literacy by providing conditions for students to formulate problem-questions, develop hypotheses, analyze data, produce conclusions and, in this way, build scientific knowledge on diverse topics. Regarding research with teachers, possibilities for teaching through research were identified as working with projects and promoting scientific literacy. The main challenges of working with investigative methodologies involve the lack of specific training, precarious working conditions and the devaluation of the teaching career.

**Keywords:** Science teaching; teaching by inquiry; critical environmental education.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização de Rondonópolis-MT .....	19
Figura 2 - Fotos da E. E. Professor Domingos Aparecido dos Santos .....	24
Figura 3 - Artigos selecionados para a Revisão de Literatura .....	29
Figura 4 - Área ocupada por bioma no território brasileiro .....	86
Figura 5 - Perfil das principais fitofisionomias do Cerrado.....	88
Figura 6 - Conjunto de participantes da pesquisa e instrumentos utilizados .....	115
Figura 7 - Cabeçalho da sequência de ensino investigativo.....	116
Figura 8 - Componentes do roteiro: parte 1.....	116
Figura 9 - Componentes do roteiro: parte 2.....	117
Figura 10 - Desenvolvimento da sequência de ensino investigativo .....	117
Figura 11 - Questões problematizadoras emitidas na primeira roda de conversa...	128
Figura 12 - Exemplo de como as questões foram projetas para os estudantes .....	129
Figura 13 - Charge apresentada aos estudantes na roda de conversa.....	135
Figura 14 - Charge apresentada aos estudantes na roda de conversa.....	136
Figura 15 - Charge apresentada aos estudantes na roda de conversa.....	137
Figura 16 - Pesquisas, leituras e resumos sobre o Cerrado.....	144
Figura 17 - Representação de anotações e resumos dos estudantes sobre o Cerrado .....	145
Figura 18 - Área de Cerrado onde ocorreu a aula de campo .....	148
Figura 19 - Aula de campo em uma área de Cerrado .....	148
Figura 20 - Confecção de materiais sobre o Cerrado.....	150
Figura 21 - Exemplo de história em quadrinho criada pelos estudantes .....	151
Figura 22 - Exemplo de história em quadrinho criada pelos estudantes .....	151
Figura 23 - Representação da participação dos estudantes na Mostra .....	153
Figura 24 - Representação das produções dos estudantes apresentados na Mostra .....	153

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Artigos encontrados a partir dos descritores .....	28
---	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>CONTEXTO DA PESQUISA</b> .....	<b>13</b>
2.1	JUSTIFICATIVA.....	13
2.2	PROBLEMA DE PESQUISA.....	15
2.3	OBJETIVOS.....	15
<b>2.3.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	<b>15</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>15</b>
2.4	DE ONDE FALO: PERCURSO PROFISSIONAL E INQUIETAÇÕES.....	16
2.5	CARACTERIZAÇÃO GERAL DO AMBIENTE DA PESQUISA.....	18
<b>2.5.1</b>	<b>O município de Rondonópolis do Estado de Mato Grosso</b> .....	<b>18</b>
<b>2.5.2</b>	<b>A Escola Estadual Professor Domingos Aparecido dos Santos</b> .....	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>26</b>
3.1	METODOLOGIA DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA.....	26
3.2	RESULTADO DOS ARTIGOS ENCONTRADOS E SELECIONADOS.....	28
3.3	DISCUSSÃO DOS ARTIGOS SELECIONADOS.....	30
<b>3.3.1</b>	<b>Ensino de Ciências por investigação</b> .....	<b>32</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Educação ambiental crítica</b> .....	<b>39</b>
<b>4</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>47</b>
4.1	A INTERFACE ENTRE O ENSINO DE CIÊNCIAS E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	47
<b>4.1.1</b>	<b>As políticas públicas para o ensino de Ciências</b> .....	<b>53</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Tendências investigativas no ensino Ciências</b> .....	<b>58</b>
4.2	O NOVO ENSINO MÉDIO E A ÁREA CIÊNCIAS DA NATUREZA.....	66
4.3	TEMAS CONTEMPORÂNEOS TRANSVERSAIS.....	71
<b>4.3.1</b>	<b>A educação ambiental e a crítica político-econômica</b> .....	<b>73</b>
<b>4.3.2</b>	<b>O bioma Cerrado como tema para a educação ambiental crítica</b> .....	<b>85</b>
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>98</b>
5.1	A PESQUISA NA ABORDAGEM QUALITATIVA.....	98
<b>5.1.1</b>	<b>A pesquisa baseada na participação</b> .....	<b>100</b>
<b>5.1.2</b>	<b>Análise reconstrutiva do discurso</b> .....	<b>106</b>
5.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	110
<b>5.2.1</b>	<b>Instrumentos da construção de dados</b> .....	<b>114</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Seqüência de ensino investigativo sobre o Cerrado</b> .....	<b>115</b>

5.2.3	Perfil dos participantes da pesquisa.....	120
6	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>124</b>
6.1	SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA .....	125
6.1.1	Etapa I – Atividades de exploração do problema.....	126
6.1.2	Etapa II– Atividades de sistematização dos conhecimentos .....	141
6.1.3	Etapa III – Atividades de contextualização e aplicação .....	145
6.1.4	Indicadores da alfabetização científica dos estudantes.....	154
6.2	O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NA VISÃO DOS DOCENTES.....	175
6.2.1	As práticas investigativas dos docentes .....	175
6.2.2	As possibilidades do ensino por investigação .....	181
6.2.3	Os desafios do ensino por investigação .....	186
6.2.4	A educação ambiental na área Ciências da Natureza .....	191
7	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>195</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>202</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>215</b>
	<b>APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....</b>	<b>216</b>
	<b>APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO E ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....</b>	<b>219</b>
	<b>APÊNDICE C - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....</b>	<b>222</b>
	<b>APÊNDICE D - CARTA DE ANUÊNCIA DA ESCOLA ONDE DAR-SE-Á A PESQUISA.....</b>	<b>225</b>
	<b>APÊNDICE E - ROTEIRO DA ENTREVISTA INICIAL COM OS ESTUDANTES... </b>	<b>226</b>
	<b>APÊNDICE F - PERFIL DOS ESTUDANTES.....</b>	<b>229</b>
	<b>APÊNDICE G - QUESTIONÁRIO APLICADO COM OS DOCENTES .....</b>	<b>230</b>
	<b>APÊNDICE H - SLIDES UTILIZADOS NA RODA DE CONVERSA INICIAL .....</b>	<b>235</b>
	<b>APÊNDICE I – SLIDES PRODUZIDOS A PARTIR DAS PESQUISAS DOS ESTUDANTES .....</b>	<b>239</b>
	<b>APÊNDICE J - ENTREVISTA FINAL.....</b>	<b>245</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Considerando a evolução do ensino de Ciências, depreende-se que os construtos da Ciência Moderna, produzidos a partir do século XVII, passaram a ser incluídos na educação formal inicialmente nas Universidades, que começaram a surgir no século XIII na Idade Média. Até então, os currículos universitários agregavam em suas ementas conteúdos de Matemática, Letras e Ciências, sem que esta última fosse dividida em áreas. Após a incorporação dos conhecimentos científicos, relacionados aos fenômenos da natureza, esses se organizaram, com o tempo, nas disciplinas de Física, Química e Biologia (Zabala, 2002). Corroborando com essas observações, Hobsbawm (2015, p. 506) explica que a Revolução Industrial contribuiu com a transformação “[...] da astronomia e da física em outras ciências modernas”. A química, em pleno desenvolvimento nesse período, consolidava-se como uma das ciências mais diretamente associadas às práticas industriais, a exemplo do processo de modernização da indústria têxtil (Hobsbawm, 2015).

Já a constituição das escolas primárias e secundárias, tal como sua universalização e democratização, ocorrera séculos depois da constituição das Universidades, derivando da Reforma Protestante liderada por Martinho Lutero (Chassot, 2018). É importante destacar que, nesse período, séculos XVII e XVIII, a maior parte da população ainda não sabia ler nem escrever. Nesse contexto, o protestantismo foi “[...] um movimento determinante na criação das escolas e na escolarização das massas” (Gauthier; Tardif, 2010, p. 129). Assim, somente a partir do século XIX, os conhecimentos provenientes das Ciências Naturais passaram a ser inseridos nos currículos da educação elementar, sob forte influência do avanço científico e da segunda Revolução Industrial, que mudaram o modo de pensar e de viver nesse século (Krasilchik, 1987; 1992; Contreras, 2002).

Tendo em vista a trajetória da Educação, nota-se que seus fundamentos teóricos, metas e métodos passaram por transformações ao longo do tempo, acompanhando as mudanças ocorridas na sociedade, o que também se reflete no ensino de Ciências, que segue as transformações sociais. A função social da escola em compartilhar com os estudantes todo o conhecimento científico produzido pela humanidade (Sacristán; Pérez Gómez, 1998) é muito nobre e legítima. Contudo, em meados do século XX, reformas curriculares foram engendradas em resposta a vários fatores, como as transformações sociais e a percepção crescente de que não era

possível “ensinar tudo a todos”, em razão do imenso volume de conhecimentos produzidos; como também, pela assimilação de novas teorias da psicologia genético-cognitiva, como os estudos de Piaget, que mostram como as crianças constroem conhecimento ao longo de seu desenvolvimento e as teorias de Vygotsky, que demonstram a influência das interações sociais na mediação da aprendizagem.

Nesse prisma, a escola passou a colocar o foco mais no processo de construção do conhecimento pelos estudantes do que na transmissão e assimilação de grande quantidade de informações (Carvalho, 2020). Desse modo, os conteúdos deveriam ser selecionados conforme sua qualidade e relevância, de forma consciente e reflexiva pelos atores educacionais, em seus contextos, visando qual tipo de cidadão e de sociedade se pretende formar (Sacristán; Pérez Gomez, 1998).

Nesse contexto, surge o ensino baseado em práticas investigativas, que busca promover a construção de conhecimentos científicos significativos pelos estudantes, favorecendo a alfabetização científica, além de estimular as habilidades de autonomia, a curiosidade e a criticidade, por meio da participação democrática. Contudo, tendências com essas características não são recentes, têm origem no início do século XX, influenciadas pelo movimento da Escola Nova, cujo principal expoente foi o filósofo e pedagogo americano John Dewey e sua obra *Democracia e Educação* (Franco, 2012; Carvalho, 2020). Com o intuito de historicizar o ensino de Ciências, resgatam-se orientações metodológicas para aulas de Ciências, propostas por Pimenta e Fazenda (1988) que, na década de 1980, já destacavam as vantagens do trabalho com atividades investigativas na construção de conhecimentos significativos.

Conforme as autoras, um ponto positivo bastante expressivo do trabalho com atividades ou sequências investigativas reside no interesse e na motivação que o mundo natural desperta nos estudantes. Em geral, tanto os conteúdos, como as metodologias investigativas, por si só, são capazes de estimular o interesse e a curiosidade nas crianças e jovens, que anseiam por compreender o mundo à sua volta e o seu próprio corpo (Pimenta *et al.*, 1988). Uma vez que, diferentemente de outras disciplinas em que os docentes precisam lançar mão de várias técnicas de motivação, as Ciências da Natureza contam com o benefício do encantamento espontâneo por parte dos estudantes, que por vezes se põem a “[...] observar, perguntar e procurar respostas para compreender o mundo que os cerca” (Pimenta *et al.*, 1988, p. 122).

As autoras destacam que existe uma grande semelhança de procedimentos “[...] entre aquele que faz Ciência e aquele que vai aprender a Ciência. E, o que se

exige de quem vai aprendê-los é que refaça o caminho percorrido, observando, associando, expressando” (Pimenta *et al.*, 1988, p. 122). Contudo, ressalta-se que, se por outro lado, o ensino de Ciências for desenvolvido majoritariamente por metodologias tradicionais, com explicação pronta sobre os fenômenos da natureza, é comum que os estudantes percam o interesse e a curiosidade por aprender Ciências (Pimenta *et al.*, 1988). Atualmente, a pesquisa como ferramenta pedagógica está no cerne de metodologias investigativas, que recebem diferentes nomenclaturas, como o ensino por investigação, a resolução de problemas, o ensino por redescoberta, o educar pela pesquisa (Pozo; Crespo, 1998, Krasilchik, 1992, 2019; Zompero; Laburú, 2016; Carvalho, 2018, 2020). Embora cada uma dessas tendências observem especificidades próprias, elas têm em comum certas características do chamado método científico, com a proposição de uma questão-problema para dar início às atividades investigativas.

Ante o exposto, esse estudo buscou aproximações com o ensino por investigação, desenvolvido por meio de uma sequência de ensino investigativo, ancorado em trabalhos de Carvalho (2018, 2020) e por considerar essa tendência uma alternativa com grande potencial para manter e estimular o interesse instintivo dos estudantes (Pimenta *et al.*, 1988). Além disso, o ensino por investigação também se apresenta como uma possibilidade fértil para a construção de conhecimentos científicos e o desenvolvimento de habilidades relacionadas à curiosidade, à autonomia e à participação democrática nos temas das Ciências da Natureza (Freire, 2016a; Brasil, 2018; Krasilchik, 2019; Carvalho, 2020).

Com relação à questão ambiental, que está diretamente ligada à educação ambiental, tem sido respaldada por monitoramentos e pesquisas que registram evidências das mudanças climáticas e eventos extremos, como secas prolongadas, incêndios descontrolados, furacões e inundações de grande magnitude, que vem acontecendo de forma cada vez mais recorrente em vários países (Artaxo, 2020). Frente a esses eventos, que antes aconteciam de forma menos intensa, apenas em regiões propensas, muitos cientistas acreditam que a humanidade está diante da sexta extinção em massa no planeta Terra. Além da crise climática, a civilização atual está diante de outras duas situações de risco, concomitantes, que são a crise sanitária e a redução da biodiversidade em vários biomas. Artaxo (2020, p. 1) salienta “[...] que essas crises têm ligações profundas entre si, e diferenças importantes, mas todas provocam impactos sociais e econômicos fortes e afetam nosso planeta globalmente”.

O avanço científico e tecnológico, que teve início no século XIX com o processo de industrialização nas sociedades urbanas, foi responsável, ao longo do século XX, pelo desenvolvimento de bens e serviços que melhoraram a qualidade de vida da humanidade, sobretudo para aqueles que tiveram acesso. Contudo, em determinadas esferas, esse avanço também foi responsável por uma profunda destruição do meio ambiente, cujos impactos são percebidos com maior intensidade pelos grupos em situação de vulnerabilidade socioambiental (Leff, 2009; Follmann, 2020; Guimarães, 2021). Um ponto crucial a refletir sobre essa questão é que, uma única espécie, a humana, com seu modo de vida e organização social historicamente construídos, colocou em risco a continuação da vida, não somente para a sua espécie, mas para todas as outras (Guimarães, 2021).

Esses impactos ambientais, cada vez mais evidentes, em meados do século XX, impulsionaram a demanda por uma especificidade educacional voltada para a sensibilização da sociedade sobre a gravidade do problema ambiental, visando à sua reversão, constituindo assim, a educação ambiental. É oportuno inferir que a adjetivação ambiental não a constitui como uma modalidade de ensino, nem como uma área do conhecimento ou uma disciplina na Educação Básica (Guimarães, 2007; 2020). Trata-se de um corpo de conhecimentos relacionados ao meio ambiente, construídos e mobilizados primeiramente por grupos da sociedade civil organizada e movimentos sociais que, na década de 1960, observaram e denunciaram problemas ambientais, como a visível poluição atmosférica, a extinção de espécies, a destruição de florestas e a rápida dilapidação dos recursos naturais, para ficar em poucos exemplos (Leff, 2009; Loureiro, 2015; Guimarães, 2021).

Nesse ponto, por meio de uma crescente área da Biologia, a Ecologia, conceitos como ecossistema e equilíbrio ambiental corroboraram para explicar a correlação causal entre os eventos de degradação ambiental e o modo de vida humano. Formulou-se a compreensão de que muitas atividades humanas resultam em impactos ambientais tão autodestrutivos quanto irreversíveis e que, portanto, precisam ser repensadas e reestruturadas (Carson, 1962; Follmann, 2020).

Tais denúncias e mobilizações sociais impulsionaram a produção de mais pesquisas na área de meio ambiente, a realização de debates e conferências locais e internacionais e a elaboração de relatórios e políticas de proteção ambiental. Esse movimento ambientalista foi assimilado pelas políticas educacionais, fazendo emergir a educação ambiental. Ao historicizar a educação ambiental, Dias (1992, p. 29)

destaca que, em 1970, o coletivo intitulado União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN - International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources) definiu a educação ambiental como “[...] o processo de reconhecimento de valores e de esclarecimentos de conceitos, que permitam o desenvolvimento de habilidades e atitudes necessárias para entender e apreciar as inter-relações entre o homem, sua cultura e seu ambiente biofísico circundante”.

No Brasil, um dos marcos documentais para a educação ambiental no ensino básico são os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), publicados no final da década de 1990, que classifica o termo meio ambiente como tema transversal e orienta que o objetivo desse trabalho na escola é “[...] contribuir para a formação de cidadãos conscientes, aptos a decidir e atuar na realidade socioambiental de um modo comprometido com a vida, com o bem estar de cada um na sociedade local e global” (Brasil, 1998, p. 187). Mais recentemente, publicada em 2018, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta a educação ambiental como um dos temas contemporâneos que afetam a vida humana e remete seu embasamento teórico e legal para as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental (DCNEA) e Política Nacional para a Educação Ambiental (Lei n. 9.795/1999). Este último documento informa que a educação ambiental deve constituir-se como “[...] um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal” (Brasil, 1999, p. 1).

É importante ressaltar que, nas últimas décadas, as pesquisas e publicações no campo da educação ambiental foram muito profícuas. Em função de determinadas características presentes nos textos ou nas práticas concretas das escolas, a educação ambiental pode ser representada por diferentes abordagens ou perspectivas, como as macrotendências conservacionista, pragmática e crítica, descritas por Layrargues e Lima (2014).

A educação ambiental conservacionista ou conservadora tem relação com o behaviorismo, a psicologia que busca moldar comportamentos individuais para alcançar um determinado objetivo. Ancorada em fundamentos da ecologia, advoga em favor da constituição de Unidades de Conservação para preservação de biomas, da promoção de práticas agroecológicas, entre outros. Nas atividades escolares, prioriza a dimensão afetiva, defendendo que o ensino e a aprendizagem dos conhecimentos ecológicos sejam orientados para despertar o amor pela natureza,

com foco na preservação. Tais práticas em educação ambiental são consideradas “[...]conservadoras da educação e da sociedade porque não questionam a estrutura social vigente, apenas pleiteiam reformas setoriais” (Layrargues; Lima, 2014, p. 30).

A educação ambiental pragmática, como indicado na terminologia, visa a concretização de soluções práticas, objetivas e pontuais para os problemas ambientais. Relaciona-se com as correntes que defendem o consumo sustentável, a reciclagem, o desenvolvimento sustentável e a condecoração de empresas com o selo verde, quando estas controlam os danos ambientais que causam. Expressa-se por meio de uma racionalidade instrumental, que prioriza o ambientalismo de resultados e a ecologia mercadológica, “[...] que decorrem da hegemonia neoliberal instituída mundialmente desde a década de 1980” (Layrargues; Lima, 2014, p. 31).

Em síntese, a educação ambiental conservadora busca promover mudanças comportamentais e hábitos individuais em prol do meio ambiente. Já a educação ambiental pragmática visa adaptar a chamada pauta verde às prerrogativas do mercado, desde que a implementação de ações sustentáveis não afetem a economia. Essas correntes não contribuem de fato para superar a questão socioambiental, uma vez que o cerne do problema está na organização econômica da sociedade moderna, urbana, industrial e capitalista.

A educação ambiental crítica, com a qual essa pesquisa buscou aproximações, caracteriza-se por abordar o problema ambiental e buscar soluções de forma abrangente, levando em consideração a complexidade do problema ambiental ao analisar os aspectos sociais, estruturais, históricos, políticos e econômicos, os quais são intrinsecamente relacionados com essa questão. Não há espaço para soluções simplistas, reducionistas, ingênuas e individualizadas (Layrargues; Lima, 2014, Guimarães, 2004, 2020). A superação da questão ambiental inicia-se pela compreensão de sua complexidade e perpassa pela análise crítica das raízes do problema. A construção ou a proposição de soluções deve ter como foco a transformação das estruturas causadoras da degradação socioambiental, como os modos de produção e consumo no modelo capitalista (Guimarães, 2020).

Com o intuito de contemplar a construção de conhecimentos relacionadas à educação ambiental crítica, o tema delimitado para o desenvolvimento das atividades investigativas pelos participantes da pesquisa foi o bioma Cerrado. Cada bioma é povoado por uma fisionomia vegetal característica, que abriga inúmeras comunidades da fauna, ambos adaptados a condições climáticas, hidrológicas e geológicas

específicas (Coutinho, 2016). O Cerrado é um bioma que se estende pela região central do Brasil, distribuído de forma contínua por mais de dez estados, interligando os biomas Amazônia, Pantanal, Caatinga e Mata Atlântica. É a segunda maior formação natural da América do Sul, ocupa 23% do território nacional e abriga uma vasta diversidade biológica, tanto em termos de flora quanto de fauna. Em função da ampla extensão territorial, que abarca variações nos solos, no relevo, no clima e na disponibilidade hídrica observa-se no Cerrado três fisionomias vegetais principais, quais sejam: as formações savânicas, campestres e florestais.

As formações savânicas, que apresentam maior proporção nos territórios de Cerrado, com ocupação superior a 80%, distinguem-se pela ocorrência de representantes arbóreos e arbustivos distribuídos de forma esparsa sobre uma vegetação rasteira formada por gramíneas e herbáceas. Muitos desses arbustos possuem troncos inclinados, retorcidos, com espessa camada de cortiça, formando cascas grossas sulcadas ou fendidas, folhas rígidas e coriáceas, gemas protegidas por tricomas, sinalizando os solos pobres em nutrientes e resistência à ocorrência de incêndios. As formações campestres se distinguem pela predominância de espécies herbáceas, como as gramíneas, com poucos arbustos espalhados de maneira dispersa e ausência de árvores.

As formações florestais caracterizam-se pela ocorrência de muitas espécies arbóreas e arbustivas, formando dosséis mais densos ou menos densos, conforme as variáveis geológicas e climáticas da região (Ribeiro; Walter, 2008; IBGE, 2019). Assim, entende-se que o bioma Cerrado não é um conjunto homogêneo, possui mosaicos vegetacionais diferentes entre si, conforme a proximidade ou a distância dos corpos de água, a composição do solo e o relevo, formando tipologias complexas (Ribeiro; Walter, 2008; Pires, 2019; Sawyer, 2017). Ainda que possa compartilhar espécies vegetais com biomas adjacentes, a composição florística do Cerrado possui muitas espécies endêmicas importantes para uso nutricional e farmacológica para os povos tradicionais do Cerrado (Aguiar; Lopes, 2020).

No entanto, por razões históricas e econômicas, tanto em âmbito internacional quanto nacional, o bioma Cerrado é frequentemente considerado de menor valor ecológico em comparação ao bioma Amazônico. Essa percepção resulta em esforços reduzidos e na alocação insuficiente de recursos públicos e privados voltados à sua proteção e conservação.

Conforme Sano, Almeida e Ribeiro (2008), o “[...] Cerrado tem sido visto como uma alternativa ao desmatamento da Amazônia, sendo proposta a exploração mais intensa dessa região, seja por expansão agrícola, seja por plantios florestais para fixar carbono atmosférico”. Sawyer *et al.* (2017, p. 8) corroboram que “[...] as taxas de desmatamento anuais no Cerrado são mais elevadas do que na Amazônia, [...] devido à expansão agropecuária de produtos que são essenciais para a economia nacional e para os mercados mundiais”.

Essa discrepância pode ser observada no dispositivo legal que dispõe sobre a Proteção da Vegetação Nativa, (Lei nº 12.651 de 2012), conhecido como Código Florestal. A Lei preconiza que os imóveis rurais localizados no bioma Amazônia devem preservar 80% da cobertura vegetal nativa como Reserva Legal. Já os imóveis rurais situados no bioma Cerrado podem desmatar 65% da área e preservar apenas 35% da cobertura vegetal nativa (Brasil, 2012).

Esse tipo de entendimento contribui para aumentar os esforços e os fundos de investimento para a preservação da Amazônia, enquanto o Cerrado segue sofrendo dilapidação e supressão dos seus territórios. Em virtude disso, o Cerrado é considerado um *hotspot* da biodiversidade global. *Hotspot* são áreas, localizadas em qualquer continente da Terra, que registram alta diversidade biológica e que, em decorrência de atividades antrópicas possui várias espécies ou ecossistemas inteiros sob risco de extinção (Alves *et al.*, 2020; Sawyer *et al.*, 2017; Salmona *et al.*, 2023).

As características ambientais do Cerrado sempre desempenharam um papel importante na prosperidade da agricultura na região Centro-Oeste. O clima subtropical, marcado por um período de estiagem e outro de chuvas, favorece o ciclo das safras. Os solos “[...] apresentam alta acidez e baixa fertilidade, mas são relativamente planos, profundos e bem drenados, sendo muito adequados à mecanização do cultivo e da colheita” (Sawyer *et al.*, 2017, p. 23). Por esse motivo, no estado do Mato Grosso, esse bioma tem sofrido com a pressão do “[...] padrão agrário moderno”, conhecido atualmente como agronegócio, que expandiu da região Sudeste para a Centro-Oeste desde a década de 1970 (Stedile, 2013, p. 267).

Esse modelo agrário é estruturado com base em latifúndio, monocultura, destruição da vegetação nativa por meio de máquinas ou queimadas, além de aplicação intensiva de fertilizantes e agrotóxicos. Todos esses fatores contribuem para a degradação do Cerrado, seja pela diminuição da biodiversidade vegetal e animal, seja pela contaminação dos solos e das águas, pelo assoreamento dos rios,

destruição das nascentes, poluição do ar e aumento de gases do efeito estufa, que corroboram para as mudanças climáticas. (Sawyer *et al.*, 2017; Stedile, 2013).

Nesse ponto, salienta-se a relevância da educação ambiental escolar, que tem como base a construção de saberes potentes para instruir e sensibilizar a comunidade escolar, sobretudo os estudantes, acerca de temas contemporâneos relacionados à questão ambiental, como as mudanças climáticas, os impactos do uso de agro tóxicos nas lavouras convencionais, as queimadas, os desmatamentos, a mineração, a poluição dos corpos d'água, a produção excessiva de lixo nas cidades, entre outros. Para além de sensibilizar e construir conhecimentos, sublinha-se a opção pela educação ambiental crítica devido ao seu propósito em contribuir com a formação de pessoas e de coletivos comprometidos com a transformação social, com a revitalização ambiental e com a mitigação dos impactos causados por atividades antrópicas, como preconizado nas políticas de educação ambiental.

Diante das contextualizações acerca do ensino de Ciências, do ensino por investigação, da educação ambiental e do bioma Cerrado, essa pesquisa buscou responder à seguinte questão-problema: como o ensino por investigação pode contribuir com a construção de conhecimentos relacionados a temáticas da educação ambiental em uma perspectiva crítica, integrada ao ensino de Ciências, com estudantes do Ensino Médio? Por meio da revisão de literatura, a pesquisa identificou uma lacuna na publicação de trabalhos acadêmicos que abordassem práticas pedagógicas no Ensino Médio, associando o ensino por investigação ou sequências investigativas com a construção de conhecimentos no campo da educação ambiental crítica. Nesse sentido, o estudo foi desenvolvido com o objetivo central de compreender as possibilidades e os desafios da construção de conhecimentos relacionados a temáticas da educação ambiental em uma perspectiva crítica, integradas ao ensino de Ciências, por meio de sequências investigativas, com estudantes do Ensino Médio em uma escola de Educação Básica do município de Rondonópolis-MT.

Tanto a questão ambiental quanto o desenvolvimento científico e tecnológico, são temas acolhidos nas habilidades da área de Ciências da Natureza constantes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC/2018). Ainda que a BNCC não constitua um manual metodológico, na área de Ciências, em vários pontos, o documento apresenta argumentos em favor de que a apropriação dos conhecimentos científicos seja mobilizada por meio de práticas e processos de investigação científica.

Frente ao cenário apresentado, comunica-se que os elementos textuais desta tese foram organizados em sete capítulos. O Capítulo 1 é constituído por esta introdução, a qual apresenta inicialmente uma contextualização sobre os eixos estruturantes da pesquisa, o ensino de Ciências e a educação ambiental e, logo depois, descreve o conteúdo das demais partes da pesquisa. O Capítulo 2 abarca o contexto geral do estudo, no qual são apresentados a justificativa, o problema de pesquisa, o objetivo geral e os objetivos específicos, o lugar de fala da pesquisadora e suas inquietações e a caracterização do ambiente da pesquisa, com a descrição do município de Rondonópolis-MT e da Escola Estadual Professor Domingos Aparecido dos Santos. O Capítulo 3 é constituído pela revisão de literatura, na qual, inicialmente, é apresentada a metodologia da revisão sistemática de literatura, os resultados das consultas na base de dados, utilizando-se os termos de busca e a relação de artigos selecionados, por meio dos critérios de inclusão e de exclusão. Posteriormente, apresenta-se a discussão dos artigos relacionados aos dois eixos estruturantes da pesquisa: ensino de Ciências por investigação e educação ambiental crítica.

O Capítulo 4 é composto pelo referencial teórico que abriga os pressupostos conceituais dessa pesquisa, construídos a partir da análise de políticas educacionais e aportes teóricos que orientam o ensino da área Ciências da Natureza, com ênfase nas metodologias investigativas e da educação ambiental com perspectiva crítica. Esse capítulo foi organizado por meio dos segmentos: a interface entre o ensino de Ciências e a educação ambiental; as políticas públicas para o ensino de Ciências, as tendências investigativas no ensino Ciências; o Novo Ensino Médio e a área Ciências da Natureza; os temas contemporâneos transversais, a educação ambiental e a crítica político-econômica; o bioma Cerrado como tema para a educação ambiental crítica. Os principais aportes teóricos do eixo ensino de Ciências foram Carvalho (2012; 2018; 2020), Krasilchik (1987; 2007; 2019; 2023), Sasseron, (2018) Zompero e Laburú (2016) e Pozo e Crespo (1998; 2009). Para a educação ambiental, além das políticas educacionais, o texto foi pautado nas obras de Guimarães (2004; 2006; 2007; 2020), Leff (2009), Loureiro (2012). Para o desenvolvimento da abordagem crítica, dialética, dialógica e reflexiva o texto foi fundamentado nos escritos de Freire (1979; 1983; 1985, 1997; 2005; 2013; 2016).

O Capítulo 5 trata da metodologia da pesquisa, no qual inicialmente são apresentados a dimensão teórica e posteriormente a dimensão técnica e procedimental. Apresenta-se a abordagem teórica da pesquisa qualitativa, do método

de pesquisa baseado na participação e da análise reconstrutiva do discurso. A parte empírica com os estudantes centrou-se no acompanhamento de uma sequência de ensino investigativo, realizada com estudantes de uma turma de primeiro ano do Ensino Médio, de uma escola estadual periférica, em consonância com o método pesquisa participante, além de entrevistas iniciais e finais. Com os professores da área de Ciências da Natureza foram aplicados questionários cujas questões abordam os dois grandes temas da pesquisa: práticas pedagógicas em ensino por investigação e em educação ambiental crítica. As respostas elaboradas pelos professores às perguntas do questionário também correspondem aos fragmentos do discurso individual. Tendo isso em conta, são apresentados: os procedimentos metodológicos, os instrumentos da construção de dados, a sequência de ensino investigativo sobre o Cerrado e o perfil dos participantes da pesquisa.

Já o Capítulo 6 é composto pela análise dos resultados realizada à luz de aportes teóricos e documentos oficiais que dispõem sobre o ensino de Ciências e a educação ambiental, corporificando uma discussão concatenada com a temática e objetivos da pesquisa. As análises foram orientadas pelas técnicas da análise reconstrutiva do discurso, que incluem microanálises sequenciais de fragmentos do discurso individual como respostas aos questionários e às entrevistas, a partir daí obtém-se as unidades de sentido e os campos temáticos dominantes.

Os resultados da pesquisa empírica realizada com os estudantes revelaram que a abordagem ensino por investigação e o método sequência de ensino investigativo constituem instrumentos potentes e fecundos para a construção de conhecimentos científicos e desenvolvimento de habilidades. Após participarem da SEI, por meio das entrevistas finais, a maioria dos estudantes demonstrou ter se apropriado de conhecimentos básicos sobre o bioma Cerrado, como as características gerais, a distribuição geográfica, noções sobre algumas espécies de árvores e animais nativos, além de citar os três biomas presentes no estado de Mato Grosso. Também desenvolveram conceitos relacionados à definição dos termos bioma, *floresta invertida* e ao título de *berço das águas* para o Cerrado.

Com relação à compreensão crítica sobre as atividades econômicas que causam impactos ambientais no Cerrado, a importância de preservar os biomas nativos e a forma com a qual indivíduos e sociedade podem contribuir, eles apresentaram argumentos consistentes. Com relação à participação na sequência de ensino investigativo, a maioria dos estudantes mostrou ter desenvolvido ou

despertado habilidades relacionadas à curiosidade, criatividade, autonomia, participação democrática e criticidade.

Quanto à pesquisa com os docentes, foram identificadas como possibilidades do ensino de Ciências por investigação, o trabalho com projetos pedagógicos e práticas que levem à alfabetização científica. Os principais desafios do trabalho com a abordagem ensino por investigação têm relação com a falta de formações específicas, a precarização das condições de trabalho e a desvalorização da carreira docente, o que resulta em excesso de alunos por turma e sobrecarga de trabalho para os docentes. Entretanto, apesar dos desafios, todos os docentes participantes da pesquisa consideraram importante realizar atividades investigativas na escola, pois em geral, elas apresentam resultados satisfatórios e despertam as habilidades de autonomia e criticidade dos educandos.

O Capítulo 7 apresenta as considerações finais acerca das possibilidades e dos desafios da construção de conhecimentos relacionados a temáticas da educação ambiental em uma perspectiva crítica, integradas ao ensino de Ciências, por meio de sequências investigativas, com estudantes do Ensino Médio. Conclui-se que a abordagem de ensino por investigação configura-se como profícua para o desenvolvimento de temas da educação ambiental de forma crítica e significativa, contudo, demanda mais tempo e esforço dos profissionais da educação.

## 2 CONTEXTO DA PESQUISA

Este estudo versa sobre a construção de conhecimentos na perspectiva da educação ambiental crítica integrada ao ensino de Ciências, a partir do uso de uma sequência de ensino investigativo, com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio em uma escola de Educação Básica. A fim de apresentar o contexto da pesquisa, nessa seção são descritos a justificativa, os objetivos, a trajetória da pesquisadora e a caracterização geral do ambiente em que o estudo foi realizado.

### 2.1 JUSTIFICATIVA

Em um primeiro momento, é importante ressaltar que, mesmo cientes do princípio da transdisciplinaridade, que deve perpassar a educação ambiental, em que todas as áreas do conhecimento são corresponsáveis pelo seu desenvolvimento no ensino básico, essa pesquisa interessa-se pela sua interseção com o ensino na área de Ciências da Natureza.

Partindo dessa premissa, depreende-se que, nas últimas décadas, muito tem sido divulgado sobre as crises climática, hídrica, sanitária e humanitária, que são resultantes de ações antrópicas e refletem as decisões econômicas e políticas tomadas desde o final do século XIX, cujos impactos se intensificam a cada dia. Frente a essa situação, inquieta-se, nesta pesquisa, com a percepção de que, apesar da problemática ambiental vigente, na área Ciências da Natureza, nem sempre a escola consegue desenvolver, junto aos estudantes, práticas pedagógicas que conduzam à construção de conhecimentos profícuos relacionados à educação ambiental.

Muitas vezes, as ações educativas recaem em trabalhos pontuais, realizados em datas comemorativas e pautadas no conservadorismo e pragmatismo ambiental. As atividades inseridas nessas macrotendências da educação ambiental são inclinadas a culpabilizar apenas os indivíduos pelos problemas ambientais, sem ampliar as discussões para as estruturas econômico-sociais que, na maioria das vezes, são responsáveis por inviabilizar a concretização da sustentabilidade socioambiental. Embora essas ações escolares sejam muito bem-intencionadas e, portanto, devam sempre ser valorizadas, nota-se que falta criticidade e um olhar abrangente para as causas e consequências dos problemas ambientais.

Observa-se que, fato semelhante, acontece com o desenvolvimento de metodologias investigativas no ensino de Ciências. Comumente, os educadores esbarram em dificuldades relacionadas à falta de formação específica, falta de materiais e recursos tecnológicos adequados, excesso de estudantes por turma, excesso de atividades burocráticas, sobrecarga de trabalho, falta de incentivo e falta de tempo disponível para a preparação das aulas investigativas, entre outros. Todos esses fatores, que alguns autores consideram como precarização intencional da Educação, contribuem para a reprodução de práticas educativas tradicionais, como as aulas centradas na exposição do conteúdo pelo professor e a aprendizagem ou memorização passiva por parte dos estudantes.

Outro ponto que merece destaque é que o ensino na área Ciências da Natureza objetiva, entre outros, desenvolver o letramento científico dos estudantes, devido à relevância da Ciência e da Tecnologia para a inclusão social na atualidade. Entretanto, se os conhecimentos científicos forem construídos sem estimular o pensamento crítico e questionador, esse ensino não contribuirá para a emancipação, para a autonomia e exercício consciente da cidadania por parte dos estudantes.

A despeito das problematizações apontadas, constata-se que muitos professores da Educação Básica desenvolvem atividades investigativas e pesquisas que, em grande parte, estão relacionados a projetos para as feiras de Ciências ou mostras culturais. Assim sendo, nessa pesquisa assume-se a hipótese de que o ensino de Ciências por investigação, transpassando pela abordagem crítica pode constituir-se como uma potente ferramenta metodológica para a construção de conhecimentos, de forma autônoma e significativa por parte dos estudantes. A formação do pensamento crítico, reflexivo, participativo e ético pode contribuir para a compreensão e superação das desigualdades socioambientais, em uma sociedade fortemente vinculada ao desenvolvimento científico e tecnológico que, por vezes, atende ao capitalismo. Assim, a relevância dessa pesquisa justifica-se pela oportunidade de compreender quais as possibilidades e os desafios da construção de conhecimentos acerca da questão ambiental, por meio de sequências investigativas concatenados em uma abordagem crítica.

Em síntese, dada a importância da Ciência e dos conhecimentos científicos para a inclusão social e a emergência da questão ambiental, esta pesquisa justifica-se, ainda, pelas possibilidades e benefícios do ensino por investigação e da educação

ambiental crítica, como instrumentos para o desenvolvimento do letramento científico e ambiental dos estudantes.

## 2.2 PROBLEMA DE PESQUISA

A pesquisa buscou responder à questão: como o ensino por investigação pode contribuir com a construção de conhecimentos relacionados a temáticas da educação ambiental em uma perspectiva crítica, integrada ao ensino de Ciências, com estudantes do Ensino Médio?

## 2.3 OBJETIVOS

Ancorados na questão de pesquisa, foram organizados o objetivo central e os quatro objetivos específicos que orientaram cada fase dessa investigação, envolvendo estudos teóricos, observação, questionários, entrevistas e aplicação de atividades investigativas junto a estudantes do Ensino Médio.

### 2.3.1 Objetivo geral

Compreender as possibilidades e os desafios da construção de conhecimentos relacionados a temáticas da educação ambiental na perspectiva crítica, integrada ao ensino de Ciências, por meio de sequências investigativas, com estudantes do Ensino Médio em uma escola de Educação Básica do município de Rondonópolis – MT.

### 2.3.2 Objetivos específicos

- Entender as aproximações teóricas entre o ensino de Ciências da Natureza, as metodologias investigativas e a educação ambiental crítica.
- Construir e contribuir com o desenvolvimento de uma sequência de ensino investigativo sobre o tema Cerrado na perspectiva da educação ambiental crítica com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio.
- Conhecer como os docentes da área de Ciências da natureza da escola pesquisada incluem metodologias investigativas e desenvolvem temáticas de educação ambiental em suas práticas pedagógicas.

- Identificar as possibilidades e os desafios da construção de conhecimentos sobre o tema Cerrado na perspectiva da educação ambiental crítica integrada à área de Ciências da Natureza por meio de sequências investigativas.

## 2.4 DE ONDE FALO: PERCURSO PROFISSIONAL E INQUIETAÇÕES

Por tratar-se de um texto que apresenta um pouco da trajetória pessoal e profissional da pesquisadora, optou-se por utilizar a narrativa em primeira pessoa. Sou a primeira filha de uma família de duas irmãs, nasci em 09 de julho do ano de 1975, na cidade Ribeirão Preto, Estado de São Paulo. Em 1980 minha família mudou-se para Rondonópolis, no Estado de Mato Grosso, a fim de estabelecer trabalho e residência. Desde os anos iniciais, estudei em escolas públicas. Cursei o Ensino Fundamental e o Ensino Médio profissionalizante, com habilitação em Magistério, na Escola Estadual Professor Domingos Aparecido dos Santos. Aos quatorze anos, ainda cursando a antiga oitava série, passei a estudar no período noturno, pois comecei a trabalhar no meu primeiro emprego, como auxiliar de dentista em um consultório odontológico. Aos dezessete anos, quando cursava o terceiro ano do curso Magistério, comecei a lecionar para turmas de anos iniciais em uma escola particular do meu bairro, em que trabalhei por cinco anos. No ano de 1997, iniciei o curso de Ciências Biológicas na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Rondonópolis. Também em 1997 fui convidada a compor e lecionar em uma Cooperativa Educacional, onde trabalhei por quatro anos. Inicialmente, trabalhei com turmas dos anos iniciais e, posteriormente, comecei a ministrar aulas de Ciências da Natureza nos anos finais do Ensino Fundamental e Biologia no Ensino Médio.

Concluí o curso de Ciências Biológicas no ano 2000 e, no final deste mesmo ano, prestei o concurso da Prefeitura Municipal de Rondonópolis, Secretaria Municipal de Educação, passei em primeiro lugar e, em 2001, fui chamada para assumir as aulas na Escola Municipal Centro Popular de Ação Comunitária São José (CPAC), no curso noturno de Educação de Jovens e Adultos – EJA. No final de 2001, prestei o concurso da Secretaria Estadual de Educação de Mato Grosso, passei em terceiro lugar e assumi as aulas de Biologia no Ensino Médio em março de 2002 na Rede Estadual de Educação. Em 2003, consegui atribuir aulas na Escola Estadual Professor Domingos Aparecido dos Santos, escola situada no bairro e comunidade da qual faço parte, onde minha mãe trabalhava como merendeira e onde cursei a Educação

Básica. Iniciei no ano de 2004 e concluí em 2005 a Pós-Graduação *Lato Senso*, intitulada Biologia, na Universidade Federal de Lavras-MG, cujo tema da pesquisa para o trabalho de conclusão foi em Educação Ambiental, cujo título é: “Desenvolvimento Sustentável: origem do conceito, relevância socioambiental e estratégias”. Sempre participei de cursos de extensão e formações continuadas nas áreas de Ciências da Natureza e Educação Ambiental.

Tanto na Escola Estadual Professor Domingos Aparecido dos Santos quanto na Escola Municipal CPAC, sempre busquei colocar em prática trabalhos e projetos com temas relacionados à educação ambiental. Um projeto em especial, intitulado “Reciclando Ideias”, realizado em conjunto com colegas de trabalho da área de Ciências e Matemática, ganhou destaque por ter sido desenvolvido em três escolas simultaneamente. Esse fato resultou em convites para realizar palestras sobre meio ambiente em outras escolas e eventos de empresas como a Bunge Alimentos e a Usina Hidrelétrica de Itiquira. No ano de 2007, tive minha primeira experiência educacional fora da sala de aula, quando fui coordenadora pedagógica da EJA no período noturno da Escola Municipal CPAC. Esta experiência ampliou meus horizontes sobre a Educação, pois na sala de aula nossas noções se restringem à tarefa docente e na coordenação somos implicados a conhecer todo o processo de gestão escolar. Em 2008, trabalhei na Secretaria Municipal de Educação de Rondonópolis, como formadora, compondo um grupo de professores formadores que mediu o Programa Gestar de Matemática de forma interdisciplinar com a disciplina Ciências da Natureza. Nesse processo, pude ampliar os estudos sobre interdisciplinaridade e pesquisar atividades factíveis de comunicação entre as disciplinas. Em 2010, fui convidada a coordenar o Programa Mais Educação na Escola Professor Domingos Aparecido dos Santos e permaneci nesse projeto até o ano 2012, em termos de cooperação técnica do município para o Estado. Em 2013 e 2014, tive outro tipo de experiência profissional, pois fui morar no município de Jaciara-MT, por motivo de acompanhamento de cônjuge e lá trabalhei na função de Educadora Ambiental, por meio de uma parceria entre as secretarias municipais de Educação e de Meio Ambiente.

No início do ano de 2015, retornando a Rondonópolis-MT, aceitei o convite para trabalhar na Secretaria Municipal de Educação de Rondonópolis, no Departamento de Gestão do Ensino Fundamental, como Assessora Pedagógica, com a função de fazer a mediação entre as políticas educacionais da Rede Municipal e as

escolas. Entre março de 2016 e de 2018 cursei o Mestrado em Educação na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Rondonópolis. Essa pós-graduação forneceu embasamento teórico para compreender criticamente as práticas pedagógicas que realizamos no cotidiano escolar, bem como seus fundamentos e finalidades educacionais e sociais. Com a intensão de crescer na profissão e construir conhecimentos relacionados ao Ensino e Ciências, em 2021 iniciei o curso Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Luterana do Brasil.

Sempre atuando na área de Ciências da Natureza, minhas principais inquietações sempre foram relacionadas à questão ambiental. Ao longo desses anos, busquei dialogar e desenvolver projetos com os estudantes sobre temáticas relacionadas ao meio ambiente, como a importância da conservação das áreas verdes, sobre o acesso à água potável, o problema dos resíduos sólidos e dos agrotóxicos, a relevância da reciclagem, as causas e consequências das mudanças climáticas, a manutenção da biodiversidade e biomas do Mato Grosso.

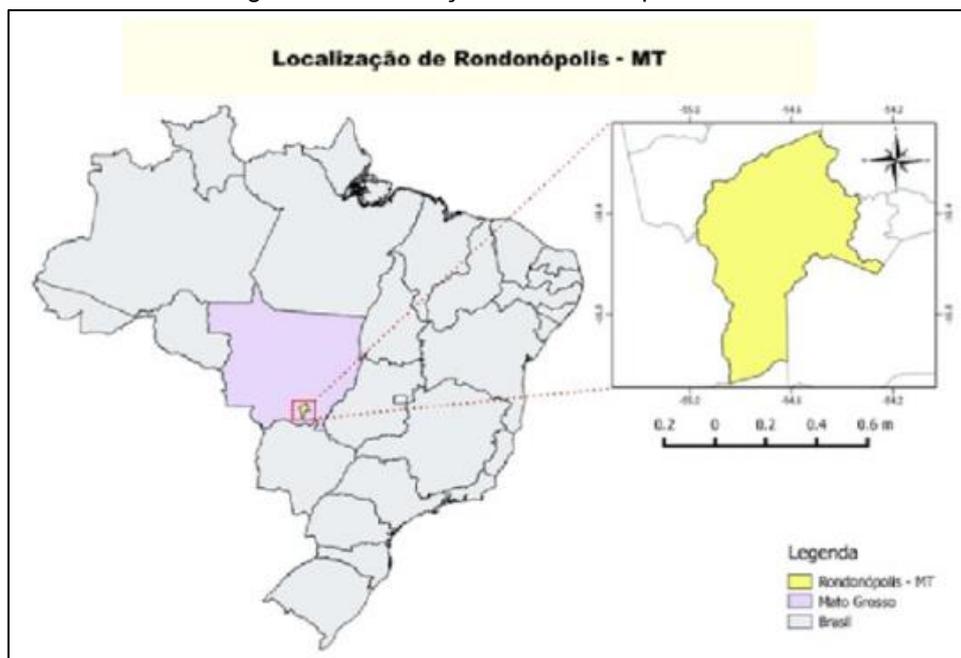
## 2.5 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO AMBIENTE DA PESQUISA

Com o intuito de apresentar as principais características da região onde se deu esse estudo, descreve-se o ambiente mais abrangente da pesquisa, o município de Rondonópolis-MT, destacando seus aspectos populacionais, econômicos e ambientais. Posteriormente, descreve-se o ambiente mais específico da pesquisa, a Escola Estadual Professor Domingos Aparecido dos Santos, destacando sua infraestrutura, a comunidade escolar e a organização do trabalho pedagógico.

### 2.5.1 O município de Rondonópolis do Estado de Mato Grosso

Rondonópolis é a terceira maior cidade do Estado de Mato Grosso, região Centro-Oeste do Brasil. Localiza-se a 215 km da capital Cuiabá e destaca-se por ser atravessada por importantes rodovias estaduais e federais como a MT 130, MT 270, BR 364 e BR 163, cujos entroncamentos interligam o município com estados do Norte, Nordeste, Sul e Sudeste do país, que são estratégicos para o comércio e para o escoamento de grãos (Rondonópolis, 1995). A Figura 1 apresenta um mapa da localização de Rondonópolis.

Figura 1 - Localização de Rondonópolis - MT



Fonte: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Localizacao-de-Rondonopolis-MT\\_fig1\\_318781592](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Localizacao-de-Rondonopolis-MT_fig1_318781592)

Trata-se de um município jovem, fundado em 10 de dezembro de 1953, tendo completado 71 anos de emancipação política em 2024. Historicamente, a região localizada às margens do Rio Vermelho já era habitada pelos indígenas da etnia Bororo desde meados do século XIX. A formação do primeiro povoado não indígena tem relação com a vinda de expedições para desbravar a região central do Brasil e explorar suas riquezas. Dois marcos na colonização local foram, a instalação de “[...] um destacamento militar em Ponte de Pedra em 1875 e a construção das linhas telegráficas em direção ao Amazonas pela Comissão Construtora das Linhas Telegráficas Gomes Carneiro, sob o comando do primeiro-tenente Cândido Rondon” (ACIR, 2018, p. 28). A composição da população atual contou com a imigração de mineiros, goianos, paulistas, baianos, paranaenses e gaúchos. Desde o início, a economia do município foi assentada na agropecuária, “[...] na década de 60 até meados da década de 70 os produtos explorados eram o arroz, o milho, o feijão, o algodão e a bovinocultura de corte e, a partir de 1975, com a vinda de produtores do Sul do país” iniciou-se a abertura dos Cerrados para a cultura da soja, que passou a ser predominante na região (Rondonópolis, 1995, p. 9).

O município é considerado um polo da mesorregião sudeste do Estado, especialmente nos setores da agricultura e da pecuária. Atualmente, os principais campos do desenvolvimento econômico em crescimento incluem comércio, serviços

e indústria. Durante as primeiras décadas, a base econômica do município foi a agropecuária, entretanto, no período mais recente houve uma diversificação da economia para os setores da construção civil e da indústria, como as de processamento e “[...] esmagamento de soja, produção de óleo vegetal comestível, fertilizantes, embalagens plásticas, cerveja, refrigerantes, móveis e metalúrgicos” (ACIR, 2018, p. 85). Contudo, os principais produtos de exportação produzidos no município através da agropecuária empresarial são a soja, o milho o algodão, seus insumos e as carnes. Esses que, em sua maioria, são comercializados de forma não industrializada são os que observam maior destaque nacional, em função da produção em larga escala (ACIR, 2018).

Segundo o censo de 2022, a população oficial de Rondonópolis é de 244.911 pessoas, apresentando uma densidade demográfica de 50,77 habitante por quilômetro quadrado. O Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* a preços correntes é de R\$ 72.181,58 e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) figura em 0,755. O percentual de pessoas com ocupação formal é de 35,55%, com uma média salarial de 2,6 salários-mínimos para esses trabalhadores (IBGE, 2022). Com relação à Educação, a taxa de escolarização de alunos 6 a 14 anos de idade é de 98,4%, obtendo um Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) de 5,9 para os anos iniciais e 5,1 para os anos finais, ambos do Ensino Fundamental. No Ensino Médio, a média do geral que o município obteve para o IDEB foi de 4,9.

No tocante à saúde, o município observou a taxa de 8,78 de mortalidade infantil em relação a 1.000 nascidos vivos. Com relação a doenças parasitárias, observou-se uma média de 6,1 internações devido à diarreia no Sistema Único de Saúde (SUS) entre 100 mil habitantes (IBGE, 2022). É relevante considerar que, uma cidade em pleno crescimento financeiro e demográfico, também está sujeita ao aumento da violência que pode impactar outros setores, como a Saúde e a Educação. Nesse seguimento, a pesquisa Mapa da Violência 2016 demonstra que Rondonópolis registrou aumento da violência entre os anos de 2012 e 2014, com uma média de 47,1 homicídios causados por arma de fogo para cada 100 mil habitantes, que a deixa na posição de terceira cidade mais violenta do estado e na 125 posição no ranking nacional (Waiselfisz, 2016, p. 45). Já no Atlas da violência de 2024, a taxa de homicídios estimados por 100 mil habitantes diminuiu para 31,0, registrando em número absoluto o total de 76 homicídios (Cerqueira; Bueno, 2024).

Com relação ao meio ambiente, vale ressaltar que o Estado do Mato Grosso é situado sobre três biomas nacionais, sendo eles o Pantanal, na região Sudoeste do Estado, o Cerrado na região Central e a Amazônia ao Norte (Ramos *et al.*, 2023). Já os biomas presentes no território municipal de Rondonópolis são o Cerrado, predominantemente, e bordas do Pantanal, na confluência entre o Rio Vermelho e o Rio São Lourenço. Esses dois biomas contam com inúmeras Áreas de Preservação Permanentes (APP), como matas ciliares, nascentes e encostas. As regiões legalmente protegidas do município são a Reserva Indígena Tadarimana, a RPPN Parque Ecológico João Basso e o Parque Estadual Dom Osório Stoffel (ACIR, 2018).

Nos espaços urbanos, o município conta 87,01% de área urbanizada, com 47,3% de domicílios são atendidos pela rede de esgoto sanitário adequado, 22,6% dos domicílios estão em vias públicas pavimentadas, com calçada, meio-fio e sistema de drenagem para água da chuva e 87,01% das vias públicas são arborizadas (IBGE, 2010, 2022). E, conforme dados apresentados no dossiê Rondonópolis, a população urbana beneficiada com ligações de água tratada corresponde a 99% e a coleta regular do lixo comum atende 100% dos domicílios, (ACIR; Rondonópolis, 2018).

Com relação às características geofísicas, em linhas gerais, o solo predominante na região é o argiloso e, nas regiões de Cerrado, são os latossolos vermelhos escuros. Quanto aos recursos hídricos, Rondonópolis é banhada por rios da Bacia do São Lourenço e Sub-bacia do Rio Vermelho, como o próprio Rio Vermelho, o Rio Tadarimana, o Rio Jurigue e o Rio Ponte de Pedra, além de córregos importantes que atravessam a zona urbana, como o Arareau e o Lourencinho. A temperatura média anual é de 27°C, apresenta clima tropical úmido, marcado por uma estação chuvosa e outra seca onde ocorre baixa umidade do ar (Loverde-Oliveira; Nascimento, 2004, p. 28).

A cobertura vegetal original conta com formações de mata e Cerrado, mas do total do município, desde a década de 1990 que há apenas 30% remanescentes (ACIR, 2018). O texto do Projeto de Recuperação da Bacia do Córrego Arareau (1995) indica que “[...] as regiões de matas foram exploradas inicialmente pelos colonizadores que aqui chegaram, destruindo quase a totalidade das matas sem um critério conservacionista [...], a maior área de mata nativa pertence aos índios, conhecida como reserva Tadarimana.” (Rondonópolis, 1995, p. 15).

Sobre o crescimento da monocultura e do agronegócio no município, Loverde-Oliveira e Nascimento (2004) argumentam que, “[...] a produção em larga escala da

soja, do milho e recentemente do algodão são um dos resultados da expansão capitalista no campo a partir da década de 70. Hoje oferecem valores de produção e grande produtividade que nos colocam entre os recordistas mundiais (Loverde-Oliveira; Nascimento, 2004, p. 48). No entanto, se por um lado o desenvolvimentismo no campo gera riquezas materiais e dividendos contabilizados no PIB do município, por outro lado “[...] a monocultura, que vem se expandindo na região, está associada a geração de vários problemas ambientais, como desmatamento, perda de solo e uso indiscriminado de agrotóxicos, desemprego rural e urbano, sem contar a concentração de renda e propriedade”, (Loverde-Oliveira; Nascimento, 2004, p. 48). É interessante reiterar que os impactos gerados da degradação ambiental são destinados à toda população, mas a renda fica concentrada com pequenos grupos, perpetuando a desigualdade social no município, já que a maior parte da sociedade não tem acesso às benesses da produção desse capital gerado.

Dentre os muitos bairros que constituem o município de Rondonópolis, destaca-se o Conjunto São José II, onde se localiza a escola em que essa pesquisa foi realizada. Esse bairro faz parte do Núcleo Habitacional São José. A constituição do Núcleo Habitacional São José I, II e III foi realizada através de uma iniciativa do Governo de Estado do Mato Grosso, por meio da Companhia de Habitação Popular do Estado de Mato Grosso (COHAB-MT), sociedade de economia mista que contratou financiamentos da Caixa Econômica Federal para a produção e comercialização de habitações populares, em uma zona de expansão urbana na região Norte de Rondonópolis, visando “[...] levar a pessoas de baixa renda a possibilidade de terem casa própria” (Mato Grosso, 2002, p. 26). O primeiro conjunto residencial, o Núcleo Habitacional São José I foi entregue aos moradores em 1983, a segunda etapa foi entregue em 1984 e a terceira etapa, em 1986, ambos com uma área total de 403.644,68 m<sup>2</sup>, atendendo 1.166 residências e famílias (Mato Grosso, 2002). Como já mencionado, essa região é composta por famílias da classe trabalhadora, em sua maioria com renda de até 2,6 salários mínimos, que é a média mensal da população ocupada em Rondonópolis, conforme o IBGE (2022).

### **2.5.2 A Escola Estadual Professor Domingos Aparecido dos Santos**

A escola Domingos, como é conhecida, iniciou suas atividades em 1985, atendendo o Ensino Fundamental em nível V a VIII, posteriormente ampliou o atendimento para o Ensino Médio Regular e profissionalizante, com habilitação para

o magistério e técnico em contabilidade. Atualmente, a escola oferta o Ensino Fundamental anos finais, que no Mato Grosso é organizado em três ciclos de aprendizagem, contendo três fases do 1º ao 9º ano. A referida escola atende apenas ao III Ciclo: 7º, 8º e 9º anos, no período vespertino. Nos períodos matutino, vespertino e noturno a escola oferta turmas de 1º, 2º e 3º anos do Novo Ensino Médio. A adesão ao Novo Ensino Médio teve início no ano de 2022, com a inclusão das disciplinas Projeto de vida e Eletivas das quatro grandes áreas do conhecimento, Linguagem, Matemática, Ciências Humanas e Ciências da Natureza, nas turmas de primeiros anos, que foram organizadas em quatro tipos de itinerários formativos.

Em 2023, foram implementadas também as Trilhas de Aprofundamento para as turmas dos primeiros e segundos anos. Nessa nova modalidade de ensino, a distribuição da carga horária é organizada em “1800 horas na Formação Geral Básica e 1200 horas nos itinerários formativos: Projeto de vida (200h), Eletivas (200h) e Trilhas de aprofundamento (800h)” (E.E. Prof. Domingos Aparecido dos Santos, PPP, 2024, p.4). Atualmente, a escola abriga um corpo estudantil composto por 1.185 estudantes regularmente matriculados, organizados em 37 turmas, distribuídas nos três períodos de ensino. No Ensino Fundamental são cinco turmas de 7º ano, cinco turmas de 8º ano e quatro turmas de 9º ano. No Ensino Médio, são nove turmas de 1º ano, oito turmas de 2º ano e seis turmas de 3º ano. Com relação ao gênero, do número total de estudantes 44,5% são do sexo feminino e 55,5% são do sexo masculino” (E.E. Prof. Domingos Aparecido dos Santos, PPP, 2024, p.5).

O corpo docente é formado por 56 professores efetivos, 77 professores temporários, além de 11 professores pedagogos atuando no apoio pedagógico. A gestão escolar conta com uma diretora, três coordenadores pedagógicos, um secretário, nove técnicos administrativos educacionais e 25 membros do apoio administrativo educacional, incluindo as funcionárias e funcionários da limpeza, nutrição e vigia.

Com relação à infraestrutura, a escola possui o total de 2.989,20m<sup>2</sup> de área construída. Conta com 18 salas de aula, uma sala de professores, uma biblioteca integradora, uma secretaria, uma sala da direção, uma sala da coordenação, uma sala de recursos multifuncionais, um laboratório de Ciências, uma sala para recursos multifuncionais, um depósito de materiais de limpeza, um arquivo, uma cozinha, um refeitório, dois sanitários para funcionários, quatro sanitários para os estudantes, sendo dois femininos e dois masculinos, um sanitário para PCD e uma quadra de

esporte coberta. A Figura 2 apresenta algumas fotos da entrada da Escola, bem como do seu interior.

Figura 2 - Fotos da E. E. Professor Domingos Aparecido dos Santos



Fonte: a pesquisa.

A Escola Estadual Professor Domingos Aparecido dos Santos, situa-se em um bairro periférico na faixa norte do perímetro urbano do município, nominado Núcleo Habitacional São José II, povoado por famílias da classe trabalhadora. A comunidade escolar é oriunda, em sua maioria, dos bairros adjacentes ao Núcleo Habitacional São José I, II, III, como também dos seguintes bairros: Jardim Serra Dourada, Residencial Carlos Bezerra I e II, Jardim Liberdade I, II e III, Jardim Eldorado, Jardim Tropical, Jardim Santa Fé, João de Barro, Parque Residencial Nova Era, Conjunto Habitacional Marechal Rondon, Residencial Buriti, Jardim Copa Cabana, Vila Mineira, Jardim Adriana, Residencial Violetas, Jardim Ipê, Jardim Dom Osório, Jardim Luz D' Yara, Vila Mariana, Vila Castelo, Vila Operária, Matias Neves, Paiaguás, além de áreas rurais do município (E.E. Prof. Domingos Aparecido dos Santos, PPP, 2024).

Essa escola faz parte da comunidade local há 39 anos, portanto possui uma grande parcela de contribuição com o crescimento e o desenvolvimento da região, sempre em parceria com os pais/responsáveis e com os representantes de outros

setores atuantes da comunidade, como as Igrejas (católicas e evangélicas), Posto de Saúde, CRAS (Centro de Referência e Assistência Social), Associação de Moradores, além dos comerciantes em geral (E.E. Prof. Domingos Aparecido dos Santos, PPP, 2024). Como filosofia, a escola defende que:

A Educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, igualdade, bem-estar social e ao respeito à natureza tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania, sua formação humanística, cultural, ética, política, científica e democrática fazendo da escola um lugar aonde as pessoas chegam e consigam permanecer (E.E. Prof. Domingos Aparecido dos Santos, PPP, 2024, p. 18).

O IDEB mais recente da escola, avaliado em 2021, foi de 4,2. Nesse sentido, em sua visão de futuro a escola busca promover uma Educação “[...] de excelência, reconhecida pelo trabalho criativo, inovador, eficaz, seguro e responsável, com respeito aos nossos alunos, pais, comunidade e equipe escolar”. Já como missão a instituição pretende “[...] garantir um ensino de qualidade, assegurando o acesso e a permanência dos alunos na escola, formando cidadãos críticos capazes de atuar na transformação da sociedade” (E.E. Prof. Domingos Aparecido dos Santos, PPP, 2024, p. 19). Retomando as afirmações sobre desigualdades sociais ainda presentes no município de Rondonópolis-MT, no marco situacional do PPP da escola Domingos, o texto reforça que “[...]apesar do desenvolvimento do município, ainda há uma grande disparidade socioeconômica entre a população, onde uma boa parte apresenta renda inadequada para o acesso aos serviços e bens de consumo necessários” (E.E. Prof. Domingos Aparecido dos Santos, PPP, 2024, p. 8).

Com a intenção de enriquecer a aprendizagem e as interações entre os estudantes, professores e comunidade, a escola desenvolve projetos coletivos e eventos culturais permanentes. Essas ações são organizadas por bimestre, no decorrer de cada ano letivo, envolvendo o trabalho conjunto da equipe gestora com os demais segmentos educacionais, na realização de projetos, como A Cultura Afro-brasileira, Projeto de Atletismo, Projeto Conhecendo Mato Grosso, Projeto Meio Ambiente e Sustentabilidade, Projeto de leitura e literatura, Programa de Educação socioemocional, entre outros. E, a partir da implantação do Novo Ensino Médio, com as disciplinas “Trilhas de aprofundamentos, as Eletivas e Projeto de vida são realizadas culminâncias e exposições dos trabalhos desenvolvidos, que são apresentados pelos estudantes” (E.E. Prof. Domingos Aparecido dos Santos, PPP, 2024, p. 5).

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura foi realizada com a intensão de explorar aportes teóricos relacionados ao objetivo central dessa pesquisa, que visou compreender a construção do conhecimento no campo da educação ambiental crítica, tendo como instrumento o ensino de Ciências por investigação. Assim, buscou-se delinear um panorama das publicações científicas relacionadas aos dois eixos estruturantes que guiaram a pesquisa, no recorte temporal de dez anos, compreendidos entre 2015 e 2024. Essa produção acadêmica foi representada por dez artigos científicos que discorrem sobre o ensino de Ciências por investigação e sobre a educação ambiental crítica. Nesse capítulo da tese, apresenta-se inicialmente a metodologia da revisão sistemática de literatura, seguida dos resultados e de uma discussão sobre os artigos selecionados, em consonância com outros aportes teóricos.

#### 3.1 METODOLOGIA DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

A Revisão Sistemática de Literatura, também denominada de Estado da Arte ou Estado do Conhecimento trata-se de uma metodologia com abordagem predominantemente qualitativa, ainda que, na tabulação inicial dos dados possa envolver também uma parte quantitativa. Constitui-se de estudos com cunho bibliográfico, em que suas principais fontes não são livros ou outros tipos de materiais impressos e sim publicações armazenadas em bancos de dados virtuais e repositórios de universidades. Tais bases de dados disponibilizam para a consulta pública os trabalhos acadêmicos, como dissertações, teses e artigos científicos.

Toma-se como base que, a revisão sistemática de literatura faz “[...] uma síntese integrativa da produção acadêmica em uma determinada área do conhecimento e em um período estabelecido de tempo” (André, 2009, p. 43). Nesse sentido, todo o processo da pesquisa é instigado “[...] pelo desafio de conhecer o já construído e produzido para depois buscar o que ainda não foi feito” (Ferreira, 2002, p. 259). Em síntese, para a utilização dessa técnica de pesquisa faz-se necessário seguir três etapas basilares, sendo elas: o levantamento de dados, a sistematização e a análise dos resultados encontrados (Ferreira, 2002).

Com relação aos procedimentos dessa revisão de literatura, o primeiro passo foi definir um problema de pesquisa e um objetivo que orientasse o seu desenvolvimento e atendesse ao anseio de lançar um olhar sobre o possível cenário

de publicações científicas do ensino Ciências por investigação como instrumento para o desenvolvimento da educação ambiental crítica na área Ciências da Natureza. Desta feita, o problema foi definido pela questão: os eixos estruturantes da pesquisa para o doutoramento, que são o ensino de Ciências por investigação e educação ambiental crítica se conectam nas produções acadêmicas? Já o objetivo centrou-se em: delinear um panorama das publicações científicas relacionadas aos eixos estruturantes da pesquisa, analisar como eles se conectam e explorar aportes teóricos correlacionados.

Em seguida, foi definido o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) como o ambiente virtual para rastrear os acervos científicos. Após consultas prévias em outras fontes, optou-se por unificar as buscas no Portal de Periódicos da CAPES, pois esse banco de dados concentra artigos publicados nas diversas revistas científicas qualificadas, abrangendo, assim, a publicação científica de outros repositórios. Posteriormente, foram definidos os termos de busca ou palavras-chave “ensino de Ciências por investigação” e “educação ambiental crítica”. A fim de encontrar artigos que associassem esses dois eixos foram utilizados os operadores booleanos “e” ou “AND”, como também o sinal de somar do teclado numérico. Nessa etapa, os termos de busca foram inseridos no campo de pesquisa da seguinte forma: “ensino de Ciências por investigação AND educação ambiental crítica”. Visando ampliar os resultados, foram criados os seguintes descritores, com os quais as buscas também foram realizadas: “ensino de Ciências por investigação na educação ambiental crítica” e “educação ambiental crítica por meio do ensino de Ciências por investigação”. Refinou-se a pesquisa por meio dos seguintes filtros de busca: ano de publicação; acesso aberto e gratuito ao artigo completo; links dos trabalhos ativados; textos revisados por pares; artigos submetidos na área de Ciências Biológicas, pois esta área consta na opção de filtros e faz parte das Ciências da Natureza.

O recorte temporal arrolado nesse estudo foi o período de dez anos, compreendido entre os anos de 2015 e 2024. Inicialmente, realizou-se consultas de artigos científicos utilizando os dois termos de busca, associados por operadores booleanos, seguidas de buscas com cada termo de forma isolada. Após a leitura dos títulos e palavras-chave dos artigos encontrados, foram aplicados os critérios de inclusão e de exclusão para selecionar as obras. Os critérios de inclusão definidos para a seleção dos artigos foram: se as pesquisas foram realizadas na educação

formal; se os estudos envolvem professores ou estudantes da Educação Básica; se os temas estabelecem relações entre o ensino de Ciências e a educação ambiental; se apresentam os termos de busca predefinidos para esta pesquisa em seus títulos. Já como critérios de exclusão, foram considerados: o fato de os artigos terem sido publicados antes de 2015; não possuírem links ativos; os arquivos encontrarem-se indisponíveis para o acesso gratuito; procederem de periódicos não revisados por pares; as pesquisas não estarem relacionadas à educação formal ou à Educação Básica; os artigos não apresentarem os termos de busca em seus títulos ou em suas palavras-chave.

### 3.2 RESULTADO DOS ARTIGOS ENCONTRADOS E SELECIONADOS

Como já mencionado, o objetivo inicial dessa revisão de literatura foi encontrar artigos contendo os dois eixos estruturantes da pesquisa, o ensino de Ciências por investigação e a educação ambiental crítica, que passaram a ser os termos de busca. Ao associar os dois termos de busca por meio dos operadores booleanos, como também os descritores criados e aplicar os filtros citados, não foram encontrados artigos cujos títulos apresentassem menções aos dois termos de forma conjunta. Esse fato aponta para uma lacuna de pesquisa no que diz respeito à possibilidade didática da construção de conhecimentos sobre temas relativos à educação ambiental com perspectiva crítica tendo como instrumento o ensino por investigação. A partir desse ponto, passou-se a realizar as buscas no Portal de Periódicos da CAPES utilizando os dois termos separadamente. Ao aplicar os filtros, com o termo “ensino de Ciências por investigação” foram encontrados 41 artigos e com o termo “educação ambiental crítica” foram encontrados 65 artigos, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Artigos encontrados a partir dos descritores

DESCRITORES	PERIÓDICOS CAPES
Ensino de Ciências por investigação; Educação ambiental crítica.	00
Ensino de Ciências por investigação.	41
Educação ambiental crítica.	65
Total	106

Fonte: a pesquisa.

A Tabela 1 apresenta as informações quantitativas extraídas na base de dados pesquisada, referente ao número de artigos encontrados, algoritmicamente, para cada descritor. Ao realizar uma leitura flutuante nos títulos dos artigos

encontrados, tendo em mente os critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados cinco artigos relativos a cada um dos termos de busca, como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Artigos selecionados para a Revisão de Literatura

TERMOS DE BUSCA	ARTIGO	AUTORES	BANCO DE DADOS	ANO
Ensino de Ciências por investigação	Ensino de Ciências por Investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular	SASSERON, L. H.	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	2018
	Fundamentos metodológicos do Ensino por investigação	CARVALHO, A. M. P. de	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	2018
	Ensino de Ciências por investigação: contribuições da leitura para a alfabetização científica nos anos iniciais	SILVA, T. A.; SOUZA, S. P.; FIREMAN, E. C.	ACTIO: Docência em Ciências	2019
	Aspectos teóricos sobre o ensino de Ciências por investigação	CAMPOS, J. G.; SENA, D. R. de C.	Ensino em Revista	2020
	Estruturação de perguntas no ensino de Ciências por investigação: uma proposta visando a alfabetização científica	SANTANA, U. S.; SEDANO, L.	Revista Alexandria	2023
Educação ambiental crítica	Conhecimento Pedagógico do Conteúdo no contexto da educação ambiental: uma experiência com mestrandos em ensino de Ciências	CORTES JUNIOR, L. P.; SÁ, L. P.	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	2017
	Contribuições da Educação Ambiental Crítica para o processo de ensino e aprendizagem em Ciências visando à formação cidadã	LUZ, R.; PRUDÊNCIO, C. A. V.; CAIAFA, A. N.	Investigações em Ensino de Ciências	2018
	Formação de professores em educação ambiental crítica centrada na investigação-ação e na parceria colaborativa	MARTINS, J. P. de A.; SCHNETZLER, R. P.	Ciência & Educação (Bauru)	2018
	Os desafios e dificuldades dos professores na inserção e prática de educação ambiental no currículo escolar	MARQUES, R.; XAVIER, C. R.	Revista Internacional de Ciências Sociais e da Educação	2020
	A dimensão interdisciplinar na construção da Educação Ambiental: uma proposta de sequência didática	PEIXOTO, S. C., <i>et al.</i>	Research, Society and Development	2021

Fonte: a pesquisa.

A Figura 3 mostra os dez artigos selecionados, conforme os critérios de inclusão e exclusão. Na primeira coluna, são apresentados os dez artigos por título, em que os cinco primeiros tratam do ensino de Ciências por investigação e os demais tratam sobre a educação ambiental crítica. Nas colunas subsequentes constam as

informações principais dos artigos, como o nome dos autores, as revistas científicas nas quais foram publicados e os respectivos anos de publicação.

Detalha-se que, a seleção dos artigos ocorreu por meio da leitura dos títulos e das palavras-chave e o ano de publicação. Ao encontrar trabalhos de interesse seguiu-se à leitura dos resumos para observar se as pesquisas realizadas incluíam mais de uma palavra-chave, como a associação do ensino de Ciências por investigação e da educação ambiental crítica. Outro critério observado nos resumos refere-se à participação de estudantes e professores da Educação Básica nas pesquisas e a utilização de alguma outra metodologia investigativa.

A análise dos resultados dessa revisão de literatura foi desenvolvida a partir da leitura dos artigos elencados no quadro acima. Com base nos conceitos abordados e autores citados, foram selecionados aportes teóricos que, juntamente com documentos normativos oficiais, constituíram os referenciais teóricos dessa investigação. A seguir, apresenta-se uma discussão dos resultados baseada nos eixos estruturantes da investigação, conforme abordado nos artigos selecionados e demais referenciais teóricos.

### 3.3 DISCUSSÃO DOS ARTIGOS SELECIONADOS

Conforme já citado, essa revisão de literatura foi realizada com a intenção de conhecer a produção acadêmica, situada entre os anos 2015 e 2024, voltada para o desenvolvimento da educação ambiental crítica, por meio do ensino por investigação, na área Ciências da Natureza. Para tanto, foram realizadas buscas na base de dados definida, associando-se os termos de busca: “ensino de Ciências por investigação” e “educação ambiental crítica”. Não aparecendo publicações contendo esses dois temas juntos, foram selecionados dez artigos científicos, sendo que cinco são relacionados ao ensino por investigação e os outros cinco são relacionados à educação ambiental crítica.

Tendo isso como base, formulou-se uma discussão de resultados sobre os temas ensino de Ciências por investigação e educação ambiental crítica, a partir da leitura dos artigos científicos e de aportes teóricos difundidos nessas mesmas publicações. Inicialmente, apresenta-se uma contextualização sobre a organização societária na qual se desenvolveu a escola atual, o ensino de Ciências e a necessidade da educação ambiental. Posteriormente, adentra-se nas linhas argumentativas dos artigos selecionados.

As escolas de Educação Básica, com todos os aspectos didáticos e curriculares que se conhece atualmente refletem as revoluções científicas, tecnológicas e industriais conduzidas na sociedade moderna. O ensino de Ciências emergiu da diferenciação do conhecimento em áreas, a reboque das transformações sociais e educacionais, que mais tarde culminaram na divisão das áreas em disciplinas focadas em domínios específicos do mundo natural e social (Krasilchik e Marandino, 2007). Já a educação ambiental, tem suas origens no movimento ambientalista iniciado na década de 1960, que contribuiu para impulsionar o debate social sobre o problema do meio ambiente e influenciou a criação de legislações e políticas educacionais concatenadas com a questão ambiental (Tavolaro, 2001; Loureiro, 2009; Guimarães, 2021). Ressalta-se que a problemática ambiental decorre do modelo civilizatório presente na sociedade moderna, em que o modo de produção e consumo são característicos de um sistema industrial subordinado à economia capitalista (Guimarães e Granier, 2017).

Diante das constantes transformações nas estruturas sociais, políticas, econômicas e culturais, as sociedades constituídas a partir do século XVIII receberam distintas denominações, com base em diferentes concepções de mundo. Nessa direção, destaca-se a sociedade moderna urbano-industrial erigida após a Revolução Industrial, que é demarcada pela mecanização dos modos de produção e pelo modelo econômico capitalista, (Guimarães, 2006). Já a partir do século XX, emergiu a sociedade da informação, em que os aparatos tecnológicos tornaram possível o armazenamento e o processamento de grandes quantidades de informações. A sociedade do conhecimento surgiu quando fora atribuído grande valor à capacidade de transformar as informações em conhecimentos (Gómez, *et al.*, 2006). Na sociedade do consumo, as mercadorias e serviços não são produzidos em prol da qualidade de vida, da cidadania, da sustentabilidade, mas para atender as demandas do sistema capitalista. Nessa sociedade, em que são geradas falsas necessidades no imaginário coletivo, além de consumir as mercadorias produzidas, as pessoas transformam-se a si mesmas em mercadorias ventáveis para o mercado de trabalho ou para as redes sociais (Bauman, 2008).

Mais recentemente, apresenta-se a sociedade 5.0, cujos entusiastas acreditam que as tecnologias de alto desempenho, como a inteligência artificial, a robótica, as redes virtuais interligadas ou os novos materiais poderiam resolver os problemas básicos da humanidade, como a miséria, a fome, as doenças e a

degradação ambiental. Ao defender essa ideia, Giardelli (2016, p. 20), afirma que “[...] agora, em rede, vivemos o começo do tempo da generosidade coletiva, que refundará as formas de fazer educação, negócios, política, arte, ativismo, com todos os choques genuínos desse hiato de séculos e de gerações”. Na contramão desse pensamento, surge o conceito de sociedade de risco, proposto por Gómez, *et al.*, (2006), uma vez que as instituições que gerenciam esses modelos sociais não conseguem lidar com os riscos econômicos, sanitários, humanitários e ambientais decorrentes dos problemas acumulados desde as sociedades modernas (Gómez, *et al.*, 2006).

### 3.3.1 Ensino de Ciências por investigação

Perante a essas considerações, adentrando à análise dos artigos selecionados, nota-se que, assim como existem diferentes concepções de sociedade, também podem ser observadas diferentes visões de Ciência, conforme defendido por Sasseron (2018, p. 1063):

A atividade científica tem sido estudada por filósofos, epistemólogos, historiadores e sociólogos. Muitas são as visões que se têm sobre as Ciências e a atividade científica. Elas provêm da análise do trabalho dos cientistas por diversos métodos e revelam pontos de vista em que, cada qual a sua maneira, sustentam visões sobre o papel do experimento, de equipamentos, dos tipos de raciocínio, das teorias, dos cientistas, das comunidades e de outros agentes e atores que participam do desenvolvimento das Ciências.

Conforme a autora, em função da perspectiva epistemológica e filosófica da Ciência aderida pelo pesquisador, ou de um determinado fenômeno que está sendo estudado, é possível chegar a diferentes compreensões, as quais podem ou não ser divergentes. Outro ponto discutido pela autora diz respeito ao fato de que as práticas científicas são também práticas sociais, portanto a construção da objetividade na Ciência não é algo incontestável e definitivo, uma vez que a sociedade está em constante transformação. A autora explica que:

[...] a investigação científica produz teorias, mas também, e ao longo dos processos, promove interações de naturezas distintas que se integram e se transformam, sendo, portanto, advindas de negociações sociais. A ideia de Ciência como prática e, em decorrência, praticada por grupos sociais é o que confere a ela objetividade (Sasseron, 2018, p. 1064).

Assim compreendida, a atividade científica para a obtenção de novos conhecimentos perpassa por interações entre os pesquisadores ou grupos de pesquisa, cujos resultados podem ser avaliados, discutidos, negociados ou refutados (Sasseron, 2018). Na trajetória de mudanças sociais e, portanto, científicas, um

movimento pertinente no campo educacional é refletir sobre a relevância de cada uma das áreas do conhecimento que compõem a organização curricular em todos os seus níveis, etapas e modalidades. Acerca dessas reflexões, são construídos argumentos que justificam a oferta, a relevância e a manutenção e das diversas áreas, seus componentes curriculares e objetos do conhecimento a serem praticados na educação formal. No caso das Ciências da Natureza, desde sua criação como Ciências Naturais, a sua constância nos currículos é sempre associada aos conhecimentos científicos e tecnológicos, impulsionados pela industrialização e urbanização da sociedade, cujo desenvolvimento possui relação direta com as pesquisas e com o fazer científico (Brasil, 2018).

Nesse sentido, devido à importância da Ciência e da tecnologia para a sociedade contemporânea, ficou à cargo da escola o dever de garantir a apropriação dos conhecimentos relacionados ao fazer científico pelas crianças e jovens, durante seu processo de escolarização, com vistas à inclusão social. Com essa premissa, surgem as metodologias investigativas no ensino de Ciências. Contudo, a tendência ensino de Ciências por investigação não é uma proposta recente, dado que possui influências do movimento escola novista, idealizado por John Dewey e outros pesquisadores da Educação ainda no século XIX.

Franco (2012, p. 62) acrescenta que, nesse período, por intermédio de educadores como Anísio Teixeira, o ensino brasileiro absorveu pressupostos pedagógicos modernos da cultura estadunidense, como a função social da escola que passa a ser entendida “não apenas como o local de instrução, mas espaço de reconstrução social, de democratização da sociedade”, como também “o ato de pesquisar para conhecer”. A pedagogia defendida por esta abordagem acentua a importância da agência dos estudantes no processo de construção de conhecimentos, reconhecendo-os como participantes ativos e criativos (Krasilchik, 1992; Carvalho, 2020). Baseada em estudos de outros teóricos, Sasseron (2018) comenta sobre a evolução das metodologias investigativas relacionadas ao ensino de Ciências:

Especificamente ao ensino de Ciências, durante um bom período, a partir da primeira metade do século XX, a ideia de hands on, caracterizando um ensino por descoberta, orientando por etapas descritas e previamente definidas, revelava a ênfase nos procedimentos e no desenvolvimento de ações. Mais recentemente, a alteração de foco mostra a preocupação em relacionar o desenvolvimento de procedimentos com a aprendizagem conceitual e a crítica assume papel central no processo de investigação em sala de aula (Sasseron, 2018, p. 1066).

Para além do desenvolvimento de práticas e procedimentos padrão, as metodologias investigativas passam a incorporar a construção conceitual e crítica dos estudantes. A partir dessas ideias, a autora faz uma distinção entre as práticas científicas e as práticas epistêmicas, afirmando que as práticas científicas “[...] representam ações direcionadas à resolução de problemas, enquanto as práticas epistêmicas associam-se a aspectos metacognitivos da construção de entendimento e de ideias sobre fenômenos e situações em investigação” (Sasseron, 2018, p. 1067).

Nessa direção, foram delineados modelos didáticos que buscavam superar o modelo de transmissão de conteúdos sacramentado pelo ensino tradicional e conduzir o estudante no caminho da construção dos conhecimentos. Na segunda metade do século XX, o ensino por investigação ganha corpo, acompanhando as transformações sociais da virada do século, como o processo de urbanização e industrialização (Zompero; Laburú, 2016; Sasseron, 2018; Carvalho, 2020).

Dentre as técnicas que podem ser utilizadas na tendência ensino de Ciências por investigação, podem ser citadas as sequências investigativas. Ao tratar sobre os fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação, Carvalho (2018) sustenta que as Sequências de Ensino Investigativo (SEI) têm como propósito a construção de conhecimentos relacionados a temas científicos por meio da realização de atividades investigativas diversificadas em que os estudantes sejam agentes e atuantes em todo o processo. Essa proposta didática tem como diretriz principal a liberdade intelectual que os docentes proporcionam aos estudantes em todas as etapas didático-investigativas, com ênfase na elaboração do problema de pesquisa (Carvalho, 2018). A autora sustenta que “[...] estes dois itens são bastante importantes, pois é o problema proposto que irá desencadear o raciocínio dos alunos e sem liberdade intelectual eles não terão coragem de expor seus pensamentos, seus raciocínios e suas argumentações” (Carvalho, 2018, p. 767).

A partir de estudos teóricos dos trabalhos de outros autores e pesquisas empíricas junto a grupos de pesquisas, Carvalho (2018) propõe uma caracterização de diferentes situações de ensino, comuns em aulas de Ciências da Natureza, como as aulas de laboratório e a proposição de problemas e estudos sobre textos históricos. Nessas situações de ensino, o grau de liberdade intelectual promovido junto aos estudantes é um critério utilizado para distinguir se a atividade faz parte de um modelo de ensino diretivo ou de ensino baseado na investigação. Conforme a autora, o grau de liberdade pode ser hierarquizado em graus, que vão do 1 ao 5:

As atividades como as de laboratório, em que o professor traz o roteiro pronto contendo a questão-problema, as hipóteses, o plano de trabalho e auxilia na elaboração das conclusões, deixando a cargo dos estudantes apenas a obtenção de dados, é classificada como ensino diretivo de Grau 1. As atividades em que o professor oferece a questão-problema pronta, mas, os estudantes auxiliam na elaboração das hipóteses, do plano de trabalho, na obtenção de dados e nas conclusões, ainda que o professor tenha as iniciativas principais, são classificadas como ensino diretivo de Grau 2. Já as atividades em que o professor apresenta a questão problema e os estudantes têm maior autonomia para construir, com auxílio ou sozinhos, as hipóteses, o plano de trabalho, a obtenção de dados e as conclusões são classificadas como ensino por investigação de Graus 3 e 4 (Carvalho, 2018, p. 768 e 769).

Como se observa, as atividades em que os estudantes apresentam maior autossuficiência e liberdade intelectual para construir desde a questão-problema, as hipóteses, o plano de trabalho, os dados e as conclusões são classificadas como atividades de ensino por investigação de Grau 5. Entende-se que o grau de liberdade intelectual está diretamente relacionado com o quanto os estudantes envolvem-se, emitem opiniões, imaginam, criam, elaboram os escritos e executam as tarefas de cada uma das etapas das atividades investigativas, que podem fazer parte de um projeto maior da escola, como as Feiras de Ciências ou de práticas pedagógicas de ensino e aprendizagem cotidianas.

No que se refere à apresentação ou elaboração do problema, nota-se que existem distinções relacionadas ao tipo de atividade, como as situações problema fornecidas no início de aulas práticas para que os estudantes as solucionem ou questões problematizadoras que estimulam o estudo relacionado à História das Ciências, por exemplo, que têm o intuito de dar sentido a essas aprendizagens que podem fazer parte de sequências investigativas (Carvalho, 2018). A autora explica que a proposição de problemas no início dessas sequências investigativas faz-se importante, pois podem constituir-se em aulas inovadoras e motivadoras, como as que envolvem atividades práticas ou experimentos realizados para a formulação de entendimentos e conceitos pelos estudantes, a partir dos dados obtidos.

Para além disso, a proposição de problemas pode também podem levar à compreensão das leis da natureza, sobretudo “[...] quando procura relações entre outros conceitos já aprendidos, introduz nova proposta teórica e muitas outras estruturas científicas que devem ser postas na aprendizagem das Ciências” (Carvalho, 2018, p. 771). Desta forma, um problema bem elaborado é aquele que, entre outros, possibilita que os estudantes resolvam, compreendam e expliquem o fenômeno relacionado a ele, tal qual associem as aprendizagens com os conteúdos

de outras disciplinas escolares e com o seu cotidiano (Carvalho, 2018). Partindo dos fundamentos teóricos para a prática, ressalta-se que o trabalho com as sequências de ensino investigativo implica a promoção de um ambiente favorável em sala de aula para que os estudantes possam atuar ativamente no seu processo de construção dos conhecimentos. Nesse cenário, os professores exercem o papel de mediadores ao conduzir os estudantes em etapas simplificadas do trabalho científico investigativo.

Desse modo, as sequências de ensino investigativo iniciam-se por um problema, “[...]experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e oferece condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático” (Carvalho, 2020, p. 9). A autora reforça que esse método investigativo demanda uma sistematização intencional, de forma que as aulas são organizadas por meio de uma sequência de atividades-chave que articulam as habilidades e temas do currículo escolar com ações e recursos didáticos disponíveis, de modo a valorizar as contribuições dos estudantes, bem como estimular a reflexão, a autonomia e a participação nos debates sobre o assunto (Carvalho, 2020).

A autora revela ainda que os pressupostos teóricos do ensino por investigação são respaldados por estudos piagetianos e vigotskianos. Assim, as sequências de ensino investigativo devem propiciar aos estudantes que, antes de iniciarem a construção de novos conhecimentos, possam expressar seus saberes prévios sobre os temas de estudo. A partir daí, os aprendizes podem discutir essas concepções iniciais “[...] com seus colegas e com o professor, passando do conhecimento espontâneo ao científico, adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores” (Carvalho, 2020, p. 9). No transcorrer dos trabalhos com sequências investigativas, deve-se criar uma sistematização intencional e organizada para conduzir a construção de conhecimentos pelos estudantes. É importante também que eles sejam orientados a relatarem como se sentiram durante os trabalhos e como chegaram à resolução de um problema ou à compreensão de um experimento (Carvalho, 2018; 2020).

Campos e Sena (2020) reiteram que o construtivismo piagetiano é uma das bases epistemológicas do ensino por investigação, por meio do qual o conhecimento é “[...] construído a partir da relação dialética entre sujeito e objeto” (p. 1484). Entretanto, os autores mencionam que desenvolver o ensino por investigação em Ciências da Natureza não se restringe à aplicação de alguma técnica construtivista

junto de atividades que imitem o fazer científico, pois o ensino por investigação é marcado pela pluralidade. Os autores argumentam que:

Pedagogicamente ensinar por investigação, ou modelar o ensino das Ciências pela investigação, tem dois fins: reforçar conceitos ou desenvolver habilidades. Recentes pesquisas mostram que para segunda opção ele é mais eficiente que a primeira. Portanto, cabe ao professor saber que modelo pedagógico é mais indicado para cumprir este ou aquele fim (Campos; Sena, 2020, p. 1469).

No que se refere ao fato de reforçar conceitos no ensino por investigação, ressalta-se que o trabalho deve ser planejado com estratégias focadas em “[...] ensinar fatos da Ciência, ensinar sobre Ciências, e, ensinar a fazer Ciências” (Campos; Sena, 2020, p. 1470). Já com relação ao desenvolvimento de habilidades, tem-se que “[...]as etapas do trabalho do cientista, quando transpostas ao contexto escolar, tornam-se pressupostos didático-pedagógicos” (Campos; Sena, 2020, p. 1473). As habilidades desenvolvidas têm relação com as práticas investigativas, que partindo de uma questão-problema, direcionam os estudantes no processo de formular hipóteses, coletar dados, formular explicações, comparações e discussões. Nessa direção, os autores defendem concretização da “[...] pluralidade de modos de ser do ensino por investigação”, considerando todas as vantagens em se diversificar essas práticas pedagógicas, como o “[...] potencial de tornar as aulas menos monótonas e conquistar a atenção dos estudantes” (Campos; Sena, 2020, p. 1489).

Ao abordar o papel fundamental das práticas de leitura no contexto do ensino de Ciências por investigação, Silva, Souza e Fireman (2019, p. 3) destacam que a educação científica se torna uma necessidade humana, uma vez que possibilita a “[...] formação de sujeitos críticos que compreendem o quanto a Ciência e a Tecnologia interferem em suas vidas, na sociedade e no ambiente em que vivem”.

Partindo desse raciocínio, os autores afirmam que na organização de uma sequência investigativa, da arquitetura curricular até o planejamento das atividades, os professores devem ter em conta que os termos, conceitos e conhecimentos científicos a serem construídos, para que façam sentido, significado e sejam assimilados devem dialogar com o cotidiano dos estudantes. Com relação às estratégias didáticas, “[...] a situação-problema deve motivar, desafiar e despertar nos alunos o interesse em solucionar a atividade investigativa”, portanto, precisam ser adequadas à etapa e ao nível de desenvolvimento deles (Silva; Souza; Fireman, 2019, p. 6). Os autores especificam que:

Durante o planejamento, o professor precisa se certificar se o texto de sistematização está de acordo com o nível e as necessidades da turma. O docente deve organizar questionamentos envolvendo a atividade investigativa e o texto de sistematização que contribuirão, dessa forma, para a concretização dos conceitos científicos relacionados a SEI que foi explorada durante a aula de Ciências (Silva; Souza; Fireman, 2019, p. 7).

Visando despertar o interesse e a curiosidade dos estudantes ao longo do processo, os materiais didáticos, assim como a ação manipulativa destes materiais devem ser escolhidos e organizados de forma refletida pelo professor, pois esses recursos auxiliarão os estudantes na formulação de hipóteses e na resolução do problema proposto (Silva; Souza; Fireman, 2019).

Santana e Sedano (2023), com vistas à alfabetização científica por meio das aulas investigativas, enfatizam a importância da pergunta como possibilidade de promover interações entre estudantes e docentes. Os autores consideram as perguntas como passos “[...] fundamentais na percepção das inquietações e dúvidas dos estudantes e no processo de ensino e aprendizagem em Ciências” (p. 208). Como todo aprendizado começa com uma pergunta, esta deve fazer parte do ensino investigativo, orientar os estudantes não só na busca por respostas, mas também na elaboração das suas perguntas (Santana; Sedano, 2023). Os autores indicam que:

No contexto de sala de aula, é interessante que o professor não apenas realize perguntas que induzam respostas puramente memorísticas, mas saiba perguntar de modo que os estudantes possam desenvolver a interação e a explicação de conceitos, fenômenos e procedimentos (Santana; Sedano, 2023, p. 212).

Tais interações, em que as perguntas estejam concatenadas com a realidade material dos estudantes e com a construção de conhecimentos significativos, promovem uma educação mais democrática e dinâmica. Salienta-se que, em função da relevância que a elaboração, a emissão e resolução de perguntas resguarda no ensino de Ciências por investigação, “[...] é preponderante reconhecer que os estudantes, ao serem inseridos em um processo educacional, devem ser perguntadores de si mesmos” (Santana; Sedano, 2023, pag. 213).

Em consonância com esse pensamento, Solino e Gehlen (2016) acrescentam que no Ensino de Ciências por Investigação (ENCI) também sustenta a ideia de que os conceitos científicos precisam ser construídos pelos estudantes,

[...] por meio das ações investigativas, tomando consciência dos procedimentos realizados e das relações causais que envolvem as variáveis para a resolução do problema. Ressalta-se, ainda, que as interações sociais ocorridas em sala de aula, entre aluno-aluno, aluno-professor e aluno-

material didático, potencializam a construção dos conceitos científicos e o entendimento sobre a natureza da Ciência (Solino; Gehlen, 2016, p. 152).

Torna-se evidente a valorização do contexto em que as atividades investigativas ocorrem no ambiente escolar, bem como as relações de troca entre os participantes. As autoras reforçam que “[...] o processo de construção do conhecimento está subordinado aos processos de investigação e, sem eles, o ENCI perde o seu objetivo de ensino” (Solino; Gehlen, 2016, p. 152).

Outra possibilidade de atividades investigativas que podem ser exploradas na Educação Básica trata-se dos projetos ou atividades colaborativas. Silva e Campos (2017, p. 776) salientam que as atividades colaborativas podem ser entendidas como aquelas em que “[...] os participantes trabalham em conjunto, sem distinções hierárquicas, em um esforço coordenado, com vistas a alcançarem um objetivo previamente fixado”.

Os autores explicam que nesse tipo de método os papéis e os afazeres de cada participante não são pré-definidos, mas organizados durante o processo de acordo com os anseios e habilidades de cada um. Nesse sentido, as atividades:

[...] fortalecem a aprendizagem processual, quebram paradigmas e permitem uma maior socialização dos conhecimentos. O desenvolvimento de atividades colaborativas nas escolas pode gerar resultados diferenciados tanto no campo dos conhecimentos teóricos quanto no campo da formação humana, neste caso, ensejando a construção de valores e atitudes (Silva e Campos, 2017, p. 776).

As práticas colaborativas aliadas aos processos de investigação podem contribuir com a discussão de temas relacionados à cidadania, à questão ambiental, “[...] aos direitos humanos, à diversidade, quando transcorrida em grupos, de forma dialógica e interativa, favorece aos participantes a busca de respostas com autonomia” (Silva; Campos, 2017, p. 776).

### **3.3.2 Educação ambiental crítica**

Assim como Sasseron (2018) sinaliza a existência de diferentes visões de Ciência, nessa mesma linha de raciocínio, Reigota (2010) aponta para a diversidade de definições do termo meio ambiente, que é descrito de maneira diferente por geógrafos, linguistas e ecólogos, indicando que não existe um consenso conceitual na comunidade científica e sim diferentes representações sociais. Em sua definição, meio ambiente pode ser compreendido como:

O lugar determinado ou percebido, onde os elementos naturais e sociais estão em relações dinâmicas e em interação. Essas relações implicam processos de criação cultural e tecnológica e processos históricos e sociais de transformação do meio natural e construído (Reigota, 2010, p. 14).

O autor apresenta um conceito de meio ambiente mais abrangente, que considera a interação entre as dimensões naturais, sociais, culturais e tecnológicas, incluindo, dessa forma, o ser humano e seu potencial transformador junto ao ambiente físico. Cumpre evidenciar ainda que, além das múltiplas visões acerca de sociedade, de Ciência e de meio ambiente há uma polissemia observada também tanto nas abordagens teóricas da educação em geral, como em campos específicos das Ciências do conhecimento, como a educação ambiental. Interessa-nos aqui compreender a educação ambiental em sua perspectiva crítica.

Com relação à educação ambiental, a intensificação da degradação ambiental no mundo contemporâneo gera uma demanda por mudanças de paradigmas nas mais diversas atuações humanas, implicadas tanto nas relações sociais, culturais e políticas, como nas produtivas e econômicas. A educação ambiental é uma das dimensões fundamentais no processo complexo da transformação social, devido ao seu potencial em mobilizar entendimentos que podem contribuir para a incorporação da sustentabilidade ambiental ao nosso modo de vida. Dentro deste princípio, compreende-se que:

A educação ambiental como educação política está comprometida com a ampliação da cidadania, da liberdade, da autonomia e da intervenção direta dos cidadãos e das cidadãs na busca de soluções e alternativas que permitam a convivência digna e voltada para o bem comum. (Reigota, 2014, p. 13)

A fim de demarcar alguns conceitos de educação ambiental, outro importante referencial são as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA), homologada por meio do Parecer CNE/CP Nº 14/2012. Já em seu texto introdutório fica expresso que a:

Educação Ambiental envolve o entendimento de uma educação cidadã, responsável, crítica, participativa, em que cada sujeito aprende com conhecimentos científicos e com o reconhecimento dos saberes tradicionais, possibilitando a tomada de decisões transformadoras, a partir do meio ambiente natural ou construído no qual as pessoas se integram. A Educação Ambiental avança na construção de uma cidadania responsável voltada para culturas de sustentabilidade socioambiental (Brasil, 2013a, p. 535).

A tendência da educação ambiental crítica é percebida ao longo do documento, que é composto por referenciais legais e conceituais os quais apresentam

a missão da educação ambiental em construir saberes e mobilizar os estudantes, que personificam as atuais e futuras gerações, para busca de soluções para a questão ambiental. É relevante salientar que a educação ambiental não é um bloco uniforme em cujas concepções teóricas e práticas pedagógicas sejam uníssonas. Existe uma diversidade de ações escolares voltadas para diferentes objetivos, dos quais muitas vezes os responsáveis por tais ações não têm consciência (Layrargues; Lima, 2014; Guimarães, 2020).

Em função dessa polissemia e da evolução conceitual educação ambiental, nem sempre ela é apropriada de forma idêntica pelos sujeitos. Sob esta óptica, “[...] foi sendo construída uma imbricada teia de representações sociais nessa área, que com o passar do tempo transformou-se em tendências diversificadas e nem sempre complementares” (Luz; Prudêncio; Caiafa, 2018, p. 64).

Cada professor, estudante e/ou comunidade escolar constrói a educação ambiental em sua prática educativa cotidiana, de acordo com suas possibilidades ou conforme as ferramentas às quais tem acesso tanto a ferramentas teóricas, como a leituras e formações ou concretas, como materiais pedagógicos, espaços e tempos. A respeito da politização na educação, Luz, Prudêncio e Caiafa (2018, p. 65) acrescentam que:

A escola como instituição formal responsável pelo ensino e aprendizagem não pode estar fechada em si mesma, visto que a educação é um fluxo livre que deve ir para além de seus muros. Assim, ela precisa romper com as fronteiras que fazem dissociação com as demais estruturas sociais provendo uma educação que também se preocupa com o entorno, com a vida em comunidade, com o meio histórico-social onde os estudantes vivem. Do contrário pode tornar-se um mecanismo de reprodução social, na medida em que investe em uma educação puramente técnica, tradicionalista e descontextualizada, sem preocupar-se com o exercício da verdadeira práxis.

Nesse âmbito, a educação ambiental não pode estar dissociada do contexto político, econômico e cultural, como destacado no trecho:

O reconhecimento do papel transformador e emancipatório da educação ambiental torna-se cada vez mais visível diante do atual contexto nacional e mundial em que se evidencia, na prática social, a preocupação com as mudanças climáticas, a degradação da natureza, a redução da biodiversidade, os riscos socioambientais locais e globais, as necessidades planetárias, (Brasil, 2013a, p. 542).

A educação emancipadora voltada para a transformação da sociedade e não para a manutenção do *status quo* político e econômico é assimilada pela tendência de educação ambiental crítica, reflexiva, dialógica e progressista, como forma de romper com a hegemonia das classes dominantes. Em consenso com o raciocínio

anterior, Martins e Schnetzler (2018, p. 583) reafirmam que a educação ambiental se trata de um fenômeno social e educacional relativamente novo, já que se originou de “[...] uma resposta à demanda gerada pela crise ambiental, intensamente estudada pela comunidade científica nacional e internacional”. Os autores acrescentam que:

Se, no princípio, predominou, nesse campo do conhecimento, um olhar marcadamente voltado para a dinâmica da natureza, em detrimento da dinâmica da sociedade, podemos afirmar que os trabalhos mais recentes refletem uma transição histórica para uma fase que incorpora referenciais sociológicos, filosóficos e psicossociológicos à dinâmica social sobre o ambiente, assim como, concepções políticas, econômicas e culturais que orientam essa nova abordagem (Martins; Schnetzler, 2018, p. 583).

Alinhada a esse pensamento, Silva (2014, p. 48) enfatiza que “[...] se a educação ambiental propõe-se transformadora, necessita refletir quais as possibilidades da existência de autonomia individual na sociedade contemporânea”, a autora defende ainda que “[...] não é possível tratar de mudanças comportamentais de um indivíduo entendido como isolado”, (Silva, 2014, p. 45), de modo que, para todas as transformações significativas em educação ambiental que se pretenda engendrar faz-se necessário enfrentar a complexidade das relações sociais na coletividade.

No concernente à educação ambiental escolar, como já mencionado, os temas relacionados à questão ambiental devem ser trabalhados de forma interdisciplinar, perpassando todas as áreas do conhecimento, de forma permanente e contínua (Brasil, 1999). Em uma pesquisa denominada “O que fazem as escolas que dizem que fazem educação ambiental?”, realizada em escolas das cinco regiões brasileiras constatou-se que, cerca de 95% das escolas do país afirmam que nos últimos anos desenvolveram ou desenvolvem algum trabalho relacionado aos temas ambientais (Trajber; Mendonça, 2007).

Entretanto, tais práticas pedagógicas nem sempre conseguem garantir a consolidação dos princípios da educação ambiental, como “[...] o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos” (Brasil, 1999, p. 2).

Presume-se que alguns dos obstáculos para maior corporificação da sustentabilidade ambiental em nossos meios sociais estejam relacionados com elementos comuns das sociedades capitalistas, como a racionalidade técnica, a

supervalorização material, a mais valia e o pensamento individual em detrimento do coletivo, que também são incompatíveis com a equidade social e bem comum.

Outro agente que atravança o processo de conscientização e a conduta ambientalmente sustentável está relacionado com a reduzida difusão social dos fundamentos científicos da dinâmica ecológica, fator importante no processo de assimilação de uma visão sistêmica do meio ambiente.

Acerca da dificuldade em disseminar os conhecimentos científicos junto aos estudantes da Educação Básica, emerge o conceito de Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, cuja sigla PCK refere-se ao termo em inglês *Pedagogical Content Knowledge*. (Cortes Júnior; Sá, 2017). Esse processo contextualizador possibilita que o professor traduza os conhecimentos advindos da produção científica para um conteúdo que possa ser ensinado e aprendido pelos estudantes. Os autores acentuam que:

A compreensão geral da EA, que envolve o conhecimento do professor, suas crenças sobre a finalidade e os objetivos do ensino de EA, caracteriza a maneira pela qual ele vai ensinar e orienta a tomada de decisões sobre a escolha de temas socioambientais, os procedimentos de ensino, as estratégias de aprendizagem, o uso de materiais didáticos e a avaliação da aprendizagem (Cortes Júnior; Sá, 2017, p. 5).

Nessa direção, Cortes Júnior e Sá (2017, p. 5), defendem que “[...] elementos do PCK relacionados ao ensino de temas de natureza ambiental no âmbito da formação de professores de Ciências é um importante campo de estudo a ser explorado”. Outros elementos apontados como enriquecedores dos trabalhos com a educação ambiental são a interdisciplinaridade e a complexidade, pois a compreensão das causas e das consequências do problema ambiental envolve uma visão holística da realidade. Peixoto *et al.*, (2021, p. 4) esclarecem que “[...] a interdisciplinaridade pode ser compreendida como sendo uma troca de reciprocidade entre as disciplinas ou Ciências, ou melhor, de áreas do conhecimento”. Desse modo,

A interdisciplinaridade proporciona a condição de compreender os elementos relevantes que constituem o todo de uma forma interconectada, agregada à singularidade-subjetividade-complexidade de cada componente curricular proveniente do conjunto de dados com significado, por meio da temática estudada (Peixoto *et al.*, 2021, p. 4).

Abordar a questão ambiental por meio da colaboração entre as Ciências da Natureza e as demais áreas do conhecimento, Matemática, Linguagem e Ciências Humanas enriquece as informações e os debates sociais. Nessa perspectiva, os autores sustentam a relação da interdisciplinaridade com a complexidade, em que os

diferentes saberes que compõem a dimensão pedagógica se articulam para formar um todo integrado, de tal forma que:

A interdisciplinaridade proporciona a condição de compreender os elementos relevantes que constituem o todo de uma forma interconectada, agregada à singularidade-subjetividade-complexidade de cada componente curricular proveniente do conjunto de dados com significado, por meio da temática estudada (Peixoto *et al.*, 2021, p. 4).

Diante da importância da interdisciplinaridade, da complexidade, da contextualização e da criticidade para a concretização da educação ambiental crítica, Marques e Xavier (2020, p. 55), reiteram que:

É preciso romper com o pragmatismo que subsidia práticas isoladas e pontuais e com a educação mecanicista e conservadora, permitindo a educação ambiental seja integrado ao currículo e que a práxis contribua para a construção de novos olhares e novas relações, social e ambientalmente sustentáveis.

Ao lançar um olhar para os aportes teóricos do ensino de Ciências e da educação ambiental, verifica-se que são múltiplas as conexões entre ambos. Ao ensinar Ciências, é imprescindível não dissociar os conhecimentos científicos de sua relação intrínseca com a sociedade e com o meio ambiente.

No movimento de buscar associações entre o ensino de Ciências e a educação ambiental crítica, Grijalva *et al.*, (2021, p. 43) pontuam que:

O papel do professor é promover atividades escolares para que possam impactar na responsabilidade pessoal dos alunos nas ações ambientais e no compromisso social de agir em consequência contra a poluição; além de estimular o pensamento crítico e o desenvolvimento de habilidades; bem como a análise e o raciocínio lógico para resolver problemas do seu cotidiano.

Os autores relacionam as metodologias investigativas com a resolução de problemas na construção de competências pró-ambientais com os estudantes no ensino de Ciências. Contudo, não somente a área de Ciências abrange as questões ambientais, como também não é possível educar para a sustentabilidade sem levar em conta os avanços científicos e tecnológicos e o debate para a tomada de decisões sobre seus objetivos futuros. A esse respeito Harvey (2017, p. 119) sustenta que:

Sabemos que qualquer luta contra a degradação do meio ambiente em escala mundial, as desigualdades sociais e o empobrecimento, as dinâmicas perversas de população, os déficits globais em saúde, educação e nutrição e as tensões geopolíticas e militares implicará a mobilização de muitas das tecnologias disponíveis atualmente para se atingir propósitos sociais, ecológicos e políticos não capitalistas.

Reitera-se que o ensino de Ciências no ensino básico, para além da educação científica, precisa estar concatenado com a humanização dos indivíduos, com o sentimento de pertença e de coletividade e com o pensamento crítico relacionado à questão ambiental. Em virtude das premissas apresentadas, esta pesquisa almeja, por meio da dialogicidade e da horizontalidade, entender os desafios e descobrir possibilidades para a construção de conhecimentos sobre temas ambientais por meio do ensino por investigação, sem perder de vista o olhar para a criticidade e para a interdisciplinaridade.

Ressalta-se que o ensino por meio das metodologias investigativas, como as práticas investigativas, epistêmicas ou colaborativas implicam na necessidade de o professor, além de ser um pesquisador dinâmico, consiga constantemente criar estratégias que estimulem os estudantes a manifestarem sua curiosidade e autonomia em prol da construção dos seus conhecimentos.

Sabe-se que tais ações não são postas em prática do dia para a noite. Para tanto, faz-se necessário formação continuada e enfrentamentos de classe em prol de melhores condições no ensino público, com vistas à qualidade da educação. Nessa direção, Pereira e Fontorura (2015, p. 565), ressaltam a:

[...]necessidade de uma formação docente adequada para que possam contribuir para a conscientização dos cidadãos no que se refere à questão ambiental, sendo imprescindível a integração dos saberes específicos da área de Ciências aos pedagógicos, além de estimulá-los a participarem de projetos e cursos em um contínuo aprimoramento profissional e, assim, serem capazes de escolher as estratégias que melhor se adequem à sua realidade e a atuarem em EA.

Subjacente a esta observação está a importância da visão crítica para não se recair no equívoco de acreditar que apenas mudar as metodologias de ensino será suficiente para transformar a realidade educacional, social e ambiental. Por esse motivo, busca-se, neste texto, aproximações entre o ensino de Ciências e a educação com a abordagem histórico crítica.

Abarcando as relações existentes entre a sociedade, a Ciência, o meio ambiente e a Educação, este texto buscou aproximações entre a educação voltada para a construção de conhecimentos científicos, o ensino por investigação e a educação voltada para a sustentabilidade ambiental, a vivência plena da cidadania e a educação ambiental crítica. Nesse contexto, o primeiro dado relevante sinaliza que nas pesquisas sistemáticas realizadas por meio das estratégias de busca já mencionadas foram encontrados poucos trabalhos que reúnem no título ou nas

palavras-chave os termos ensino de Ciências e educação ambiental, sendo que esses poucos encontrados estavam fora do recorte temporal definido. Quando as buscas foram mais específicas, utilizando-se os termos ensino de Ciências por investigação e educação ambiental crítica não fora encontrado nenhum artigo associando esses dois campos do conhecimento, dentro do recorte temporal definido, relacionado à área Ciências da Natureza. Do total de artigos selecionados, cinco destacaram-se em relação ao aprofundamento na dimensão ensino de Ciências por investigação e cinco artigos destacaram-se por abarcar de forma mais contundente a educação ambiental crítica.

Além dos temas ensino de Ciências, ensino de Ciências por investigação, da educação ambiental e educação ambiental crítica, outros assuntos foram retratados nos artigos selecionados. Com relação aos aspectos da prática docente abordados nos artigos, destacam-se: aprendizagem em Ciências, práticas científicas, alfabetização e letramento científico, atividades investigativas, sequências investigativas, práticas colaborativas, a importância das práticas de leitura, a importância da pergunta, conhecimento pedagógico do conteúdo, currículo escolar e BNCC, formação de professores, competências pró-ambientais dos estudantes, abordagem temática freireana, formação cidadã, ensino plural, interdisciplinaridade.

Com base no exposto, nota-se que os construtos societários, como a modernização, a informação, o conhecimento, ambos frutos da Ciência e da tecnologia, por si só não garantem ou não garantiram até aqui o atendimento às necessidades básicas da população humana e tampouco evitaram a destruição ambiental, que afeta a manutenção da própria vida no planeta. Entretanto, enfatiza-se que o uso do conhecimento científico e das ferramentas tecnológicas podem contribuir com a transformação da sociedade no sentido da justiça socioambiental, a depender da priorização de objetivos e direcionamento de práticas sociais voltados para os processos democráticos e bem-estar coletivo.

Essa revisão é concluída com a compreensão de que, do ponto de vista teórico e prático, coexistem diferentes perspectivas de mundo, de sociedade, de Ciência, de meio ambiente, de Educação e de educação ambiental. Contudo, faz-se importante entender a natureza teórica e epistemológica desses diferentes campos para o desenvolvimento de práticas conscientes. Com esse discernimento, essa investigação volta a atenção para o ensino de Ciências por investigação e para a educação ambiental crítica.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

A partir de referenciais teóricos consolidados, acessados no processo da revisão de literatura, buscou-se estabelecer uma linha de pensamento em torno dos eixos principais dessa pesquisa, que são: o ensino de Ciências, a educação ambiental crítica e as metodologias investigativas. Buscando compreender a interface entre o ensino de Ciências e a educação ambiental recorreu-se a uma abordagem histórica, traçando um paralelo entre o avanço societário moderno e a dilapidação dos recursos naturais, que se reproduzem na relação ser humano e natureza.

Para abordar o ensino de Ciências e as práticas pedagógicas que preconizam a autonomia e o protagonismo dos estudantes foram realizados estudos relacionados às metodologias investigativas no ensino de Ciências. Com a finalidade de produzir entendimentos sobre o contexto da educação ambiental com abordagem crítica foram investigados aportes teóricos que discutem essa macrotendência do ponto de vista dos aspectos históricos, sociais, políticos e econômicos.

Visando situar a etapa educacional em que a pesquisa se insere, foram examinadas as políticas públicas voltadas ao Novo Ensino Médio, com foco na área de Ciências da Natureza e nos temas contemporâneos transversais. O bioma Cerrado, tema estruturante da sequência de ensino investigativo desenvolvida na pesquisa de campo, foi abarcado na perspectiva da educação ambiental crítica.

### 4.1 A INTERFACE ENTRE O ENSINO DE CIÊNCIAS E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

O processo de produção do modo de vida do ser humano tem origem nos primórdios de sua existência, momento em que foram sendo constituídos a linguagem, a cultura, os costumes e a racionalidade (Maturana; Varela, 2001). O ser humano, assim como todas as espécies vivas do planeta, sempre fez uso dos elementos da natureza para o sustento da prole. Andery *et al.* (1996, p. 9) explicam que, na batalha por sua sobrevivência, “[...] o ser humano – assim como outros animais – atua sobre a natureza e, por meio dessa interação, satisfaz suas necessidades, no entanto, a relação homem-natureza diferencia-se da interação animal-natureza”. A atuação dos animais não humanos sobre o meio ambiente ocorre com o objetivo exclusivo da satisfação das necessidades imediatas, portanto, não causa modificações profundas no meio ambiente. Ao contrário do ser humano, que não se limita a prover suprimentos

para as situações do tempo presente e, na busca por acumulação “[...] ultrapassa limites, já que produz universalmente, para além de sua sobrevivência pessoal e de sua prole” (Andery, *et al.*, 1996, p. 10). Bauman (2008, p. 38) acrescenta que a história da “[...] revolução paleolítica que pôs fim ao modo de existência precário dos povos coletores e inaugurou a era dos excedentes e da estocagem [...] poderia ser escrita com base na maneira como esse espaço foi colonizado e administrado”.

Com efeito, a grande capacidade não só de adaptar-se, mas de realizar modificações no meio ambiente para melhorar suas condições de vida fez do ser humano o ser vivo mais distribuído por todos os continentes do planeta. Em sua obra *A origem da espécie humana*, Leakey (1997, p. 66) explica que “[...] a combinação entre a caça às fontes de carne e a coleta de alimentos oriundos de vegetais como estratégia sistemática de subsistência é singularmente humana”. Isso possibilitou que a jornada humana pela sobrevivência tenha sido incrivelmente triunfante, viabilizando seu florescimento em quase “[...] todos os cantos do mundo, com exceção da Antártica. Ambientes muitíssimo diferentes foram ocupados, desde as florestas tropicais vaporosas até os desertos, desde faixas litorâneas fecundas até platôs virtualmente estéreis” (Leakey, p. 1997, p. 66).

Além do desenvolvimento de características biológicas, o mesmo autor atribui grande parte do sucesso adaptativo do ser humano ao desenvolvimento das habilidades relacionadas à linguagem e à cultura. Segundo Leakey (1997, p. 51), “[...] os humanos tornam-se humanos por meio de um aprendizado intenso não apenas das habilidades de sobrevivência, mas também dos hábitos e costumes sociais, parentescos e leis sociais — isto é, a cultura”. A capacidade de comunicar-se facilitou o repasse das normas e costumes através das gerações e a constituição do modo de vida comunitário (Harari, 2020), que por sua vez favorece a proteção do grupo, contribuindo também com a permanência da espécie.

Face à sua grande capacidade intelectual, comunicativa e cultural, o ser humano percorreu um caminho não linear, porém bem-sucedido, dos ancestrais homínídeos que habitaram o planeta desde o período neolítico, 5.000 a.C. na pré-história, até a concepção do homem civilizado na idade moderna. Ademais, a origem da linguagem escrita caracteriza-se como um grande marco civilizatório na transição da pré-história para os demais períodos históricos (Leakey, 1997). O período Moderno, situado entre os séculos XV e XVIII, é celebrado por ter engendrado a libertação simbólica do ser humano ao afastar-se do misticismo, das crenças e

dogmas religiosos, que restringiam os pensamentos e os comportamentos nas sociedades medievais. Isso possibilitou a ascensão de correntes como o racionalismo, o empirismo e o objetivismo, que são pilares do pensamento científico (Pucci, 2007). Assim, a modernidade ficou configurada pelo surgimento do Estado, pelo iluminismo, renascentismo e o alvorecer da Ciência (Chalmers, 1993; Chassot, 1994; Pucci, 2007), sendo a Ciência, reconhecida como a “[...] tentativa de o homem entender e explicar racionalmente a natureza, buscando formular leis que, em última instância, permitam a atuação humana” (Andery *et al.*, 1996, p. 13).

Nesse período, a efervescência do pensamento científico mobilizou diversas pesquisas nas áreas da Astronomia, da Física, da Química e da Biologia. Com o passar do tempo, muitas dessas descobertas científicas, voltadas para o domínio da natureza, corroboraram para o desenvolvimento de máquinas e motores, os quais foram progressivamente aplicados na extração e no uso de recursos naturais, de forma mais eficiente e abrangente, marcando o início da primeira Revolução Industrial (Hobsbawm, 1995).

O processo de industrialização nas sociedades urbanas e o crescimento científico e tecnológico, proeminentes a partir do início do século XIX, que expandiu exponencialmente pelo século XX, concorreram para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos e serviços essenciais, como a produção de alimentos e as práticas de atenção à saúde. Esses fatores contribuíram para melhorar a qualidade de vida do ser humano, embora muitas pessoas foram e ainda são excluídas do acesso aos bens produzidos (Pucci, 2007; Hobsbawm, 1995).

Nesse processo, aqueles que detêm os meios de produção usam os conhecimentos produzidos pela Ciência como ferramenta para a dilapidação da natureza e a exploração da classe trabalhadora (Hobsbawm, 1995). O autor coloca que, após a Revolução Industrial a economia mundial cresceu a uma taxa nunca vista antes. Contudo, a não ser alguns entusiastas interessados em proteger a vida silvestre, poucos notavam um efeito colateral pungente: “[...] a poluição e a deterioração ecológica [...] porque a ideologia de progresso dominante tinha como certo que o crescente domínio da natureza pelo homem era a medida mesma do avanço da humanidade” (Hobsbawm, 1995, p. 205).

Souza Santos (2008), ao tratar do paradigma dominante da Ciência, nos oferece uma ideia do modo como a natureza era entendida. Já no início do período

Moderno, pensadores e cientistas mostram-se favoráveis à separação entre a natureza e o ser humano, pois entendiam que:

A natureza é tão só extensão e movimento; é passiva, eterna e reversível, mecanismo cujos elementos se podem desmontar e depois relacionar sob a forma de leis; não tem qualquer outra qualidade ou dignidade que nos impeça de desvendar os seus mistérios, desvendamento que não é contemplativo, mas antes ativo, já que visa conhecer a natureza para a dominar e controlar (Souza Santos, 2008, p. 25).

Esse pensamento dicotômico entre ser humano e natureza está fortemente relacionado à razão instrumental, que ensejou um modelo de desenvolvimento predatório, por desconsiderar a gravidade dos problemas causados pela destruição do meio ambiente. Corroborando com o exposto, Freire (1979, p. 18) infere que as relações mercadológicas da “[...] sociedade-objeto têm características cíclicas: madeira, açúcar, ferro, café, sucessivamente. Esta sociedade é predatória, não tem povo: tem massa. Não é uma entidade participante”.

Guimarães (2007, p. 33) coloca que, com o processo contínuo de evolução e desenvolvimento, o ser humano distanciou-se da natureza, dominou-a e colocou-a a serviço do progresso. Esse padrão de comportamento causou impactos ambientais “[...] em nível planetário; vide efeito estufa, destruição da camada de ozônio, contaminação das águas oceânicas, continentais e atmosféricas entre muitos outros problemas que não se restringem mais apenas a uma localidade”.

O autor reitera que nas sociedades modernas o ser humano afastou-se não somente da natureza, mas também dos outros seres humanos, chegando ao “[...] extremo do individualismo. O ser humano, totalmente desintegrado do todo, não percebe mais as relações de equilíbrio da natureza. Age de forma totalmente desarmônica sobre o ambiente, causando grandes desequilíbrios ambientais” (Guimarães, 2007, p. 12), cujas consequências estão cada dia mais evidentes.

Leff (2009, p. 27), ao discorrer sobre os fundamentos da ecologia e suas relações com o capital e com a cultura argumenta que a racionalidade economicista, que emergiu a reboque e como núcleo duro da Modernidade “[...]se expressa em um modo de produção fundado no consumo destrutivo da natureza que vai degradando o ordenamento ecológico do planeta Terra e minando suas próprias condições de sustentabilidade”, tanto social, quanto ambiental. Essas visões críticas impõem um dilema moral, na medida em que muitas vezes a Ciência é utilizada como instrumento de destruição do planeta (Guimarães, 2007; Leff, 2009). Certamente, o

desenvolvimento científico e industrial propiciou a consolidação do sucesso adaptativo e melhor qualidade de vida para o ser humano. Entretanto, trouxe em seu bojo o modelo econômico alicerçado no capitalismo, que por sua vez é ancorado na dominação, colonização, escravização, exploração e acumulação. Hobsbawm (1995), abordando a relação entre o processo de urbanização e o declínio do equilíbrio natural da vida, infere que:

Não há como negar que o impacto das atividades humanas sobre a natureza, sobretudo as urbanas e industriais, mas também, como se acabou compreendendo, as agrícolas, aumentou acentuadamente a partir de meados do século. Isso se deveu em grande parte ao enorme aumento no uso de combustíveis fósseis (carvão, petróleo, gás natural etc.), cujo possível esgotamento vinha preocupando os que pensavam no futuro desde meados do século XIX (Hobsbawm, 1995, p. 206).

Nesse modelo, grande parte das atividades econômicas, tanto industriais, quanto agrícolas são causadoras de poluição e degradação de extensas áreas que abrigam ecossistemas terrestres e hídricos. Prigogine (2011, p. 200) acrescenta que “[...] o cientista não pode, como tampouco o homem urbano, escapar das cidades poluídas indo para as altas montanhas. As Ciências participam da construção da sociedade de amanhã, com todas as suas contradições e suas incertezas”. As noções errôneas sobre a reversibilidade dos danos causados aos sistemas ecológicos e aos seres humanos custaram a ser rebatidas por ambientalistas e pesquisadores críticos, que na busca por compreenderem as relações entre o ser humano e a natureza contribuíram para a formulação da questão ambiental.

Em consenso com o raciocínio anterior, Freire (1983, p. 25) aponta que o entendimento das relações entre o ser humano e o meio ambiente passa pelo entendimento das suas relações históricas e sociais.

Das relações homem-natureza, se constitui o mundo propriamente humano, exclusivo do homem, o mundo da cultura e da história. Este mundo, em recriação permanente, por sua vez, condiciona seu próprio criador, que é o homem, em suas formas de enfrentá-la e de enfrentar a natureza. Não é possível, portanto, entender as relações dos homens com a natureza, sem estudar os condicionamentos históricos a que estão submetidas suas formas de atuar.

Para entender as relações homem-natureza faz-se necessário entender também as relações dos seres humanos entre si, como também os processos sociais e econômicos que geraram relações de poder e opressão, desde quando a luta pela sobrevivência deu lugar à corrida pela acumulação de capital. Freire (1979) argumenta que o ser humano preenche, com cultura, os espaços geográficos e históricos, sendo

a cultura entendida como toda criação propriamente humana. O autor explica que a capacidade de contemplar sua realidade e buscar compreender os processos históricos que a originaram desperta no ser humano características como a não passividade, a iniciativa e a ação. Essas estimulam a criação e a recriação das “[...] condições de seu contexto, respondendo aos desafios, auto objetivando-se, discernindo, [...] se lançando no domínio que lhe é exclusivo, o da história e da cultura” (Freire, 1979, p. 36). A partir desse exame da realidade, o ser humano tende a fazê-la “[...] objeto de seus conhecimentos. Assume a postura de um sujeito cognoscente de um objeto cognoscível” (Freire, 1979, p. 16).

Face ao exposto, pode-se afirmar que, a partir do desenvolvimento científico, a natureza tornou-se objeto de conhecimento do ser humano, o que levou à formulação de leis e teorias que edificaram os alicerces da Revolução Industrial e da modernidade, resultando em impactos ambientais significativos. Considerando a organização das sociedades modernas, centradas na Ciência e na indústria, a escola recebeu a incumbência de garantir, junto às crianças e aos jovens, durante seu processo de escolarização, a apropriação dos conhecimentos relacionados ao fazer científico, visando a continuidade da escalada ao progresso. Quanto a esse movimento nos currículos da Educação Básica, Krasilchik (1987, p. 6) esclarece que:

A industrialização, o desenvolvimento tecnológico e científico que vinham ocorrendo, não puderam deixar de provocar choques no currículo escolar. Nos países que saíram de uma conflagração recente, cujo resultado dependeu dos recursos bélicos, os cientistas, que ocupavam uma posição de prestígio, viam no campo educacional uma importante área potencial de influência.

A inserção do componente Ciências da Natureza nos currículos da Educação Básica, refletindo a influência exercida pelo ensino europeu tem relação com os conhecimentos científicos e tecnológicos produzidos e impulsionados pelo processo de industrialização e urbanização da sociedade. A escola assimilou a missão de contribuir com a ascensão social dos indivíduos e assegurar o progresso econômico da nação (Krasilchik, 1992). Uma vez consolidada a inclusão das Ciências Naturais na escola, no transcorrer entre as décadas de 1960 e 1980 as disciplinas científicas passaram por muitas alterações, que tiveram como pano de fundo os debates sobre o papel desempenhado pela área, as pesquisas e descobertas no campo científico e o desenvolvimento de novas metodologias de ensino (Krasilchik, 1987).

Nesse contexto de revisão de propostas e reformulação de materiais, duas tendências que disputavam a finalidade da existência do ensino de Ciências na

Educação Básica ganharam destaque. Uma tendência, buscando atender às necessidades da sociedade e visando o bem comum, apresentava como finalidade “[...] a formação do homem comum, capaz de contribuir para a melhoria da qualidade de vida, mas que também atue na formação de quadros de cientistas e tecnólogos” (Krasilchik, 1992, p. 3). A outra tendência, mais focada nas teorias educacionais de aprendizagem, voltava a finalidade do ensino de Ciências para a construção de “[...] conhecimentos, atitudes e habilidades adquiridos pelos alunos dos diversos graus de ensino” (Krasilchik, 1992, p. 3).

Frente às mudanças nos objetivos e finalidades do ensino de Ciências na Educação Básica, cabe ressaltar o axioma da constante evolução científica. É primordial que a Ciência seja compreendida pelos estudantes, não como uma verdade absoluta, mas como um processo inacabado, em construção, realizado por seres humanos que buscam respostas para questões da humanidade, conforme as possibilidades de cada época. Andery *et al.* (1996, p. 13) reiteram que:

Dentre as ideias que o homem produz, parte delas constitui o conhecimento referente ao mundo. O conhecimento humano, em suas diferentes formas (senso comum, científico, teológico, filosófico, estético etc.), exprime condições materiais de um dado momento histórico.

Para além de apresentar aos estudantes a noção de impermanência, constante evolução e a importância da Ciência, é imprescindível que o currículo voltado para o ensino de Ciências abarque temas que possam promover a reflexão crítica sobre o modelo societário que nos cerca. Dentre esses temas, encontram-se as relações entre o ser humano e a natureza e a questão ambiental, a qual derivou do modelo de desenvolvimento econômico, científico e tecnológico desde o momento da inauguração da modernidade.

#### **4.1.1 As políticas públicas para o ensino de Ciências**

Como já mencionado anteriormente, em função das relações homem-natureza, o modo de vida humano está intimamente ligado à constante transformação do meio ambiente, com o intuito de adaptá-lo às necessidades reais e necessidades criadas pelo próprio ser humano (Andery *et al.*, 1996). Tais transformações ocorrem por meio do trabalho. Essa capacidade de operar trabalho e de transformar a natureza é um dos aspectos que difere o ser humano dos outros animais.

Sacristán e Pérez Gómez (1998, p. 13) explicam que as características de adaptação ao meio ambiente, desenvolvidas pelo ser humano, não são fixadas “[...] biologicamente nem são transmitidas através da herança genética, os grupos humanos põem em andamento mecanismos e sistemas externos de transmissão para garantir a sobrevivência nas novas gerações de suas conquistas históricas”. Esses mecanismos externos ou processos de socialização dos construtos sociais é denominado genericamente de Educação (Sacristán; Gómez, 1998).

Por conseguinte, a permanência do modo de vida ou do modelo societário depende da transmissão dos elementos próprios do trabalho aos descendentes geracionais, que ocorre pela via da Educação. Portanto, uma das funções da Educação é preparar para o trabalho, o que evidencia a intrínseca relação entre ambos (Saviani, 2013).

O autor acima citado explica que conceber a Educação como “[...] um fenômeno próprio dos seres humanos significa afirmar que ela é, ao mesmo tempo, uma exigência do e para o processo de trabalho, bem como é, ela própria, um processo de trabalho” (Saviani, 2013, p. 11). A concepção da escola como espaço social que deve preparar as crianças e os jovens para viver e atuar na sociedade moderna motivou a construção dos currículos organizados em áreas e disciplinas que pudessem contribuir com esse objetivo. Saviani (2013, p. 14) infere que a escola existe para “propiciar a aquisição dos instrumentos que possibilitam o acesso ao saber elaborado (Ciência)”, com o intuito de preparar os estudantes para o exercício da cidadania e para o trabalho.

Ademais, o autor acrescenta que é pela via do saber sistematizado, entendido como a cultura erudita e letrada que os currículos formais são organizados. Esse aspecto faz gerar a primeira necessidade do currículo que é o ensino da leitura e da escrita. No entanto, diante da complexidade das sociedades atuais, igualmente importante ao letramento na língua materna, que visa à comunicação, é imprescindível que a escola também proporcione conhecimentos relacionados à “[...] linguagem dos números, linguagem da natureza e a linguagem da sociedade. Está aí o conteúdo fundamental da escola elementar: ler, escrever, contar, os rudimentos das Ciências Naturais e das Ciências Sociais” (Saviani, 2013, p. 14).

Com relação ao ensino de Ciências, faz-se relevante resgatar que as descobertas científicas voltadas para os fenômenos da natureza, por meio dos métodos da Ciência moderna, passaram a ser incluídos na Educação formal

inicialmente nas Universidades. Estas instituições tiveram seu início no século XIII e os estudos naturais estavam relacionadas ao que viria a se tornar as disciplinas de Física, Química e Biologia (Zabala, 2002). Até o século XVIII, o conhecimento era organizado por meio de “[...] um conjunto unificado que integrava as letras e as Ciências” (Zabala, 2002, p. 17). Somente a partir do início do século XIX essa unidade de conhecimentos foi “[...] quebrada definitivamente quando Napoleão, em 1808, organiza o sistema de ensino na França criando a Universidade Imperial, na qual pela primeira vez na história diferenciam-se as faculdades de Letras e as faculdades de Ciências” (Zabala, 2002, p. 18). Segundo o mesmo autor, no final do século XIX já se iniciava o questionamento sobre o fato de esse ensino formal ficar restrito às Universidades, sendo garantido apenas para pequena parcela da sociedade. Chassot (2018, p. 234) afirma que “[...] no mundo ocidental, o surgimento da escola é bem posterior à Universidade”. A concepção atual de escola tem suas origens na Reforma Protestante, liderada por Martinho Lutero, no século XVI. Somada a essas questões, a difusão do pensamento democrático, contribuiu para:

A generalização do ensino a setores da sociedade até então deserdados dos bens culturais faz com que, em diferentes lugares, apareçam grupos de ensino e pensadores que cada vez outorgam mais importância a um ensino direcionado a preparar não só os mais capacitados, mas a todos e, portanto, não só a dar resposta às necessidades acadêmicas ou estritamente profissionais (Zabala, 2002, p. 21).

Considerando que o surgimento das escolas e sua democratização tenha ocorrido posteriormente à constituição das Universidades, os conhecimentos provenientes dos estudos da natureza também passaram a ser inseridos nos currículos da educação elementar somente a partir do século XIX, impulsionado por forte influência do avanço científico, que culminou na segunda Revolução Industrial e impactou o modo de pensar e de viver nesse século (Krasilchik, 1992).

No Brasil, a disciplina então denominada Ciências Naturais passou a ser oferecida em todos os anos da Educação Básica apenas na década de 1970, a partir da promulgação da Lei nº. 5.692 de 11 de agosto de 1971, que fixava as Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, pois até a década de 1960, em que vigorava a LDB nº. 4.024/1961, a disciplina de Ciências era ofertada apenas nos anos finais no ginásio (Brasil, 2001). O currículo dessa disciplina foi composto inicialmente por conteúdos relacionados aos programas de saúde e fenômenos da natureza.

O texto das diretrizes e bases para o ensino de 1º e 2º graus, Lei nº 5.692 de 11 de agosto de 1971, em seu Art. 7º torna obrigatória a inclusão de Programas de Saúde nos currículos plenos dos estabelecimentos de ensino formal (Brasil, 1971). A Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da Educação Nacional, Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996 instrui, em seu Art. 26, que a Educação Básica deve abranger, entre outros, os conhecimentos do mundo físico e natural (Brasil, 2017). A LDB de 1996 atribuiu a tarefa de definir os direitos e objetivos de aprendizagem e da organização curricular para uma base nacional que, em conjunto com as diretrizes do Conselho Nacional de Educação, são responsáveis por propor os referenciais curriculares para as escolas. No transcorrer da segunda metade do século XX ocorreram muitas reformas educacionais, encadeadas pelas mudanças na sociedade, como a revolução científica e tecnológica, que fora incorporada como tema ou objetivo de ensino nos currículos de Ciências Naturais (Brasil, 2001).

Em 2001 foram publicados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para o Ensino Fundamental, organizado nas sete disciplinas ofertadas nessa etapa, além de um volume específico para os temas transversais. No caderno de Ciências Naturais, dentre os objetivos gerais apresentados, destaca-se que, ao final do Ensino Fundamental, os estudantes devem ser capazes de compreender a natureza e o ser humano como elemento que a integra e ao mesmo tempo a transforma; identificar as relações entre a tecnologia, a produção de conhecimentos científicos e as condições de vida; saber utilizar conceitos científicos básicos; entender a saúde como bem individual e coletivo; formular questões, diagnosticar problemas reais e propor soluções, entre outros (Brasil, 2013b).

Em 2013 foram publicadas as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica (DCNEB), em que constam os relatórios e pareceres dos Conselhos Nacionais de Educação. Neste documento é reafirmada a importância da inclusão dos conhecimentos científicos na Educação Básica, pois, os “[...] tempos atuais, exigem da escola o exercício da compreensão, valorização da Ciência e da tecnologia desde a infância e ao longo de toda a vida, em busca da ampliação do domínio do conhecimento científico: uma das condições para o exercício da cidadania” (Brasil, 2013b, p. 26).

Em 2018, após várias conferências regionais, consultas públicas e contribuições ao texto inicial apresentado pelo MEC, foi homologada a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A partir dessa política nacional de Educação, foram

alinhadas outras políticas educacionais, como a produção de livros didáticos e as avaliações externas. A BNCC Consiste em um documento normativo, balizador dos currículos nacionais, que fixa o conjunto de aprendizagens essenciais que os estudantes deverão desenvolver no percurso da Educação Básica. Estabeleceu como fundamentos pedagógicos a educação integral e o desenvolvimento de competências, por meio das quatro áreas do conhecimento, sendo elas a Linguagem, a Matemática, Ciências Humanas e Ciências da Natureza. O documento justifica a necessidade da permanência da área Ciências da Natureza, como também o componente curricular Ciências no Ensino Fundamental, com o fato de que os processos civilizatórios e a modernização de muitas sociedades estarem calcados no desenvolvimento científico e tecnológico, como observado no trecho:

Da metalurgia, que produziu ferramentas e armas, passando por máquinas e motores automatizados, até os atuais chips semicondutores, Ciência e tecnologia vêm se desenvolvendo de forma integrada com os modos de vida que as diversas sociedades humanas organizaram ao longo da história (Brasil, 2018, p. 321).

Nesse ponto, o texto aponta alguns artefatos que fazem parte da vida cotidiana, reforçando a questão de que a aprendizagem de Ciências tem relação com a inclusão dos estudantes no mundo digital e tecnológico da atualidade. Para o ensino de Ciências, o documento destaca como três princípios orientadores: a contextualização social, histórica, cultural e ambiental da Ciência; as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e o letramento científico das crianças e jovens. Sobre a importância dessa contextualização, o texto da BNCC enfatiza que:

A contextualização social, histórica e cultural da Ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais. Na BNCC, portanto, propõe-se também discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (Brasil, 2018, p. 549).

Compreendendo que a “Ciência e a Tecnologia tendem a ser encaradas não somente como ferramentas capazes de solucionar problemas, tanto os dos indivíduos como os da sociedade, mas também como uma abertura para novas visões de mundo” (Brasil, 2018, p. 547). Além de enfatizar que as práticas pedagógicas na área de Ciências da Natureza sejam contextualizadoras, o documento ainda sublinha a importância de que, nos processos de aprendizagem e formação de habilidades, os estudantes desenvolvam condições de fazer uma leitura crítica das informações

acessadas, para que possam compreender as relações e as implicações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, de forma abrangente e integrada.

Nessa direção, Krasilchik (1992) acrescenta que, na década de 1970, no auge da disputa pelo domínio da tecnologia, nos países industrializados emergiu na área do ensino de Ciências um movimento conhecido como Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que visa “[...] preparar o cidadão para participar dos processos decisórios relativos ao desenvolvimento científico e tecnológico da comunidade em que atua” (Krasilchik, 1992, p. 5). Já nos países em desenvolvimento, o ensino de Ciências por meio de programas CTS tem como finalidade “[...] superar as diferenças e chegar a uma etapa de industrialização, informatização e desenvolvimento de um sistema de comunicações compatível com as exigências da modernidade e da melhoria da qualidade de vida” (Krasilchik, 1992, p. 5).

Outro princípio orientador para a área de Ciências da Natureza, destacado pela BNCC como um dos elementos centrais na formação dos estudantes trata-se do letramento científico, “[...] que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das Ciências” (Brasil, 2018, p. 321).

O texto assume um compromisso com o letramento científico, que deve ser desenvolvido por meio de práticas e processos investigativos, evitando apresentar conceitos prontos aos estudantes. Nesse âmbito, as aulas podem ser organizadas em torno de situações-problema, envolvendo os estudantes na criação de estratégias, na busca de respostas, no levantamento de dados, sem a necessidade de aplicar todas as etapas do chamado método científico (Brasil, 2018).

#### **4.1.2 Tendências investigativas no ensino Ciências**

Para compreender as transformações do ensino na área Ciências da Natureza, é fundamental realizar uma breve historicização, considerando os contextos político, econômico e social que influenciaram suas práticas pedagógicas ao longo do tempo. Os movimentos econômicos e culturais que contribuíram para promover mudanças na sociedade também impulsionaram reestruturações nas políticas educacionais, tanto nos objetivos, quanto nos processos didático-pedagógicos.

Contreras (2002) afirma que países como o Brasil, Espanha e Portugal, que passaram por um processo de redemocratização na década de 1980, superando longos anos de regime ditatorial reconheceram a escola e os professores “[...] como

protagonistas fundamentais nesse processo. O que os levou a realizar significativas alterações nos seus sistemas de ensino” (Contreras, 2002, p. 11). Sobre as alterações observadas nos objetivos e práticas pedagógicas da área Ciências da Natureza, Krasilchik e Marandino, (2007, p. 7) afirmam que “[...] os sucessivos projetos e reformas visando à transformação do ensino de Ciências foram incluindo elementos que refletem mudanças resultantes de fatores políticos e econômicos”. E, por impactarem a sociedade, sobretudo o mundo do trabalho, essas mudanças político-econômicas influenciaram também a Educação.

Na área das Ciências da Natureza, observou-se o remodelamento de um ensino com o foco em formar cientistas, visando atender a sociedade industrial, para a concepção de uma Ciência para todos, voltada para o compromisso social (Carvalho; Cachapuz; Gil-Pérez, 2012). Contudo, ressalta-se que a meta de formar cientistas “[...] não só direcionou o ensino de Ciências por um tempo, mas ainda é fortemente presente nele” (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2009, p. 34).

Na trajetória do ensino do Ciências, é possível distinguir diferentes fases e tendências, como o Ensino por Investigação ou *inquiry*, que visa favorecer o desenvolvimento de diversas habilidades cognitivas dos estudantes (Zompero; Laburú, 2016). O ensino com foco na investigação pode ser apresentado por meio de diferentes denominações e conceituações, como “[...] ensino por descoberta, aprendizagem por projetos, questionamentos, resolução de problemas” (Zompero; Laburú, 2016, p. 13), entre outros, que embora possuam características próprias também apresentam muitos aspectos em comum.

Por sua vez, a tendência conhecida como ensino de Ciências por investigação não é uma proposta metodológica recente, dado que já no final do século XIX, influenciados pelos pressupostos escola novista de John Dewey foram delineados modelos didáticos que buscavam superar o método de transmissão de conteúdos, característicos do ensino tradicional, com vistas a conduzir os estudantes no caminho da construção dos conhecimentos. A partir da década de 1950, o ensino por investigação ganhou corpo, acompanhando as transformações sociais do século XX, como o crescimento do processo de urbanização e industrialização nas sociedades modernas (Carvalho, 2020). Nesse processo, Krasilchik (1992, p. 5) sustenta que um dos papéis atribuídos ao ensino de Ciências, principalmente no Brasil um país em desenvolvimento, trata-se da:

[...] necessidade de formar um cidadão autônomo, capacitado para tomar decisões e participar ativamente de uma sociedade democrática e pluralista. Também é necessário preparar profissionais que tenham, além de uma sólida base de conhecimento, criatividade para encontrar soluções próprias e assumir compromisso com o desenvolvimento nacional.

A autora coloca que “[...] a preocupação com a formação do cidadão capaz de opinar e agir [...]” (Krasilchik, 1992, p. 5) suscitou movimentos para o aperfeiçoamento desse ensino. Uma possibilidade de desenvolver a autonomia, a participação ativa e a criatividade dos estudantes está no trabalho com sequências investigativas, que fazem parte do ensino por investigação. Ao tratar sobre a arquitetura curricular na área de Ciências, a autora discorre sobre formas de ordenar o conteúdo de Biologia e apresenta algumas possibilidades de sequenciá-lo, como: sequências relacionadas ao mundo; sequências relacionadas ao conceito; sequências relacionadas à investigação; sequências baseadas no conhecimento sobre a psicologia da aprendizagem; sequências baseadas na utilização do conhecimento (Krasilchik, 2019).

Na categoria *sequências relacionadas à investigação*, a autora instrui que este modelo envolve etapas do “[...] desenvolvimento da pesquisa, baseando-se em descrições da maneira como os cientistas realmente trabalharam, em que contexto operaram, levando em consideração os fatores sociais e psicológicos” (Krasilchik, 2019, p. 50). Nesse processo, busca-se levar os estudantes a participarem da “[...] obtenção de dados, experimentação, controle, hipótese e definição do problema na investigação científica” (Krasilchik, 2019, p. 50).

Carvalho (2018, p. 766) defende que, por meio do ensino por investigação, o professor deve garantir em suas aulas um ambiente favorável para que os estudantes possam desenvolver quatro habilidades principais: “[...] pensar, levando em conta a estrutura do conhecimento; falar, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; ler, entendendo criticamente o conteúdo lido; escrever, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas”. Nota-se que as habilidades de ler, escrever, falar e pensar, que aqui fazem parte de metodologias investigativas, são também pilares da área da linguagem.

O desenvolvimento dessas competências, fundamentais para a consolidação da alfabetização e do letramento dos estudantes na linguagem, também são essenciais para o progresso da aprendizagem em todas os outros componentes curriculares. Esse aspecto condiz com a linha de pensamento de Krasilchik (1992), ao

firmar que o caminho para melhorar o ensino de Ciências perpassa pela superação dos problemas da Educação em geral, ampliando o acesso da população a um ensino e uma alfabetização de qualidade para todos.

Carvalho, Cachapuz e Gil-Pérez (2012, p. 13), na obra intitulada *O ensino das Ciências como compromisso científico e social*, argumentam em favor de uma educação científica voltada para o fortalecimento da democracia, “[...] através da participação esclarecida na vida das comunidades em que nos integramos (local, nacional e global)”. Os autores salientam que “[...] todos os dias somos confrontados com problemas complexos exigindo decisões baseadas no conhecimento científico: problemas ambientais, éticos, como construir um desenvolvimento sustentável, transportes, poluição” (Carvalho, Cachapuz e Gil-Pérez, 2012, p. 14). Independentemente de não termos profundos conhecimentos técnicos em todos os temas e dilemas da sociedade, em geral, também não devemos ignorar tudo sobre os assuntos relevantes. Por meio de um ensino de Ciências bem estruturado nas escolas de Educação Básica, “[...] podemos e devemos ter uma cultura científica que nos permita participar em decisões racionais, compreender minimamente os processos de decisões mais complexos e o sentido do desenvolvimento tecnocientífico” (Carvalho; Cachapuz; Gil-Pérez, 2012, p. 14).

Ao tratar sobre a tendência ensino de Ciências por investigação, implementado por meio das sequências de ensino investigativo, visando à construção de conhecimentos com base na teoria piagetiana, Carvalho (2020, p. 2) destaca a relevância da proposição de um problema na fase inicial do processo.

Um dos pontos que podemos salientar, e que se torna claro nas entrevistas piagetianas, é a importância de um problema para o início da construção do conhecimento. Ao trazer esse conhecimento para o ensino em sala de aula, esse fato - propor um problema para que os alunos possam resolvê-lo - vai ser o divisor de águas entre o ensino expositivo feito pelo professor e o ensino em que proporciona condições para que o aluno possa raciocinar e construir seu conhecimento.

A autora esclarece que “[...] no ensino expositivo toda a linha de raciocínio está com o professor, o aluno só a segue e procura entendê-la, mas não é o agente do pensamento” (Carvalho, 2020, p. 2). Este modelo centrado no professor está associado ao ensino tradicional, ainda enraizado nas práticas educativas atuais. De forma distinta, quando o professor, ao invés de explicar cada tópico dos conteúdos curriculares elabora uma questão problematizadora e promove o diálogo e a pesquisa, ele “[...] passa a tarefa de raciocinar para o aluno e sua ação não é mais a de expor,

mas de orientar e encaminhar as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento” (Carvalho, 2020, p. 2).

Amparando-se nos pressupostos teóricos dos estudos piagetianos e vigotskianos, Carvalho (2020) argumenta que as sequências de ensino investigativas (SEI) devem propiciar que os estudantes possam expressar seus saberes “[...] prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores” (Carvalho, 2020, p. 9).

Assim, preliminarmente, os estudantes são estimulados a expressarem seus conhecimentos prévios sobre os temas abordados, que serão o ponto de partida para a aquisição de novas informações, passando dos saberes cotidianos aos saberes científicos. Na sequência, são desenvolvidas atividades-chave, organizadas em três etapas principais: atividades para exploração do problema; atividades de sistematização e atividades de aplicação do conhecimento. O problema, que pode ser experimental, demonstrativo ou teórico “[...] introduz os alunos no tópico desejado e oferece condições para que pensem e trabalhem com variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático” (Carvalho, 2020, p. 9).

As atividades de exploração do problema devem estimular o raciocínio e a reflexão dos estudantes, criando condições para que eles passem da “[...] ação manipulativa à intelectual estruturando seu pensamento e apresentando argumentações discutidas com seus colegas e com o professor (Carvalho, 2020, p. 10). Os problemas teóricos ou não experimentais podem ser acionados e motivados com o auxílio de imagens, quadrinhos ou vídeos de sites contendo informações científicas. Quando os estudantes demonstrarem maior domínio sobre o tema proposto, “[...] os problemas não experimentais podem ser elaborados com o auxílio de notícias e/ou reportagens de jornais” (Carvalho, 2020, p. 14).

A autora lembra que, além de iniciar uma sequência investigativa, essa técnica também pode ser utilizada em sala de aula para a introdução de novos conhecimentos da proposta curricular (Carvalho, 2020). Com o problema já elaborado, o desenvolvimento intelectual dos estudantes pode ser guiado por uma sequência de ações, como a “[...] resolução do problema pelos grupos, a sistematização do conhecimento elaborado e trabalho escrito sobre o que fizeram” (Carvalho, 2020, p. 14). Assim, as atividades de sistematização podem ser praticadas por meio de

pesquisas, leituras de textos científicos, tabelas e gráficos que aproximam os estudantes da linguagem científica.

O estudo desses materiais serve de base para a elaboração de resumos e textos escritos pelos estudantes, cujos tópicos são utilizados nos debates, contextualizações e reflexões com a classe. Nessa etapa, é importante a organização dos estudantes em pequenos grupos, seguida da divisão do objeto de estudo em subtemas e da organização de procedimentos investigativos. As pesquisas, leituras, interpretações, discussões referentes às leituras e elaborações orais e escritas fazem parte da resolução do problema. Visando repassar todas as etapas do processo de solução do problema, faz-se necessária a sistematização de textos ou relatórios pelos estudantes, com a utilização de uma linguagem mais formal do que aquela utilizada nas discussões em grupo.

As atividades de aplicação do conhecimento ou contextualização social visam a criação de meios para colocar em prática os conhecimentos construídos pelos estudantes, na comunidade escolar ou outros espaços sociais. Em exercícios de expressão oral, dessa etapa da sequência investigativa podem ser lançadas ao grupo questões como, “No seu dia a dia em que vocês podem verificar esse fenômeno?” (Carvalho, 2020, p. 16). Ainda que simples, essas questões “[...] que relacionam o problema investigado com o problema social” contribuem para conduzir os estudantes no processo de reflexão e contextualização (Carvalho, 2020, p. 16). As sequências investigativas são constituídas por ciclos em que as leituras, discussões e sistematização se repetem ao longo das atividades-chave. Na etapa de aplicação e contextualização podem ser realizadas atividades de aprofundamento do conhecimento e comunicação dos conhecimentos construídos. Tais atividades podem incluir a elaboração de materiais didáticos diversos, como jogos, pequenos vídeos, painéis, zines, maquetes, entre outros (Carvalho, 2020).

Nas sequências investigativas, assim como em todo o processo de ensino e aprendizagem, é imprescindível a implementação de atividades avaliativas do conhecimento construído pelos estudantes, uma vez que os objetos do conhecimento precisam ser retomados ao constatar-se baixos índices de acompanhamento. Na metodologia investigativa, os estudantes são avaliados por meio da participação em todas as etapas, nas quais são observadas suas produções escritas, práticas verbais, bem como as elaborações dos materiais solicitados. Como nem todos os estudantes participam das interações orais, com o intuito de verificar se todos se apropriaram dos

temas abordados nas leituras, discussões e sistematizações, a autora sugere a aplicação de questionários ou outras atividades escritas (Carvalho, 2020). Em todo o processo, a linguagem científica é um aspecto fundamental, cabendo ao professor apresentar novas palavras ou termos ao vocabulário dos estudantes, buscando exemplificar ou demonstrar o fenômeno, quando possível, para que possam interpretar, atribuir significado e construir entendimentos (Carvalho, 2020).

Pozo e Crespo (1998; 2009) também argumentam em favor da democratização da Ciência, de forma que a educação científica possa servir para que os estudantes compreendam tanto as manifestações da natureza, como também o mundo social, científico e tecnológico à sua volta.

A Ciência para todos justifica-se parcialmente na medida em que se consiga fazer com que os alunos e futuros cidadãos sejam capazes de aplicar parte de sua aprendizagem escolar para entender não somente os fenômenos naturais que os cercam, mas também os projetos tecnológicos gerados pela Ciência, que têm, muitas vezes, consequências sociais relevantes (Pozo; Crespo, 1998, p. 67).

Para os autores, o fazer científico pode ser reproduzido em sala de aula por meio da solução de problemas, seguindo etapas, como: observação do ambiente e elaboração do problema, formulação de hipóteses, planejamento e realização de experimentos, comparação entre os resultados e as hipóteses (Pozo; Crespo, 1998; 2009). Embora a implementação dessa perspectiva metodológica tenha sido mais assimilada no Ensino Superior, ela pode ser desenvolvida com estudantes de todas as etapas da escolarização formal.

Os autores defendem que as habilidades investigativas construídas pelos estudantes no processo da solução de problemas são interdisciplinares, pois estimulam a aprendizagem em qualquer disciplina, visto “[...] essas habilidades e conhecimentos podem variar de acordo com o tipo de problema com o qual se deparam” (Pozo; Crespo, 1998, p. 19). Assim como os problemas podem ser diferentes, os procedimentos utilizados para resolvê-los também serão. Contudo, apesar das diferenças quanto aos tipos de problemas, estes “[...] exigem o acionamento de uma série de capacidades de raciocínio e de habilidades comuns que precisam adaptar-se às características de cada tipo de problema” (Pozo; Crespo, 1998, p. 19). Nesse sentido, do ponto de vista da educação científica, a meta é fazer com que os estudantes compartilhem os significados da Ciência, por meio de um corpo organizado de práticas investigativas. Para a construção de conhecimentos

científicos que ainda não foram apropriados pelos estudantes, o professor deve partir dos conhecimentos prévios, assuntos que os estudantes já dominam, que fazem parte do cotidiano ou do contexto da comunidade escolar. Essas noções devem ser levadas em conta pelos professores na elaboração das questões-problema que darão início à aprendizagem científica. Os problemas devem ser adequados à faixa etária, às características das disciplinas e conteúdos e, sobretudo, à realidade do estudante (Pozo; Crespo, 2009).

Outro aspecto relevante sobre o desenvolvimento das práticas investigativas é que, na área de Ciências da Natureza, esses processos podem assumir dupla função no planejamento didático, apresentando-se ora como metodologias de aprendizagem ativa, ora como conteúdos relacionados com o fazer científico. Pozo e Crespo (2009, p. 47) elucidam que “[...] o conhecimento científico também é um processo histórico e social, uma forma socialmente construída de conhecer, portanto, a Ciência não pode ser ensinada sem essa dimensão processual ou procedimental”.

Retomando o texto da BNCC, é certo que, sendo um documento de referência curricular, não objetiva designar bases comuns metodológicas para as instituições de ensino nacionais. No entanto, na área Ciências da Natureza, o texto apresenta algumas orientações sobre como as habilidades podem ser exploradas em sala de aula. Na segunda, das dez competências gerais é esperado que o professor de Ciências estimule o estudante a:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das Ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (Brasil, 2018, p. 9).

Conforme indicado no trecho, com a intencionalidade de consolidar o desenvolvimento de competências, na BNCC, as metodologias investigativas são estreitamente relacionadas ao ensino de Ciências. Ao longo do texto, o ensino por meio de práticas e processos investigativos, o letramento científico e a educação científica são apresentados como princípios orientadores da área de Ciências da Natureza. As habilidades expressas para essa área, que abarcam os diversos objetos do conhecimento correlacionados, são organizadas nas três unidades temáticas *matéria e energia, vida e evolução, terra e universo*. Para o desenvolvimento das habilidades de cada unidade, o texto acentua a impossibilidade “[...] de pensar em

uma educação científica contemporânea sem reconhecer os múltiplos papéis da tecnologia no desenvolvimento da sociedade humana” (Brasil, 2018, p. 329).

Tendo em vista as ideias apresentadas, percebe-se que as tendências ensino por investigação e solução de problemas têm em comum os seguintes aspectos: a formulação de uma questão-problema inicial e a valorização dos saberes prévios dos estudantes, visando à construção de conhecimentos científicos, como também de habilidades relacionadas à autonomia e participação democrática. Dito de outro modo, as metodologias investigativas detêm considerável potencial para desenvolver as competências intelectuais e atitudinais dos estudantes.

#### 4.2 O NOVO ENSINO MÉDIO E A ÁREA CIÊNCIAS DA NATUREZA

Conforme expresso na Constituição Federativa do Brasil de 1988 e na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), Lei nº 9.394/1996, o Ensino Médio, última etapa da Educação Básica, assim como o Ensino Fundamental, também é um direito difuso, obrigatório e gratuito, constituído a todos os cidadãos brasileiros, cujo desafio principal está em garantir a estes a universalização do acesso, a permanência e a aprendizagem de qualidade (Brasil, 2007; Brasil, 2017).

No entanto, o Ensino Médio é a fase em que têm sido registradas as maiores taxas de insucesso (reprovação + abandono) e defasagem escolar. No estado de Mato Grosso, a aferição da aprendizagem realizada por meio da avaliação externa SAEB (Sistema de Avaliação da Educação Básica) apresenta níveis críticos que precisam ser revertidos. Em Língua portuguesa, nas habilidades de leitura e interpretação de textos, o percentual de estudantes que demonstraram aprendizagem satisfatória até o 3º ano, na rede pública de ensino é de 27% e, em matemática, de grau de aprendizado apropriado para a etapa é de apenas 5% nos dados do ano de 2021 (Mato Grosso, 2021; INEP, 2021).

Buscando superar essa situação, nos últimos anos, muitos estudos propõem inovações para esta etapa, como o Projeto Apoena, o Pacto Nacional para o fortalecimento do Ensino Médio, Escola Plena de Tempo Integral, Programa Pé-de-meia, Programa Ensino Médio Mais, Programa Mais Aprendizagem, Programa de Inovação Educação Conectada (PIEC), entre outros. Nesse contexto de crise educacional, foi instituído no Brasil o Novo Ensino Médio, por meio da Lei nº 13.415 de 16/02/2017, que alterou a LDB e promoveu mudanças estruturais na etapa, com o intuito de “atender as expectativas dos estudantes e às demandas da sociedade

contemporânea”, considerando as diferentes condições de vida e de perspectiva de futuro das juventudes do/no país (Brasil, 2018, p. 462).

A nova configuração do Ensino Médio tem como foco a formação integral, o desenvolvimento de competências por área, o atendimento aos anseios das múltiplas juventudes e a importância de a escola levar os estudantes a acompanharem desenvolvimento tecnológico da sociedade. Além disso, tem por finalidade a consolidação, o aprofundamento dos conhecimentos produzidos no Ensino Fundamental e o prosseguimento no percurso educativo; a preparação básica para o trabalho e cidadania; a formação humana e o pensamento crítico; o entendimento acerca dos processos produtivos (Brasil, 2018). Desse modo, a reforma educacional busca assegurar aos jovens uma formação que, “[...] em sintonia com seus percursos e histórias, permita-lhes definir seu projeto de vida, tanto no que diz respeito ao estudo e ao trabalho como também no que concerne às escolhas de estilos de vida saudáveis, sustentáveis e éticos” (Brasil, 2018, p. 463).

As principais alterações são observadas na ampliação da carga horária, que era de 1800 horas e passou para 3000 horas do primeiro ao terceiro ano, empenhando significativa atenção à formação para o trabalho. O currículo deverá ser organizado pelas unidades educacionais, na forma de itinerários formativos, observando-se a realidade local e os interesses dos estudantes, com base nas habilidades da BNCC, que são sistematizadas nas quatro áreas do conhecimento: Linguagens e suas tecnologias, Matemática e suas tecnologias, Ciências da Natureza e suas tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, além da formação técnica e profissional. Desse modo, o documento preconiza “[...] a oferta de variados itinerários formativos, seja para o aprofundamento acadêmico em uma ou mais áreas do conhecimento, seja para a formação técnica e profissional” (Brasil, 2018, p. 468).

O desenvolvimento de competências por meio das aprendizagens essenciais de cada componente curricular da BNCC constitui a formação geral básica (1.800 horas) que é associada à flexibilização, para que as escolas elaborem seus Itinerários formativos (1.200 horas), com ênfase nas áreas de conhecimentos, visando atender os interesses dos estudantes por uma ou outra área, concorrerão para a construção do projeto de vida. Segundo o documento, a escola deverá estimular a autonomia e o protagonismo dos estudantes na formulação de seus projetos de vida, auxiliando-os a “[...] se reconhecer como sujeitos, considerando suas potencialidades e a relevância dos modos de participação e intervenção social” (Brasil, 2018, p. 473).

Na proposição dos itinerários formativos, a escola deve garantir a apropriação de conhecimentos conceituais e procedimentais, organizados em torno dos eixos estruturantes: investigação científica, processos criativos, mediação e intervenção sociocultural e empreendedorismo.

Assim como no Ensino Fundamental, no Ensino Médio a BNCC também organiza as competências específicas, as habilidades, os componentes curriculares e os objetos de aprendizagem por meio das quatro grandes áreas de conhecimento, voltando a atenção para as Ciências da Natureza e suas tecnologias, área em que essa pesquisa se localiza. Dentre as finalidades apresentadas na base, destaca-se a ênfase na Ciência e Tecnologia, cujos produtos podem ser utilizados como instrumentos para resolver problemas cotidianos dos cidadãos e da coletividade. Dessa forma, a partir de uma visão integrada entre a Biologia, a Física e a Química, o documento defende a importância do letramento científico para a inclusão dos estudantes nos debates e tomadas de decisões da/na sociedade contemporânea (Brasil, 2018).

Com a propósito de implementar a Educação integral, além de consolidar, aumentar a complexidade e o nível de abstração dos conhecimentos conceituais da área, que foram introduzidos no Ensino Fundamental, a base orienta para o desenvolvimento de habilidades e competências em torno de três dimensões: contextualização social, cultural, ambiental e histórica; processos e práticas de investigação; linguagem das Ciências ou letramento científico. Com o intuito de desenvolver o pensamento científico, os conhecimentos conceituais da área, incluindo leis, teorias e modelos são assentes nas mesmas unidades temáticas do ensino Fundamental, quais sejam Matéria e energia, Vida e evolução e Terra e Universo. Esse arcabouço conceitual possibilita a implementação de estratégias para que os estudantes possam “[...] investigar, analisar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais” (Brasil, 2018, p. 548).

Nesse mesmo segmento, a dimensão da contextualização histórica não deve se limitar ao estudo das biografias dos cientistas e das grandes descobertas no campo. De outro modo, intenciona levar os estudantes a compreenderem a Ciência como um conjunto de saberes acadêmicos, socialmente construídos, “[...] com seus impasses e contradições, influenciando e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura” (Brasil, 2018, p. 550). Já a dimensão processos e práticas investigativas busca desenvolver

junto aos estudantes as habilidades e competências “[...] relacionadas à instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações” (Brasil, 2018, p. 550).

Como visto, na BNCC na área Ciências da Natureza, o ensino por investigação não se trata apenas de um método didático, mas também de um objeto de conhecimento, que conceitualmente aproxima-se dos chamados conteúdos procedimentais, conforme apresentado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), ainda na década de 1990. Os conteúdos procedimentais “[...] expressam um saber fazer, que envolve tomar decisões e realizar uma série de ações, de forma ordenada e não aleatória, para atingir uma meta” (Brasil, 1997, p. 52). Quando os estudantes participam do desenvolvimento de projetos pedagógicos, sequências didáticas, atividades investigativas, aulas experimentais em laboratório, aulas de campo com roteiro de estudo, elaboração de materiais para mostras, entre outros, eles estão construindo habilidades ou conhecimentos procedimentais (Brasil, 1997).

Em consonância com o Novo Ensino Médio, buscando atender a construção dos itinerários formativos, a Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso (SEDUC-MT), por meio do Documento de Referência Curricular (DRC), com base na LDB (Brasil, 2017) e na BNCC (Brasil, 2018) propõe a criação de novos componentes curriculares, que fazem parte da arquitetura curricular dessa etapa, sendo elas as disciplinas eletivas e as trilhas de aprofundamento. As trilhas de aprofundamentos são entendidas como um “[...] conjunto articulado de unidades curriculares que promove aprofundamento nas áreas do conhecimento e/ou na Formação Técnica e Profissional, em percurso com começo, meio e fim, abarcando os eixos estruturantes” (Mato Grosso, 2020, p. 465).

As disciplinas eletivas são compreendidas como “[...] unidades curriculares que possibilitam experimentação de diferentes temas, vivências e aprendizagens, com o propósito de diversificar e enriquecer a trajetória curricular escolhida pelo estudante” (Mato Grosso, 2020, p. 465). Tais unidades curriculares fazem parte do itinerário formativo, sendo estruturadas conforme cada área do conhecimento e podem ser elaboradas pelos docentes, a partir da proposta inicial elaborada por técnicos da SEDUC-MT e formadores do Centro de Formação e Atualização dos Profissionais da Educação Básica de Mato Grosso (CEFAPRO-MT), levando em conta os contextos escolares e os anseios das juventudes locais. Desse modo, com vistas a fortalecer o

protagonismo juvenil, ao ingressar no Ensino Médio, os estudantes podem fazer a opção por um itinerário formativo, composto pela trilha de aprofundamento e eletivas, que reforçam uma ou outra área do conhecimento, segundo seus interesses acadêmicos e profissionais.

Na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, uma das disciplinas eletivas propostas pela SEDUC-MT e CEFAPRO-MT, adotada na escola *lócus* dessa pesquisa, é intitulada Alô VERAH, cuja sigla refere-se aos componentes ambientais: Vegetação, Erosão, Resíduos, Água e Habitação. Segundo o método VERAH, para cada componente ambiental citado dever-se-ão realizar estudos e fazer levantamento de indicadores de qualidade “[...] para desencadear um processo de investigação científica com os estudantes” (Mato Grosso, 2020, p. 467). Considerando que a compreensão de problemas ambientais complexos exige uma análise que considere diversos aspectos, como “[...] ecológicos, geográficos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e históricos” (Mato Grosso, 2020, p. 467). Logo, as temáticas centrais desse trabalho são relacionadas à conservação dos recursos naturais, preservação ambiental, “[...] dinâmica ambiental de poluentes, recursos hídricos, fluxo de matéria e energia nos sistemas ambientais e ecossistemas” (Mato Grosso, 2020, p. 466). A eletiva objetiva propiciar momentos de reflexão e estimular o senso crítico por parte dos estudantes sobre as relações entre as causas e as consequências da degradação ambiental.

Com relação às práticas pedagógicas para essa disciplina, o documento aponta que os professores devem articular trabalho colaborativo e “[...] atividades investigativas no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes” (Mato Grosso, 2020, p. 466), partindo de situações-problema reais, passíveis de pesquisa escolar, sugeridas pelos estudantes ou professores. Com base nesse pressuposto, os docentes podem organizar atividades práticas, aulas de campo ou experimentos no intuito de “[...] instigar a curiosidade científica e mediar os processos de investigação [...] nos quais os estudantes devem ser sensibilizados a analisar e avaliar os problemas socioambientais da área de estudo” (Mato Grosso, 2020, p. 468). Ante o exposto, o orientativo enfatiza que a finalidade principal da eletiva não é fazer um diagnóstico ambiental profissional dos indicadores ambientais, mas aproximar os estudantes dos processos investigativos, do trabalho cooperativo, da sensibilização para a sustentabilidade socioambiental. Sendo que:

Esta intencionalidade pedagógica da eletiva justifica o nome proposto para a eletiva (“Alô VERAH!”), pois nessa eletiva almeja-se organizar os estudantes como “locutores” e a natureza como o “interlocutor”, estabelecendo um diálogo orientado entre a Vegetação, Erosão, Resíduos, Água e Habitação e a visão analítica dos estudantes (Mato Grosso, 2020, p. 468).

Um requisito para os docentes lotarem na disciplina, além de terem formação inicial na área de Ciências da Natureza, é ter experiência ou formação em educação ambiental, no diagnóstico ambiental ou que “[...] tenham familiaridade em analisar aspectos ambientais em áreas urbanas e rurais que se referem à Vegetação, Erosão, Resíduos, Água e Habitação” (Mato Grosso, 2020, p. 466). Ressalta-se que pode ser realizado um trabalho interdisciplinar com as outras áreas do conhecimento.

#### 4.3 TEMAS CONTEMPORÂNEOS TRANSVERSAIS

A fim de fortalecer, complementar e contextualizar as aprendizagens relacionadas aos objetos de conhecimento e o desenvolvimento de habilidades e competências na Educação Básica, a BNCC propõe que o ensino seja potencializado por meio de Temas Contemporâneos Transversais (TCTs), que influem na vida cotidiana e na vida em sociedade. Então, cabe aos “[...] sistemas e redes de ensino, assim como às escolas, em suas respectivas esferas de autonomia e competência, incorporar os temas transversais aos currículos e às propostas pedagógicas, preferencialmente de forma transversal e integradora” (Brasil, 2018, p. 19). São eles: direitos da criança e do adolescente; educação para o trânsito; educação ambiental; educação alimentar e nutricional; processo de envelhecimento, respeito e valorização do idoso; educação em direitos humanos; educação das relações étnico-raciais e ensino de história e cultura afro-brasileira, africana e indígena; saúde familiar e social; educação para o consumo, educação financeira e fiscal, trabalho, ciência e tecnologia e diversidade cultural (Brasil, 2018).

Esses quinze temas contemporâneos apresentados na base são agrupados de acordo com seis macroáreas temáticas, sendo elas: Meio ambiente (Educação ambiental; Educação para o consumo); Ciência e Tecnologia (Ciência e Tecnologia); Multiculturalismo (Diversidade Cultural; Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais Brasileiras); Cidadania e Civismo (Vida Familiar e Social; Educação para o Trânsito; Educação em Direitos Humanos; Direitos da Criança e do Adolescente; Processo de envelhecimento, respeito e

valorização do Idoso); Economia (Trabalho; Educação Financeira; Educação Fiscal); Saúde (Saúde; Educação Alimentar e Nutricional).

A inclusão dessas questões da sociedade nos currículos escolares tem origem na década de 1990, por meio dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), momento em que o ensino no Brasil passou por transformações significativas, assumindo compromisso com a Educação para a cidadania, colocando o foco nas aprendizagens e nos estudantes, que passaram a ser reconhecidos como sujeitos de direitos, capazes de reflexão e pensamento crítico. Com a homologação da BNCC, em 2018, tais questões sociais foram asseguradas e redefinidas, visando “contribuir com a construção de uma sociedade mais justa, igualitária e ética” (Brasil, 2019, p. 4). Nessa perspectiva, compreende-se “[...] educar e aprender são fenômenos que envolvem todas as dimensões do ser humano e, quando isso deixa de acontecer, produz alienação e perda do sentido social e individual no viver” (Brasil, 2019, p. 4).

Salienta-se que, promover ações pedagógicas a partir dos temas contemporâneos, contribui para aproximar os conhecimentos formais construídos nos sistemas de ensino dos conhecimentos não-formais produzidos no mundo da vida pelos estudantes. Contribui também para a superação da fragmentação dos conteúdos, pois as intervenções didáticas devem ocorrer no sentido da integração dos temas aos objetos de conhecimento das diferentes áreas de ensino, de forma interdisciplinar ou transdisciplinar envolvendo o coletivo escolar (Brasil, 2019).

A respeito dos pressupostos pedagógicos, o documento orienta que não existe uma norma metodológica rígida, podendo incluir múltiplas técnicas de ensino, respeitando-se a autonomia dos docentes e redes de ensino. Importa que os temas contemporâneos sejam associados aos objetos de conhecimentos dos componentes curriculares de cada área afim, evitando que sejam abordados de forma paralela aos conteúdos curriculares. As orientações específicas sobre os objetivos, os princípios, as finalidades e as formas de desenvolvimento de cada um dos temas apresentados são reportadas para as leis, pareceres e resoluções específicas.

Retornado ao tema contemporâneo abarcado nessa pesquisa, a educação ambiental, a BNCC delega as orientações pedagógicas para o que está preconizado na Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/99) e Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental (Resolução Nº. 1 de 30/05/2012). Infere-se que tais documentos legais não “[...] alteram a redação da LDB, porém agregam-lhe complementações” (Brasil, 2013a, p. 12). Nessa pesquisa, na área Ciências da

Natureza, o Tema Contemporâneo Transversal educação ambiental foi delimitado no subtema Cerrado, que norteou as atividades investigativas desenvolvidas com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio da escola *lócus*.

#### **4.3.1 A educação ambiental e a crítica político-econômica**

O meio ambiente, bem como as populações de seres vivos que nele habitam sempre foram autorreguláveis e auto depuráveis. A matéria e a energia presentes nos ecossistemas seguem percursos que, ora compõem os corpos vivos, ora compõem os corpos inanimados, constituindo a ciclagem natural que faz parte do equilíbrio ambiental (Primack; Rodrigues, 2001). Entretanto, a capacidade homeostática de equilíbrio físico e químico do planeta passou a sofrer interferências a partir das modificações realizadas pelo ser humano no ambiente natural que, para além de utilizar os recursos ambientais para a sobrevivência, como todos os outros animais, reinventa necessidades em função das suas características evolutivas, adaptativas e civilizatórias. Andery *et al.* (1996, p. 10) explicam que as alterações ambientais promovidas pelos seres humanos não se encerram com o atendimento de “[...] velhas necessidades: o homem cria novas necessidades que passam a ser tão fundamentais quanto as chamadas necessidades básicas à sua sobrevivência”. As autoras salientam que as novas necessidades não ocorrem apenas no campo biológico, como as práticas alimentares e sanitárias, mas são geradas principalmente no campo social e cultural, com a incorporação de novos rituais, costumes e hábitos, que são transmitidos através das gerações.

Primack e Rodrigues (2001, p. 1) apontam que “[...] comunidades biológicas que levaram milhões de anos para se desenvolver vem sendo devastadas pelo homem em toda a Terra. A lista de transformações de sistemas naturais que estão diretamente relacionadas a atividades humanas é longa”. Harari (2020, p. 21) pontua que a espécie *Homo sapiens* levou vantagens em relação às outras espécies por dispor de “[...] um cérebro volumoso, o uso de ferramentas, a capacidade superior de aprendizado e a existência de estruturas sociais complexas”, mas, dominou o mundo principalmente por sua linguagem e capacidade de comunicação excepcionais.

Outro grande fator que contribuiu para a dominância humana no planeta foi o desenvolvimento da agricultura que, por sua vez, favoreceu o sucesso reprodutivo e a formação de comunidades assentadas (Leakey, 1995). Posteriormente, o processo civilizatório e a sucessiva produção de artefatos e tecnologias cada vez mais

sofisticadas trouxe conforto para as pessoas que tiveram acesso a eles, mas, por outro lado, fez aumentar a pressão sobre os ecossistemas em função da extração de uma profusão de matérias primas, como madeiras, metais, minerais e outros animais (Primack; Rodrigues, 2001). Os autores explicam que, “[...] assim que as populações humanas cresceram, o uso do ambiente se intensificou. Métodos de colheita tornaram-se também muito mais eficientes” (Primack; Rodrigues, 2001, p. 16).

Ainda que a população humana fosse menor e o mundo fosse essencialmente rural até meados do século XVIII, (Hobsbawm, 2015), a degradação ambiental mais severa teve início a partir da primeira Revolução Industrial, que contou com a mecanização da produção, com o aumento do uso do ferro como matéria prima e do carvão como combustível. Hobsbawm (2015, p. 41) acentua que:

O século XVIII não era, logicamente, um século de estagnação agrícola. Pelo contrário, um longo período de expansão demográfica, de urbanização crescente, de fabricação e comércio encorajava a melhoria da agricultura e de fato a requisitava. A segunda metade do século viu o início do surpreendente e ininterrupto aumento da população que é tão característico do mundo moderno.

Assim, as atividades econômicas instauradas com a consolidação do Estado Moderno, a expansão da urbanização e as revoluções na Ciência e na indústria contribuíram, também, para o aumento demográfico humano, que saltou de um bilhão para sete bilhões de habitantes entre os séculos XIX e XX<sup>1</sup>.

Todos esses fatores associados ao chamado progresso, bem como o avanço do mercantilismo e da economia capitalista não só intensificaram a dilapidação dos recursos da natureza, como também resultaram na poluição do solo e do ar, na contaminação das águas superficiais e subterrâneas, além de desflorestamento.

A percepção de que o modelo econômico das “[...] sociedades modernas urbano-industriais” (Guimarães, 2006, p. 10) estava causando impactos tão profundos quanto irreversíveis ao meio ambiente afluou com grande notoriedade na segunda metade do século XX. A partir da década de 1960, as evidências da degradação

---

<sup>1</sup> A população mundial chegou a 603 milhões de habitantes em 1700 e atingiu um bilhão de habitantes por volta de 1800. Houve um acréscimo de 397 milhões de pessoas no século XVIII. No século XIX houve um acréscimo de 563 milhões de habitantes no mundo. O crescimento demográfico que era lento, se acelerou depois da Revolução Industrial e Energética e entrou em um ritmo exponencial no século XX, quando a população do globo aumentou cerca de 4 vezes, passando de 1,56 bilhão de habitantes em 1900 para 6,1 bilhões de habitantes no ano 2000, um acréscimo de 4,5 bilhões de pessoas em apenas 100 anos. O ritmo de crescimento demográfico se desacelerou no século XXI, mas como o volume populacional já era elevado, houve um acréscimo de 1 bilhão de habitantes somente entre 2000 e 2011 (Alves, 2013).

ambiental não podiam mais serem ignoradas. Denúncias como o livro *Primavera silenciosa* da escritora Carson (1962, p. 6) já afirmavam que:

O mais alarmante de todos os assaltos contra o meio ambiente, efetuados pelo Homem, é representado pela contaminação do ar, da terra, dos rios e dos mares, por via de materiais perigosos e até letais. Esta poluição é, em sua maior parte, irremediável; a cadeia de males que ela inicia, não apenas no mundo que deve sustentar a vida, mas também nos tecidos viventes, é, em sua maior parte, irreversível. Nesta contaminação, agora universal, do meio ambiente, as substâncias químicas são os parceiros, sinistros e poucos reconhecíveis, das radiações, na tarefa de modificação da própria natureza do mundo - da própria natureza da vida que palpita nele.

A autora coloca luz sobre a gravidade das intervenções humanas sobre os sistemas naturais, enfatizando a contaminação ambiental como um dos tipos mais devastadores de degradação do meio ambiente e do equilíbrio dos ecossistemas. Ela destaca ainda que a maioria das substâncias ecotóxicas utilizadas pelos setores agrícolas e industriais promovem situações de poluição e/ou contaminação do solo, da atmosfera e dos recursos hídricos que são irremediáveis ou irreversíveis. Esses fatores causam a mortalidade em massa de várias espécies de animais vertebrados e invertebrados, comprometendo a perpetuação de várias formas de vida e desregulando as teias alimentares nesses ambientes.

A partir desse ponto, foi ficando cada vez mais notório que o modo de produção não estava, e ainda não está, a serviço de garantir a qualidade de vida do ser humano. Ao contrário, o modo de vida humano é que deve atender aos anseios do modelo de produção e às necessidades do mercado. Com essa inversão, a inclusão social e o sentimento de pertencimento ficam atrelados à adesão ao consumo de mercadorias diversas produzidas pelos próprios trabalhadores. Todas as etapas desse ciclo geram riqueza à classe que detém a propriedade dos meios de produção (Loureiro, 2012). Sobre essa alienação da classe trabalhadora, o autor elucida que:

[...] os progressos obtidos nos últimos séculos não favorecem a emancipação, mas a ampliação do poder objetivo do capital sobre o trabalho, do ter sobre o ser. Assim, quanto mais se produz, mais as classes populares se veem privadas dos objetos necessários à sua sobrevivência e mais se coisifica a vida e se reifica a dimensão econômica na lógica do livre mercado (Loureiro, 2012, 105).

Dito de outro modo, “[...] quanto mais se desenvolve científica e tecnologicamente, mais se aprofundam a miséria e a falta de acesso aos bens materiais que permitem objetivamente uma vida digna” (Loureiro, 2012, p. 105). No bojo das relações desastrosas que o ser humano e a sociedade vêm estabelecendo

com o meio ambiente desde a Revolução Industrial, emerge a questão ambiental. A esse respeito Lima (1999, p. 135) discorre que:

A questão ambiental, neste sentido, define, justamente, o conjunto de contradições resultantes das interações internas ao sistema social e deste com o meio envolvente. São situações marcadas pelo conflito, esgotamento e destrutividade que se expressam: nos limites materiais ao crescimento econômico exponencial; na expansão urbana e demográfica; na tendência ao esgotamento de recursos naturais e energéticos não-renováveis.

O entendimento sobre a questão ambiental desvela que o desequilíbrio ecológico causado por determinadas atividades humanas e, além de trazer graves consequências ao meio ambiente, também favorece o surgimento das crises hídrica, climática, energética, humanitária, econômica e política.

Artaxo (2020) afirma que nas últimas décadas, em decorrência de todos os processos de degradação ambiental, a humanidade vem enfrentando concomitantemente três crises principais, as quais são relacionadas à perda de biodiversidade, às mudanças do clima e ao surgimento de doenças epidêmicas ou pandêmicas. Tais crises são intrinsecamente interligadas entre si, uma vez que o aquecimento global e as mudanças climáticas afetam os seres vivos, causando doenças e mortalidade, tanto em ecossistemas terrestres quanto aquáticos. Nesse contexto, compreende-se que:

A resiliência dos ecossistemas e sua capacidade de reagir a mudanças dependem, em grande parte, de sua biodiversidade. As alterações observadas na taxa de precipitação e sua sazonalidade, e no aumento de temperatura, estão afetando o funcionamento dos ecossistemas. As mudanças climáticas afetam os padrões ecossistêmicos da fotossíntese e da produtividade, podendo modificar os ciclos hidrológicos e a dinâmica do carbono em ecossistemas terrestres e marinhos (Artaxo, 2020, p. 54).

O cerne dessas crises ambientais e societárias está na economia capitalista, uma vez que esse “[...] modelo de desenvolvimento econômico é orientado pelo maior lucro no menor espaço de tempo, não importando as consequências futuras” (Artaxo, 2020, p. 53). Segundo Santos (2019, p. 88), uma das características do capitalismo contemporâneo é a reprodução de “[...] sociedades incapazes de controlar o próprio destino, avançando rumo à degradação em todas as esferas da existência”, perpetuando a barbárie social e ambiental. Ruscheinsky (2012, p. 115) reitera que ao passo que o ser humano “[...] foi se distanciando da natureza e passou a encará-la como uma gama de recursos disponíveis a serem transformados em bens consumíveis, começaram a surgir os problemas socioambientais ameaçando a sobrevivência do nosso planeta”.

Mesmo com todas as fases percorridas pelo capitalismo burguês na tentativa de se reinventar, a cada crise gerada por suas próprias estratégias, as relações entre os países desenvolvidos e aqueles ditos em desenvolvimento são ancoradas em uma forma de colonialismo aos moldes do imperialismo monárquico (Santos, 2019). Para que países industrializados, no auge de seu capitalismo neoliberal, possam continuar usufruindo de crescimento econômico e bem-estar social é necessário que países em desenvolvimento, como os sul-americanos por exemplo, os reabasteçam com *commodities* e mão de obra barata. Em geral, os recursos dos países do hemisfério Sul são comercializados a baixo custo para sustentar os padrões luxuosos de poucos lugares do planeta. O capitalismo jamais será bem-sucedido em todos os lugares, seja pelos limites econômicos, sociais ou ambientais (Santos, 2019).

Insuflada dessa nova consciência social e ambiental, a sociedade civil organiza-se e passa a atuar mais efetivamente, derivando no movimento ambientalista. Tavolaro (2001, p. 88) infere que os movimentos sociais que ganharam força em meados da década de 1970 são protagonizados por “[...] atores sociais e políticos que se apresentam levantando questões e sugerindo novos modelos de sociabilidade em resposta à dinâmica que as sociedades ganharam no seu período de modernização avançada”.

Motivados principalmente pelo medo, pelo risco e pela ameaça da possível extinção da vida no planeta, as organizações ambientalistas “[...] teriam se constituído no interior da sociedade civil para protestar, alarmar e cobrar mudanças que revertessem tal cenário” (Tavolaro, 2001, p. 95). O problema ambiental ganhou notoriedade midiática e cada vez mais adeptos. O adjetivo *ambiental* foi incorporado no direito civil e criminal, “[...] fazendo da natureza um ‘objeto de direitos’ aos quais a população, igualmente, deve ter acesso a fim de garantir uma qualidade de vida digna” (Tavolaro, 2001, p. 206).

O movimento ambientalista, por meio de protestos e cobranças, corroborou para a promoção de debates sociais, para a organização de associações ambientais, e para a realização de conferências internacionais que fomentaram a criação de legislações ambientais, além de um campo específico da Educação, a educação ambiental. Ruscheinsky (2012, p. 57) infere que “[...] o movimento ambientalista se fortaleceu com a proliferação de ONGS ambientalistas”, contribuindo para disseminar as interferências negativas de atividades humanas no meio ambiente. O autor salienta que a educação ambiental surgiu “[...] no esforço em contribuir para a mutação na

forma de encarar o papel do ser humano ante os bens naturais” (Ruscheinsky, 2012, p. 57).

O termo educação ambiental foi utilizado pela primeira vez em 1965, na Conferência em Educação realizada na Grã-Bretanha pela Universidade de Keele. Conforme Dias (1992, p. 40), nesse evento admitiu-se que a “[...] educação ambiental deveria se tornar parte essencial da educação de todos os cidadãos”, tendo como base as concepções da ecologia aplicada e a conservação da natureza. Devido à ampla difusão e adesão ao termo fora fundada, entre outros, a Sociedade para a Educação Ambiental (Dias, 1992), com o intuito de discutir e estabelecer diretrizes e objetivos para este novo campo educacional.

A partir da década de 1970, em países do hemisfério Norte ao hemisfério Sul foram formuladas legislações e políticas públicas que estabeleciam os preceitos da educação ambiental. No Brasil, o movimento ambiental ganhou reforço com a criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA) em 1973 e, posteriormente, com a publicação da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), Lei Nº 6.938 em 1981, que tem a educação ambiental como um de seus princípios básicos (Brasil, 2014).

Esta lei estabelece que a educação ambiental deverá ser desenvolvida em “[...] todos os níveis do ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente” (Brasil, 1981, p. 1). Ressalta-se que a PNMA tem o foco na “[...] preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana” (Brasil, 1981, p. 1).

A Constituição Federativa do Brasil, publicada em 1988, acompanha o disposto na PNMA acerca da questão ambiental. Em seu Art. 225 preconiza que “[...] todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (Brasil, 2007, p. 143). No inciso VI do Art. 225, o documento incumbe ao poder público o dever de “[...] promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente” (Brasil, 2007, p. 143).

No decorrer das décadas de 1970 e 1990, outros eventos e marcos regulatórios consolidaram a necessidade da educação ambiental como uma das dimensões no combate à degradação ambiental. Dentre esses eventos, destacam-se

a primeira Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em 1972 em Estocolmo, Suécia e a segunda Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada no Rio de Janeiro, Brasil em 1992, conhecida como Rio-92. Nesta segunda, foram conduzidos: o II Fórum Brasileiro de Educação Ambiental; a elaboração do Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global e da Agenda 21 (Brasil, 2014).

Vale lembrar que as legislações mencionadas até aqui não são oriundas da Educação e não tratam especificamente da educação ambiental escolar. Contudo, em 1997 foram aprovados pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) e publicados as primeiras versões dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que apresentam o eixo *meio ambiente* como um dos temas transversais a serem praticados nos currículos escolares da Educação Básica. O texto justifica a incorporação da questão ambiental nos currículos escolares em função da difusão social do entendimento sobre os problemas ambientais. Diante dessa nova consciência, “[...] vê-se a importância de incluir Meio Ambiente nos currículos escolares como tema transversal, permeando toda prática educacional” (Brasil, 1998, p. 169).

Um ano depois, em 1999, foi promulgada a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), Lei Nº 9.795 que trata especificamente desse campo educacional. Na PNEA, a educação ambiental é definida como:

[...] processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (Brasil, 1999, p.1).

Além de órgãos do poder público como as secretarias de Educação e de Meio Ambiente, a PNEA incumbe também os meios de comunicação de massa, o setor empresarial e a sociedade civil a responsabilidade de promoverem a educação ambiental. Reafirma a educação ambiental como um “[...] componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal” (Brasil, 1999, p.1). No texto sucinto desta lei, são definidos os princípios básicos, como o caráter interdisciplinar, os objetivos fundamentais, as entidades responsáveis e estratégias para a implementação da educação ambiental, como a formação continuada.

Outro avanço em relação ao regramento da educação ambiental no Brasil são as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental (DCNEA), publicadas em 2013. Este documento, construído de forma coletiva, a partir da proposta inicial elaborada pela Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade do Ministério da Educação (SECADI/MEC) contou com contribuições dos professores e especialistas representantes do VII Fórum Brasileiro de Educação Ambiental e Inclusão, entre outros coletivos.

Acerca do termo educação ambiental, o texto esclarece que o predicado *ambiental* não propõe um outro tipo de educação, representando sim um “[...] elemento estruturante que demarca um campo político de valores e práticas, mobilizando atores sociais comprometidos com a prática político-pedagógica transformadora e emancipatória capaz de promover a ética e a cidadania ambiental” (Brasil, 2013a, p. 515). Como visto, as DCNEAs aportam uma definição mais ampla de educação ambiental, que valoriza a criticidade e os saberes populares entendendo-a como:

[...] educação cidadã, responsável, crítica, participativa, em que cada sujeito aprende com conhecimentos científicos e com o reconhecimento dos saberes tradicionais, possibilitando a tomada de decisões transformadoras, a partir do meio ambiente natural ou construído no qual as pessoas se integram. A Educação Ambiental avança na construção de uma cidadania responsável voltada para culturas de sustentabilidade socioambiental (Brasil, 2013a, p. 515).

Neste documento, além dos princípios e objetivos, são apresentados de forma mais detalhada o processo histórico da constituição da educação ambiental, os marcos legais nacionais e internacionais, os marcos conceituais, os movimentos sociais correlacionados e o contexto atual da questão ambiental. Como trata-se de um texto educacional, são acrescentadas em sua estrutura as orientações para a organização curricular concernente à Educação Básica, educação superior e os sistemas de ensino.

Atualmente, o documento que regula os currículos de todas as escolas brasileiras, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta a educação ambiental como um dos *temas contemporâneos que afetam a vida humana*, mas não descreve novas orientações para ela. Dada a relevância dos textos citados, a BNCC designa a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) e as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental (DCNEA) para guiar a

implementação da educação ambiental nos sistemas e redes de ensino da Educação Básica.

Cabe destacar que, mesmo antes da institucionalização por meio dos documentos legais apresentados, atividades escolares relacionadas à educação ambiental já era praticada no Brasil motivada pela mobilização social que permeou as décadas de 1960 e 1970. Tornavam-se cada vez mais comuns as iniciativas de professores, estudantes e “[...] escolas, em pequenas ações de entidades da sociedade civil ou mesmo por parte de prefeituras municipais e governos estaduais com atividades educacionais relacionadas à recuperação, conservação e melhoria do ambiente” (Brasil, 2014, p. 15).

Simultaneamente, houve também a expansão da produção científica relacionada à educação ambiental, que contribuiu para desvelar uma pluralidade de concepções teóricas acerca do tema meio ambiente. Na fase inicial das formulações de propostas de educação ambiental não havia diferenciações nesse campo. As discussões sobre as diferentes correntes que embasam a educação ambiental alcançaram maior visibilidade a partir dos anos 1990 (Layrargues; Lima, 2014).

Entre os estudiosos da área, é consenso que há diversas correntes de educação ambiental, orientadas por distintas visões científicas, filosóficas e políticas, que se materializam em práticas concretas por meio de diferentes estratégias. Sendo assim, não há um conceito definitivo que abranja todas as práticas educacionais relacionadas à conservação do meio ambiente. Sauv e (2005, p. 17) corrobora que:

Quando se aborda o campo da educação ambiental, podemos nos dar conta de que apesar de sua preocupação comum com o meio ambiente e do reconhecimento do papel central da educação para a melhoria da relação com este último, os diferentes autores (pesquisadores, professores, pedagogos, animadores, associações, organismos, etc.) adotam diferentes discursos sobre a EA e propõem diversas maneiras de conceber e de praticar a ação educativa neste campo.

Layrargues e Lima (2014, p. 25) preconizam que a educação ambiental pode coexistir como um “[...] subcampo derivado do campo ambientalista e como um campo relativamente autônomo”. Guimarães (2007, p. 10), esclarece que a educação ambiental corresponde a “[...] um campo de conhecimento em construção e que se desenvolve na prática cotidiana dos que realizam o processo educativo”. Nesse sentido, ela pode ser compreendida também como um subcampo da Educação. Dentre as diferentes concepções e denominações da educação ambiental, nesse

texto são diferenciadas, sucintamente, três abordagens ou macrotendências que são: a conservacionista, a pragmática e a crítica.

A educação ambiental conservadora ou conservacionista tem como propósito construir conhecimentos sobre o problema ambiental visando gerar uma nova consciência ecológica nos indivíduos. Enfatiza a conservação dos recursos naturais e a preservação da biodiversidade por meio de ideias como “[...] conhecer para amar, amar para preservar” (Layrargues; Lima, 2014, p. 27). Ressalta-se que a educação ambiental, embora não tenha o foco na transmissão de conteúdos curriculares de nenhuma disciplina, nessa macrotendência é importante que determinados conceitos relacionados ao meio ambiente sejam assimilados pelos estudantes, como ecossistema, bioma, hábitat, nicho ecológico, cadeia alimentar, relações ecológicas, que fazem parte da ementa de Biologia e Geografia (Reigota, 2014).

Entretanto, educar para a sustentabilidade vai além de repassar os conhecimentos da área de ecologia esperando que os indivíduos se mobilizem e promovam mudanças de comportamento, sem observar a origem dos problemas ambientais. No decurso das últimas quatro décadas, a realização da educação ambiental com o foco no ensino da ecologia, no estímulo às ações individuais, (cada um faz sua parte), no resgate do amor pela natureza não se mostrou profícua no sentido da sustentabilidade socioambiental. Atividades ancoradas nessa perspectiva não consideram a complexidade do problema ambiental, portanto não abarcam as dimensões históricas, políticas, sociais, econômicas e regionais (Guimarães, 2006).

Na educação ambiental pragmática, a validade dos entendimentos sobre a questão ambiental está atrelada ao potencial de aplicação prática de tais entendimentos na proposição de soluções factíveis e imediatas. Essa lógica utilitarista do conhecimento tem relação com a visão mercadológica, que prioriza a resolução de problemas ambientais que já foram causados em detrimento da prevenção. Além de não buscar compreender as causas de tais problemas, que tem raiz no modelo de produção e consumo capitalista, também não almeja modificar essa estrutura social.

O objetivo principal é fornecer aos estudantes as habilidades e a motivação necessárias para agirem de forma ecológica em suas vidas privadas, alterando a forma como lidam com os resíduos sólidos ou como utilizam água e a energia, por exemplo. Layrargues e Lima (2014, p. 31) corroboram que essa abordagem recorre aos princípios do desenvolvimento sustentável, dos selos verdes, da pegada ecológica, pois “[...] percebe o meio ambiente destituído de componentes humanos,

como uma mera coleção de recursos naturais em processo de esgotamento” que, portanto, precisa ser preservado para não interromper o ciclo de produção.

Já a educação ambiental crítica envolve um processo educativo que visa promover a reflexão sobre relação do ser humano e sociedade com o meio ambiente tendo em vista as dimensões histórica, social, cultural, política e econômica. A partir do pensamento crítico e abrangente, são formuladas ações pautadas na justiça social e sustentabilidade ambiental. Layrargues e Lima (2014, p. 29) explicam que pela ótica da educação ambiental crítica não é “[...] possível conceber os problemas ambientais dissociados dos conflitos sociais; afinal, a crise ambiental não expressava problemas da natureza, mas problemas que se manifestam na natureza”.

Conforme Guimarães (2021, p. 27), faz parte da essência da educação ambiental crítica a construção de um “[...] processo formativo permanentemente que é de ambos, educando e educador. O educador, como participante na construção de novos saberes, com base no diálogo” com os estudantes. O autor nos explica que em um processo de ensino cujas relações com o outro e com o mundo são baseadas na perspectiva da dialogicidade e da horizontalidade, a aprendizagem se constrói na troca de saberes, pois todos são aprendentes.

É preciso considerar também que decisões políticas afetam o meio ambiente. Por esse motivo, essa abordagem tem como objetivos a promoção da cidadania ambiental, a formação de sujeitos ativos, capazes de tomar decisões transformadoras que possam afetar positivamente a realidade socioambiental. Reigota (2014, p. 13) acrescenta que a educação ambiental pensada como educação “[...] política está comprometida com a ampliação da cidadania, da liberdade, da autonomia e da intervenção direta dos cidadãos e das cidadãs na busca de soluções e alternativas que permitam a convivência digna e voltada para o bem comum”.

Carvalho (2020, p. 75) reitera que a proposta político-pedagógica da educação ambiental crítica “[...] poderia ser descrita como a formação de um sujeito capaz de “ler” seu ambiente e interpretar as relações, os conflitos e os problemas presentes”. Assim, por meio de um olhar crítico, chega-se ao entendimento das questões ambientais, da complexidade do mundo em que vivemos e do lugar que ocupamos nele. A partir daí, decorre a articulação de ações voltadas para a cidadania socioambiental (Carvalho, 2020).

Argumentando em favor do aprofundamento conceitual das práticas em educação ambiental, Guimarães (2004, p. 26) explica que a tendência

conservacionista, assentada nos paradigmas da sociedade moderna contribui para a constante reprodução social e, desse modo, não supera “[...] o cientificismo cartesiano e o antropocentrismo que informam a compreensão/ação sobre o mundo e que historicamente se constitui hegemônica”. Já a educação ambiental crítica, conforme o mesmo autor “[...] se propõe a desvelar a realidade, para, inserindo o processo educativo nela, contribuir na transformação da sociedade atual, assumindo de forma inalienável a sua dimensão política” (Guimarães, 2004, p. 32). Nessa perspectiva crítica, os saberes não são repassados de forma verticalizada, mas estão em constante (re)construção por meio da reflexão e ação de educadores e educandos nas relações dialógicas, horizontalizadas e democráticas (Guimarães, 2020).

O autor acrescenta que, nas sociedades modernas urbano industriais, pautadas na racionalidade instrumental, “[...] a grave crise socioambiental da atualidade é consequência das forças produtivas de um modo de produção e seu modelo de desenvolvimento historicamente constituído e constituinte do vir a ser” (Guimarães, 2020, p. 35). Nessas sociedades, além de governar a dimensão material, a classe dominante influi na cultura, na forma de pensar e de compreender o mundo ao controlar os meios de comunicação. Ante essa dominação cultural, que incute ideias liberais de crescimento econômico e recursos naturais infinitos, de individualismo e competição na corrida pelo sucesso financeiro, que renega os problemas ambientais vigentes, ressalta-se a necessidade de uma educação ambiental com olhar crítico para as questões sociais (Guimarães, 2020).

Observa-se que a educação ambiental praticada nas escolas muitas vezes é subestimada, principalmente em comparação com outras políticas ambientais que são realizadas por órgãos do Sistema Nacional de meio Ambiente (SISNAMA), como a fiscalização e a aplicação de autos de infrações e multas, por exemplo. No entanto, é imprescindível ressaltar que as mudanças comportamentais e atitudinais perpassam pela mudança de mentalidades. Novos hábitos são construídos mediante o diálogo, o entendimento mútuo dos conhecimentos científicos sobre a questão ambiental, o convencimento, o consenso, processos também chamados de conscientização. Carvalho, Cachapuz e Gil-Pérez (2012, p. 14) pontuam que:

Todos os dias somos confrontados com problemas complexos exigindo decisões baseadas no conhecimento científico: problemas ambientais, éticos, como construir um desenvolvimento sustentável, transportes, poluição [...] devemos ter uma cultura científica que nos permita participar em decisões racionais, compreender minimamente os processos de decisões mais complexos e o sentido do desenvolvimento tecnocientífico.

Tendo em vista a importância de todo o regramento ambiental, sem o componente educacional, a imposição das normas só apresentam eficácia onde estiverem presentes os órgãos de controle e o supervisionamento, mas estes não estarão ativos em todos os tempos e espaços. Daí a importância da educação ambiental, incorporada no ensino de Ciências, com o foco em reverberar a cultura científica, o pensamento crítico e a sustentabilidade socioambiental.

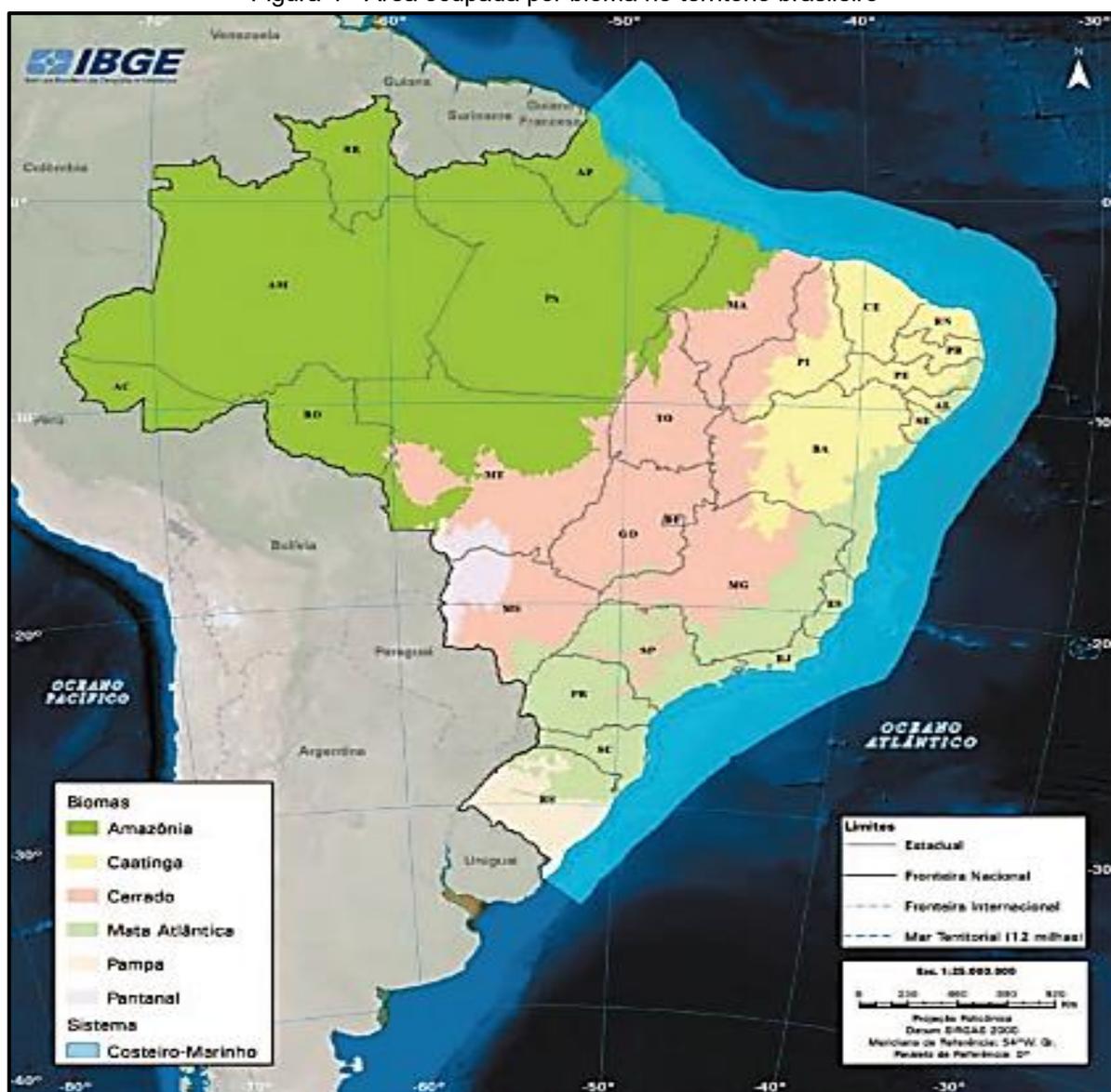
#### **4.3.2 O bioma Cerrado como tema para a educação ambiental crítica**

Os ambientes terrestres do planeta se diferenciam em regiões biogeográficas naturalmente organizadas e interconectadas, conhecidas como biomas. A etimologia do termo bioma tem origem no grego (bios = vida; oma = massa), trazendo a ideia de um sistema biológico integrado, que ocorre de forma orgânica, em grandes áreas, “[...] caracterizando-se pela sua uniformidade de clima, de condições edáficas” de fisionomia vegetal e de fauna (Coutinho, 2016, p. 32). Cada bioma possui “[...] grupos de organismos relativamente estáveis, sendo a temperatura e a pluviosidade fatores importantes para determinar os tipos de plantas e de animais encontrados nessas regiões” (Dashefsky, 1997, p. 45).

O Brasil, mundialmente conhecido como um país continental devido à sua amplitude geográfica, destaca-se também pela riqueza da biodiversidade, distribuída entre seis grandes biomas, sendo eles: Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pampa e Pantanal, além do Sistema Costeiro-Marinho, que sobrepõe os biomas litorâneos (Figura 4). O maior bioma em extensão é a Amazônia, com 49,5% de ocupação do território nacional. O Cerrado é o segundo maior bioma, ocupando uma área que corresponde a 23,3% do país, acompanhado da Mata Atlântica com 13,0%, Caatinga com 10,1%, Pampa com 2,3% e Pantanal com 1,8% (IBGE, 2019).

Voltando a atenção para o tema delimitado na pesquisa com os estudantes, o Cerrado, vale ressaltar que a área de domínio desse bioma abrange cerca de 2 milhões de quilômetros quadrados (Coutinho, 2016), sendo distribuído pelos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Tocantins, Bahia e Minas Gerais e o Distrito Federal. Distribui-se também em “[...] parte dos estados do Maranhão, Piauí, Rondônia e São Paulo, além de áreas disjuntas na região Nordeste encravadas no território da Caatinga, e na região Amazônica, nos estados do Pará e Roraima” (Resende; Guimarães, 2007, p. 2).

Figura 4 - Área ocupada por bioma no território brasileiro



Fonte: IBGE (2019).

Embora existam partes de Cerrado em todas as grandes regiões brasileiras, a maior porção está presente na região Centro-Oeste, ocupando 56,1% do território. Por situar-se na região central do Brasil, o Cerrado é um bioma de ligação que une e faz a transição com os biomas Amazônia e Pantanal a Oeste e Caatinga e Mata Atlântica a Leste (IBGE, 2019). O vocábulo Cerrado tem origem na língua espanhola, aportando o significado de encerrado ou fechado, pois estava relacionado às áreas com vegetação arbórea e arbustivo-herbácea mais densas. O termo evoluiu, sendo entendido como o bioma Cerrado ou, em sentido amplo, serve para definir a formação vegetal característica do bioma, a Savana (Ribeiro; Walter, 2008; Coutinho, 2016).

Os solos predominantes no bioma Cerrado são os latossolos vermelhos em regiões sedimentares, como também em terrenos cristalinos. Possuem “[...] texturas

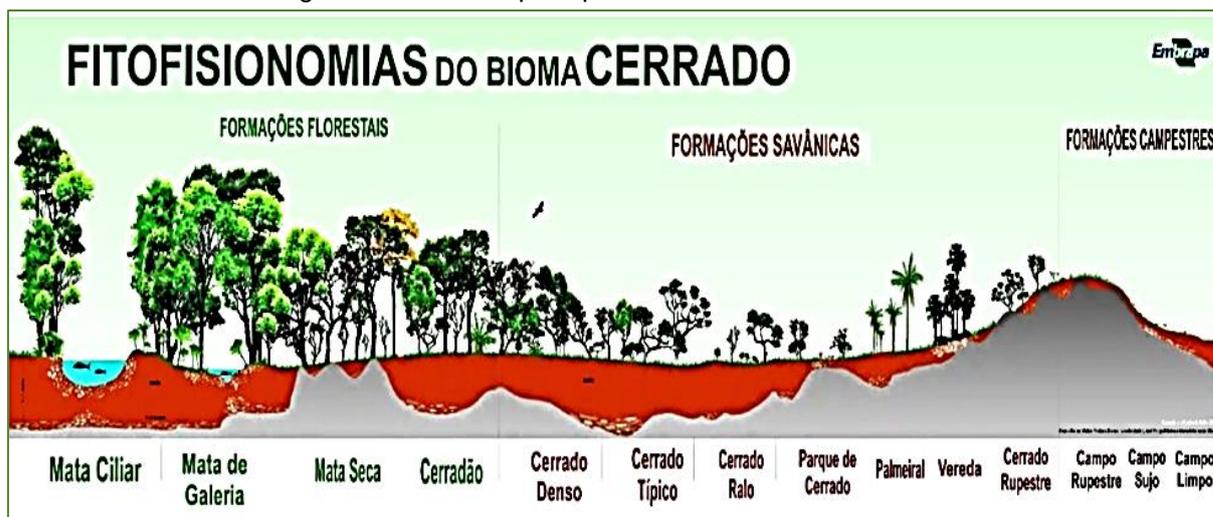
que vão de arenosas a argilosas, sendo praticamente destituídos de esqueleto (pedras). Têm boa porosidade, permeabilidade e arejamento” (Coutinho, 2016, p. 52). Ocorrem também grandes extensões de solos concrecionários, que são conhecidos como distróficos devido à carência de macro nutrientes, como nitrogênio e fósforo. Grande parte desses solos apresentam acidez forte ou moderada, com pH entre 4,5 a 5,5 e alto teor de alumínio. A quantidade de matéria orgânica é maior nos Cerrados de formações florestais e menor nas formações savânicas e campestres (Ribeiro; Walter, 2008; Coutinho, 2016). O relevo predominante é constituído por superfícies aplainadas, planaltos extensos e chapadões sedimentares, ocorrendo “[...] em altitudes que variam de cerca de 300 m, a exemplo da Baixada Cuiabana (MT), a mais de 1.600 m, na Chapada dos Veadeiros (GO)”, conforme Ribeiro e Walter (2008, p. 156) e Coutinho (2016). Uma formação típica no solo e no relevo do Cerrado, conhecida como murundus, consiste em elevações abauladas “[...] que variam em média de 0,1 a 1,5 metros de altura e 0,2 a mais de 20 metros de diâmetro”, cuja origem está relacionada com a atividade dos cupins, resultando da degradação e reconstrução de inúmeras gerações de cupinzeiros (Ribeiro; Walter, 2008, p. 125).

O clima predominante no Cerrado é classificado como tropical semiúmido ou tropical chuvoso. Dentre as quatro estações do ano, destacam-se dois períodos bem definidos, o verão chuvoso, que vai de outubro a março e o inverno seco, que vai de abril a setembro. A precipitação anual apresenta variação de 750 a 2000 mm, observando a média de 1500 mm. As temperaturas variam de 38°C a 40°C nos meses mais quentes, chegando a 18°C nos meses mais frios, com média de 23°C (Resende; Guimarães, 2007; Ribeiro; Walter, 2008). Ressalta-se que, “[...] o contraste entre as superfícies mais baixas (inferiores a 300m), as longas chapadas entre 900 e 1600 m e a extensa distribuição em latitude, conferem ao Cerrado uma diversificação térmica bastante grande” (Ribeiro; Walter, p. 2008, p. 89).

A organização bioquímica e geológica do solo, o relevo, o clima, a disponibilidade de água superficial ou subterrânea e as atividades antrópicas, como as queimadas e o desmatamento para fins de pastagem e monocultura são fatores que influenciam direta ou indiretamente na paisagem do Cerrado. Sua composição vegetal original inclui três principais fitofisionomias, que são as formações savânicas, campestres e florestais (Figura 5). A denominação savana representa “[...] áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato gramíneo, sem a formação de dossel contínuo. As fisionomias savânicas são as mais abundantes no bioma Cerrado,

com 86,4% de ocupação dos seus territórios. A denominação campo define “[...] áreas com predomínio de espécies herbáceas e algumas arbustivas, faltando árvores na paisagem”. Já a denominação floresta corresponde “[...] a áreas com predominância de espécies arbóreas, onde há formação de dossel, contínuo ou descontínuo” (Ribeiro; Walter, 2008, p. 156).

Figura 5 - Perfil das principais fitofisionomias do Cerrado



Fonte: Embrapa in: Sano, Almeida e Ribeiro (2008, p. 166).

Assim, com base em critérios relacionados à fitofisionomia, flora, ambiente e estrutura vegetal que inclui a disposição e o arranjo dos espécimes na comunidade, esse bioma já foi descrito em mais de dez tipos. Dentre esses, apresentam-se, sucintamente, onze tipos bastante característicos, organizados de acordo com as três formações do Cerrado. Os tipos que apresentam formações savânicas: Cerrado sentido restrito; Palmeiral; Vereda e Parque de Cerrado; os que apresentam formações campestres: Campos limpos; Campos sujos; Campo rupestre (Ribeiro; Walter, 2008; Sano; Almeida; Ribeiro, 2008; Brasil, 2015) e os tipos que apresentam formações florestais: Mata ciliar; Mata de galeria; Mata seca; e Cerradão.

Iniciando as descrições pelas formações savânicas, o Cerrado, em sentido restrito, trata da tipologia mais expressiva e característica. É constituído por “[...] extratos arbóreo e arbustivo-herbáceo definidos, com árvores distribuídas aleatoriamente sobre o terreno em diferentes densidades” (Ribeiro; Walter, 2008, p. 116). Em geral, as árvores são baixas, inclinadas, com troncos e ramificações tortuosos, revestidos por cascas grossas por conter bastante cortiça, sulcadas ou fendidas. Algumas espécies são resistentes às queimadas naturais graças à presença de “[...] órgãos subterrâneos perenes (xilopódios), que permitem a rebrota após

queima ou corte. Na época chuvosa, os estratos subarbusivo e herbáceo tornam-se exuberantes devido ao seu rápido crescimento” (Ribeiro; Walter, 2008, p. 117). Várias espécies arbustivas possuem adaptações para viver nas regiões distantes dos cursos de água, como gemas apicais recobertas por tecido pilífero e folhas firmes, grossas e coriáceas. Muitas espécies arbóreas desse tipo de Cerrado, por possuírem raízes profundas, não são vulneráveis à escassez de água superficial dos solos.

Além da disponibilidade hídrica, outros fatores, como a oferta de nutriente, o pH e a profundidade do solo influenciam em sua densidade e composição florística fazendo com que haja variações no Cerrado sentido restrito. O Palmeiral se caracteriza-se pela ocorrência predominante de determinada espécie de palmeiras de porte arbóreo, como a Macaúba e o Babaçu, junto a outras espécies com menor expressão nessas áreas, cujos solos podem ser bem drenados ou úmidos. Infere-se que, “[...] a presença do babaçu parece associar-se fortemente a áreas antropizadas, onde coloniza agressivamente antigas formações florestais desmatadas” (Ribeiro; Walter, 2008, p. 127).

Já a Vereda é constituída apenas por Buritis, uma palmácea específica que se distribui de forma menos densa, se comparada aos palmeirais, contendo uma camada arbustivo-herbácea típica de Campo limpo ao redor dessa formação vegetal. Em geral, as Veredas ocorrem em solos saturados de água, conhecidos como brejos ou banhados, relacionados a afloramentos do lençol freático (Ribeiro; Walter, 2008). O Parque de Cerrado é constituído pela ocorrência de um agrupamento de árvores sobre os murundus ou mochões, que são pequenas áreas elevadas de forma convexa do solo, relacionadas aos cupinzeiros antigos inativos (Ribeiro; Walter, 2008; Sano; Almeida; Ribeiro, 2008; Brasil, 2015).

No que se refere às formações campestres, tem-se que o Campo limpo é caracterizado pelo preenchimento do solo prevalentemente por espécies herbáceas e gramíneas, com a presença de algumas plantas arbustivas esparsas e inexistência total de espécies arbóreas. Pode ser “[...] encontrado com mais frequência nas encostas, nas chapadas, nos olhos d'água, circundando as Veredas e na borda das Matas de Galeria” (Ribeiro; Walter, 2008, p. 135). O Campo sujo distingue-se por ser constituído predominantemente por herbáceas e gramíneas, contendo espécies arbustivas de pequeno porte distribuídas de forma aleatória e dispersa em terrenos extensos. Ocorre em solos profundos ou rasos, com pouca fertilidade, bem drenados ou secos, como também em solos úmidos devido à baixa drenagem. Já o Campo

rupestre também é composto com predomínio de espécies herbáceas, com a presença esparsa de arbustivas subdesenvolvidas. Diferencia-se por ocorrer em solos com afloramentos rochosos, inclinados com “[...] altitudes superiores a 900 metros, em áreas onde há ventos constantes, dias quentes e noites frias” (Ribeiro; Walter, 2008, p. 133).

Abarcando por último as formações florestais, destaca-se que a mata ciliar corresponde à vegetação arbórea, situada nas duas margens de rios de médio e grande porte. Em geral, a largura média da Mata ciliar atinge 100 metros, podendo ser maior conforme a amplitude do leito do rio e a planície do terreno. A Mata de galeria ocorre nas margens de córregos ou rios de pequeno porte, cujas copas das árvores se encontram formando um corredor verde ou uma galeria sobre o curso de água. Tanto a Mata Ciliar quanto a Mata de galeria estão diretamente associada à proximidade de corpos d’água superficiais, sendo compostas por espécies perenes, com troncos e folhas lisos, que mantêm suas folhas verdes ao longo do ano.

Ao contrário disso, a Mata seca e o Cerradão ocorrem em áreas de intervalo entre os rios, em que o perfil superficial do solo se mantém bastante seco durante o período de estiagem. A Mata seca caracteriza-se por apresentar uma vegetação densa, composta por árvores altas, eretas, caducifólias e semicaducifólias, sendo que as folhas desprendidas dessas árvores se depositam no solo, aumentando a quantidade de matéria orgânica e a fertilidade, retroalimentando esse ecossistema.

O Cerradão compreende uma formação florestal com características xeromórficas, isto é, compostas por espécies que vivem em locais de clima árido. Possui um dossel formado por espécies arbóreas e arbustivas típicas de Cerrado, formando uma cobertura vegetal que pode variar de 50% a 90% devido à perda das folhas pelas árvores caducifólias na estação seca (Ribeiro; Walter, 2008; Sano; Almeida; Ribeiro, 2008; Brasil, 2015).

Como dito anteriormente, a heterogeneidade de fisionomias vegetais constitui diferentes tipologias dentro do bioma Cerrado. Essa característica resulta em uma grande quantidade de habitats que abriga comunidades biológicas com alta diversidade de espécies, tanto da flora quanto da fauna. Sawyer *et al.* (2017, p. 8), pontuam que:

O Cerrado é extremamente rico em diversidade de plantas, contando com mais de 12.000 espécies nativas catalogadas. Cerca de 250 espécies de mamíferos vivem no Cerrado, junto com uma rica avifauna com 856 espécies

registradas. A diversidade de peixes (800 espécies), répteis (262 espécies) e anfíbios (204 espécies) também é alta.

A flora do Cerrado é constituída por muitas famílias botânicas e espécies de interesse comercial, tanto para consumo dos frutos na alimentação, quanto para usos medicinais, ornamentais, forrageiro e madeireiro (Aguiar; Lopes, 2020). Esse último, o potencial madeireiro, devido à extração da planta completa, pode causar a extinção de algumas espécies que ocorrem em ambientes florestais de Cerrado (Almeida *et al.*, 1998). O bioma abriga uma imensa variedade de espécies nativas e endêmicas, sendo mais de 12 mil espécies de plantas vasculares. Por meio de uma colaboração entre o IBGE, a Embrapa e a Universidade de Brasília foram criados inventários padronizados da diversidade florística do Cerrado.

Destacam-se aqui algumas espécies nativas, de interesse econômico em geral, sobretudo de interesse ambiental e educacional, apresentadas em ordem alfabética, com o nome popular: Amburana, Angelin, Angico, Araçá, Araticum, Aroeira, Bacupari, Barbatimão, Baru, Buriti, Cagaita, Cajueiro, Carvoeiro, Copaíba, Embiruçu, Gomeira, Ingá, Ipê, Jacarandá, Jatobá, Jenipapo, Landim, Lixeira, Mama-cadela, Mamica-de-porca, Mangaba, Marmelada-de-bezerro, Murici, Pacari, Pau-Santo, Pau-terra, Pata-de-vaca, Peroba-do-Cerrado, Pimenta-de-macaco, Pequi e Sucupira, (Duboc, 2004). Em regiões alteradas por atividades antrópicas são encontradas espécies invasoras e/ou exóticas, como capim-gordura, mata-pasto, carrapicho e *Brachiaria* (Sano; Almeida; Ribeiro, 2008, p. 176).

Com relação à fauna, em função da riqueza da vegetação muitos animais habitam os diferentes nichos do Cerrado, tanto terrestres, quanto aquáticos, tendo representantes nos grupos dos mamíferos, aves, répteis, anfíbios e peixes. Destacam-se aqui algumas espécies endêmicas, apresentadas em ordem alfabética, com o nome popular: Anta, Cachorro-do-mato, Ema, Jararaca, Lobo-guará, Onça-pintada, Papagaio, Seriema, Tamanduá-bandeira, Tucano, Veado-campeiro, entre outros. Contudo, com a supressão de grande parte do bioma, muitos desses animais correm risco de extinção, pois “[...] precisam de áreas de vegetação nativa para sobreviver” (Alberici *et al.*, 2020, p. 20), indicando a necessidade de aumentar as áreas destinadas a Reservas Legais, Unidades de Conservação ou Áreas de Preservação Permanente (Sawyer *et al.*, 2017).

Além de ser uma das savanas mais biodiversa da Terra (Sawyer *et al.*, 2017; Salmona *et al.*, 2023), o Cerrado também é considerado o berço das águas, pois

posiciona-se sobre o aquífero Guarani, “[...] o segundo maior reservatório subterrâneo de água no mundo, que abrange 1,2 milhão de quilômetros quadrados em áreas do Brasil e se estende ao Paraguai, à Argentina e ao Uruguai” (Sawyer *et al.*, 2017, p. 12). Esse aquífero infiltra águas com profundidade entre 150 e 1.800 metros, que são aproveitadas por meio de poços artesianos, abastecendo não só a região Centro-Oeste, como também “[...] regiões densamente povoadas do Sudeste do Brasil” (Sawyer *et al.*, 2017, p. 12). Por meio de suas inúmeras nascentes, o Cerrado aporta “[...] as cabeceiras das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazonas/Tocantins, São Francisco e Prata), destacando-se, assim, a sua importância para a segurança hídrica da região” (Sawyer *et al.*, 2017, p. 8).

Em conformidade com essas informações, Coutinho (2016, p. 52) sustenta que os lençóis freáticos são permanentes em grande parte dos solos do Cerrado, “[...] embora a profundidade flutue um pouco durante as estações do ano. Isso garante o suprimento d’água para as plantas com raízes profundas”, contribuindo com a manutenção da fisionomia vegetal do bioma.

Vinculada a essas propriedades hídricas, outra característica marcante do Cerrado é a relação entre os lençóis freáticos e as árvores do bioma. Muitas espécies nativas possuem a parte aérea com tamanho reduzido ao contrário de seu enraizamento, que adquire grandes proporções para absorver as águas subterrâneas, tornando o sistema conhecido como floresta invertida. A maior quantidade de biomassa dessa vegetação, “[...] em torno de 70%, está concentrada dentro da terra. É por isso que ganhou o título de floresta invertida, pois, embora suas árvores não sejam muito grandes, as raízes são profundas, podendo passar de 50 metros abaixo do solo” (Pires, 2019, p. 12).

A autora explica que, por meio de estudos sobre a fisiologia dessas árvores, os pesquisadores entenderam os “[...] mecanismos extremamente adaptados para segurar água e sobreviver em ambiente com solo pobre em nutrientes. O emaranhado sistema de raízes também é responsável por abastecer os lençóis freáticos e aquíferos” (Pires, 2019, p. 13). As raízes das árvores do Cerrado são importantes tanto nos processos de infiltração da água das chuvas, quanto na exfiltração, que é o fluxo de retorno ou o deslocamento da água subterrânea para as camadas superficiais do solo por meio das nascentes (Goudie, 2004).

As estruturas radiculares conseguem alcançar e absorver a água, que é utilizada pela própria planta nos fenômenos fisiológicos vegetais como a fotossíntese,

em que parte dessa água é liberada pelas folhas para a atmosfera na forma de vapor. Isso contribui para bombear água para a superfície dos solos, suprir outras formas de vegetação, retroalimentar nascentes, como também colabora para a manutenção da umidade do ar (Pires, 2019).

Contudo, todas as populações e comunidades biológicas suprimidas pelas águas do Cerrado estão correndo risco, pois o fluxo da água dos rios da maioria das bacias hidrográficas dessa região já sofreu redução significativa, podendo chegar a 39% de redução até 2050 (Salmona *et al.*, 2023). Entre as causas, o autor aponta o desmatamento na Amazônia, que faz diminuir a quantidade de água atmosférica, os chamados rios voadores, que contribuem com as chuvas no Cerrado. O desmatamento no próprio Cerrado “[...] e conversão da cobertura do solo de vegetação nativa para plantações de soja ou outros tipos de monocultura” (Salmona *et al.*, 2023, p. 19, tradução nossa) faz diminuir a absorção das águas das chuvas para recarregar os aquíferos.

Outra causa é o uso intensivo da água pelos sistemas de irrigação de muitas lavouras, devido ao padrão sazonal do Cerrado contar com um período de estiagem. Ademais, os desmatamentos na Amazônia e no Cerrado colaboram com o aumento do efeito estufa, acarretando mudanças climáticas, que por sua vez, contribuem para prolongar os períodos de seca no Cerrado. Todos esses fatores “[...] afetam uma ampla cadeia de componentes hidrológicos” (Salmona *et al.*, 2023, p. 19, tradução nossa). Os autores enfatizam ainda que:

A expansão extensiva e contínua de terras agrícolas no Cerrado leva à conclusão de que a produção de *commodities* agrícolas e a escassez de água estão intrinsecamente ligadas. A crescente exportação de *commodities* intensivas em consumo de água mudou a governança da água, transferindo o controle da água de atores locais, regionais e nacionais para aqueles que dominam as cadeias globais de produção agrícola (Salmona *et al.*, 2023, p. 19, tradução nossa).

Com base em estudos feitos na América Latina, os pesquisadores constataram que acordos políticos realizados “[...] entre o setor privado e o estado impulsionaram reformas de políticas ambientais que permitiram a concentração de direitos de água para empresas agroindustriais, afetando fortemente a equidade social e a sustentabilidade do uso da água” (Salmona *et al.*, 2023, p. 19, tradução nossa). Estudos recentes no Cerrado mato-grossense destacam que outro “[...] ponto preocupante nessa redução de cobertura vegetal é a relação direta com os processos

de erosão dos solos prejudicando os sistemas fluviais e a biodiversidade” (Alves *et al.*, 2020, p. 9).

Desde a década de 1970, a região Centro-Oeste tem a economia baseada no garimpo e na agropecuária. Em função da pecuária extensiva, a vegetação gramínea do Cerrado passou a ser utilizada como pastagem e, posteriormente, a vegetação nativa passou a sofrer desmatamento devido ao uso do território para a agricultura (Almeida *et al.*, 1998; Loverde-Oliveira; Nascimento, 2004; Reynaldo; Loverde-Oliveira, 2015). Coutinho (2016) coloca que os problemas relacionados à acidez e carência de nutrientes do solo do Cerrado logo foram contornados com base em estudos agrícolas, fazendo-se a correção com aplicação de grandes quantidades de calcário e fertilizantes os solos “[...] tornaram-se agricultáveis e altamente produtivos. Em virtude dessa alta produtividade, os cerrados já perderam cerca de 50% de sua área natural, tendo poucas áreas protegidas por Unidades de Conservação, o que é lamentável” (Coutinho, 2016, p. 53). Conforme o Resende e Guimarães (2007), apenas cerca de 3% da área do Cerrado foi instituída como Unidades de Conservação oficiais, como Áreas de Preservação Permanente ou Reserva do Patrimônio Natural. Com incentivo governamental e mecanização, teve início o cultivo de monoculturas de plantas anuais, como a soja, o arroz e o milho, que utilizavam “[...] áreas extensas na época chuvosa e, na época seca, os solos avermelhados sem qualquer cobertura vegetal proporcionavam uma paisagem de deserto” (Almeida, *et al.*, 1998, p. 1).

Em virtude dos fatos mencionados, compreende-se que o Cerrado é um bioma em risco, pois como já citado, mais da metade de sua vegetação natural já foi suprimida, por esse motivo “[...] foi reconhecido internacionalmente como um dos 25 hot spots para conservação. Considerando ainda que, as espécies de plantas têm distribuição restrita e muitos endemismos, a devastação da flora do Cerrado pode ter magnitude ainda maior” (Resende; Guimarães, 2007, p. 2).

Nesse sentido, apreende-se que a importância ecológica do Cerrado tem relação com a biodiversidade da fauna e da flora, com a manutenção dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e de sua ligação e transição com os outros biomas. Já a importância econômica tem relação com a manutenção de grande parte da produção agropecuária que atende ao mercado nacional e à exportação. Salmons *et al.* (2023, p. 2, tradução nossa) afirmam que:

Atualmente, o Brasil é responsável por mais de 42% da soja e 20% da carne bovina consumida no mundo. O bioma Cerrado desempenha um papel

importante no crescimento da produção agrícola no Brasil, onde 44% (87 milhões de hectares) do seu território é ocupado por culturas de campo e pastagens, responsáveis por 44% da produção de carne bovina do país e por 48% da exportação de soja.

Os autores acrescentam que as “[...] áreas de produção agrícola extensiva têm se mostrado cada vez mais vulneráveis à quantidade de água superficial disponível devido ao desflorestamento em larga escala e os efeitos das alterações climáticas” (Salmona *et al.*, 2023, p. 1, tradução nossa). Como já mencionado, os biomas são interligados. Assim, as degradações ambientais que ocorrem em um bioma podem afetar o outro. Leite-Filho (2022, p. 97) esclarece que os biomas Amazônia e Cerrado, que juntos ocupam 80% do território nacional, “[...] são essenciais para a provisão de serviços ecossistêmicos fundamentais para a agricultura, tais como, a garantia da qualidade do solo, ciclagem da água, proteção da biodiversidade e estocagem de Carbono”. Com a destruição desses biomas, a própria produção de alimentos pode ser afetada, pois o desmatamento generalizado causa redução nas chuvas comprometendo a produtividade agrícola (Leite-Filho, 2021; 2022).

Ante o exposto, observa-se que as atividades agrícolas são as principais causadoras dos impactos ambientais no bioma Cerrado e, ainda que a produção de alimentos seja de relevância inquestionável, o problema reside na perspectiva imediatista, predatória e capitalista do setor nominado agronegócio, que além de priorizar a produção de *commodities* e não de alimentos, causa degradação ambiental de várias ordens (Reynaldo; Loverde-Oliveira, 2015). Após “[...] décadas de devastação do Cerrado pelo agronegócio monocultural” (Aguiar; Lopes, 2020, p. 9) é possível listar as ações degradativas e suas consequências, como: desmatamento da vegetação nativa para monocultura, pecuária ou pastagem; destruição de habitats ou ecossistemas inteiros; diminuição da biodiversidade; extinção de espécies; compactação e impermeabilização do solo; assoreamento de rios; empobrecimento e intoxicação do solo devido às queimadas intensas e uso de agrotóxicos; soterramento e destruição de nascentes; mudanças nos ciclos hidrológicos, entre outros (Reynaldo; Loverde-Oliveira, 2015; Aguiar; Lopes, 2020; Salmona *et al.*, 2023).

Na busca por superar esses impactos ambientais no bioma Cerrado, Salmona *et al.* (2023) exaltam a importância da realização de monitoramentos e estudos aprofundados sobre a relação entre as elevadas taxas de desmatamento e mudanças climáticas e as reservas de água superficiais em regiões tropicais. Ao tratar sobre essa

temática, Sawyer *et al.* (2017, p. 23) corroboram que o próprio setor agrícola moderno “[...] pode ser um aliado da conservação ambiental se for monitorado quanto ao seu desempenho, e a sociedade civil pode exercer um importante papel nisso”, sobretudo quando há gestão democrática nos territórios.

Com vistas a garantir e ampliar a participação popular e o engajamento na proteção ambiental, destaca-se a relevância das pesquisas acerca dos serviços ambientais ou serviços ecossistêmicos do bioma Cerrado. Tão importante quanto a produção desses conhecimentos científicos é a sua disseminação, propagação, reconstrução e compartilhamento de saberes por meio de processos educativos, como a educação ambiental.

Além de estudos de impacto, monitoramento e educação ambiental, é vital a implementação de projetos de recuperação de áreas degradadas e revitalização de nascentes, assim como a adequação das práticas agrícolas convencionais no sentido da sustentabilidade do Cerrado. Entre as atuações exitosas, na contramão do agronegócio, estão as práticas extrativistas sustentáveis e o cultivo agroecológico promovidos por povos cerradeiros, que fazem uso dos frutos e outros produtos de árvores nativas sem causar destruição ao bioma. Aguiar e Lopes (2020), na obra intitulada *Saberes dos povos do Cerrado e biodiversidade*, reúnem vivências e relatos de povos indígenas, comunidades quilombolas e ribeirinhas, que atuam como retireiros, raizeiras, quebradeiras, entre outros. Os autores afirmam que:

A sociobiodiversidade cerradeira é base da garantia da soberania e segurança alimentar e nutricional das nossas comunidades e sociedade. Nossas práticas ancestrais de armazenamento, troca e cultivo de sementes conservam a biodiversidade. Acreditamos na agroecologia como prática de convivência com o campo e de produção de alimentos que se contrapõe ao agronegócio (Aguiar; Lopes, 2020, p. 29).

A valorização e “[...] o uso de espécies nativas pode ser uma alternativa econômica para o aproveitamento sustentado da região” (Almeida *et al.*, 1998, p. 1). O aproveitamento e conservação do Cerrado podem ocorrer tanto por meio do modelo extrativista, que utiliza partes vegetais sem retirar a vegetação nativa, quanto na agroecologia, cujo cultivo é associado à vegetação nativa e sem uso de agrotóxicos. Salmona *et al.* (2023, p. 18, tradução nossa), ao avaliarem os efeitos do uso do solo e sua relação com a disponibilidade de água em rios do bioma Cerrado, sustentam que “[...] as principais terras aráveis já foram ocupadas e, portanto, as taxas de

desmatamento devem ser menores nas próximas décadas” mesmo a partir do modelo convencional de agricultura.

Portanto, como se observa, para suprir a produção de alimentos não é necessário expandir as áreas agrícolas que já estão sob o manejo do agronegócio, desde a década de 1970, visto que todos os cultivos necessários para compor a soberania e segurança alimentar nacional podem ser realizados em áreas já desmatadas ou áreas consolidadas. Conforme especificado no Código Florestal, Lei Nº 12.651/2012, Art. 3º, inciso IV, entende-se como área rural consolidada a “[...] área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris” (Brasil, 2012, p. 3). Convém ressaltar que, nas terras consolidadas, a Lei não obriga o proprietário a executar projeto de recuperação de área degradadas, entretanto, visando o equilíbrio ambiental, deve ser calculado o percentual necessário para a Área de Preservação Permanente (APP) e aplicar o regime de pousio. Nesse regime, as atividades agrícolas são cessadas para que ocorra a regeneração natural da vegetação nativa, uma vez que as APPs têm a “[...] função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (Brasil, 2012, p. 2). Daí a importância de os órgãos governamentais competentes acompanharem adequadamente a realização do Cadastro Ambiental Rural (CAR) pelos proprietários rurais, visando à recuperação ou regeneração de áreas degradadas no Cerrado.

## 5 METODOLOGIA

Neste item, parte-se da concepção de que todo método é constituído por dimensões epistemológicas e instrumentais e, então, inicialmente são apresentados os aspectos teóricos que fundamentam este estudo, como as premissas da pesquisa de natureza qualitativa, da metodologia participante e da análise reconstrutiva do discurso. Posteriormente, discorre-se sobre os aspectos procedimentais, instrumentais, a sequência de ensino investigativo desenvolvida na pesquisa de campo e o perfil dos estudantes e docentes, participantes da pesquisa.

### 5.1 A PESQUISA NA ABORDAGEM QUALITATIVA

O avanço da pesquisa qualitativa na área das Ciências Humanas e Sociais ocorreu por meio de rupturas com os métodos científicos quantitativos universais que pretendiam ler uma realidade entendida como estática, de forma neutra e objetiva (Chizzotti, 2006). No final do século XIX, debates sobre o mundo social fomentaram a construção de métodos próprios para estudar as questões da sociedade, uma vez que “[...] as Ciências Humanas, em geral, não se limitaram a reproduzir as exigências metodológicas das Ciências da Natureza” (Chizzotti, 2006, p. 27). Um dos marcos dessa revolução metodológica, transcorrida já no início do século XX, diz respeito aos estudos socioculturais e antropológicos. A antropologia desmembrou-se do ramo da história, constituindo uma disciplina independente com o propósito de “[...] estudar como vivem grupos humanos, partilhando de suas vidas, no local onde vivem e como dão sentido às suas práticas e mantêm a coesão do seu grupo” (Chizzotti, 2006, p. 28).

Nesse período, os pesquisadores das Ciências Humanas e Sociais refutam a “[...] neutralidade científica do discurso positivista e afirmam a vinculação da investigação com os problemas ético-políticos e sociais, declaram-se comprometidos com a prática, com a emancipação humana e a transformação social” (Chizzotti, 2006, p. 29). À medida que se distanciava dos métodos positivistas, a pesquisa qualitativa passou a se concentrar no “[...] estudo de questões delimitadas, locais, apreendendo os sujeitos no ambiente natural em que vivem, nas suas interações interpessoais e sociais, nas quais urdem os significados e constroem a realidade” (Chizzotti, 2006, p. 30). Pedrini (2007, p. 75), complementa que:

A abordagem qualitativa permite a construção do saber independente de experimentação, modelagens, mensurações e generalizações garantidas por regularidades matemáticas. Ao contrário, pressupõe o inter-relacionamento constante entre o objeto e o sujeito, sendo aquele possuído de significados e relações que sujeitos concretos geram em suas ações. O sujeito-observador é parte integrante do processo de descoberta e não neutro, isento ou inerte.

Assim, na pesquisa qualitativa, as visões de mundo, de ser humano e de sociedade estão implícitas nos processos que orientam a produção do conhecimento científico. Em razão de seus fundamentos, essa abordagem reivindica “[...] que o mundo seja examinado com a ideia de que nada é trivial, que tudo tem potencial para constituir uma pista que nos permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do nosso objeto de estudo” (Bogdan; Biklen, 1994, p. 49).

Os autores acrescentam que a pesquisa qualitativa possui características intrínsecas, como a imersão do pesquisador no ambiente natural do fenômeno estudado; a valorização de todas as etapas do processo levando-se em conta os contextos; a elaboração de descrições detalhadas das concepções, idiossincrasias, subjetividades e significados atribuídos pelos participantes acerca das questões de pesquisa (Bogdan; Biklen, 1994). Magalhães Júnior e Batista (2023, p. 15) concordam que uma dimensão indispensável na pesquisa qualitativa é “[...] a subjetividade do pesquisador, expressa na escolha do tema, dos entrevistados, no roteiro de perguntas, na bibliografia consultada e na análise do material coletado”.

Gómez *et al.* (2006, p. 15) acrescentam que, a partir de críticas ao enfoque positivista, a epistemologia da metodologia qualitativa propõe como elemento chave “[...] a complexidade das relações sociais, daí que, uma vez coletados todos os elementos que podem afetar o objeto de investigação leva-se a cabo uma determinada interpretação da realidade” à luz das teorias que a embasam. O processo de investigação é participativo, as interações e reconstruções de saberes elaboradas durante todo o processo da pesquisa, bem como os resultados são comunicados predominantemente de forma descritiva (Gómez *et al.*, 2006).

Oliveira (2016, p. 37) conceitua a abordagem qualitativa como “[...] um processo de reflexão e análise da realidade através da utilização de métodos e técnicas para compreensão detalhada do objeto de estudo em seu contexto histórico e/ou segundo sua estruturação”. A investigação qualitativa é direcionada ao exame dos pormenores captados nas observações *in loco*, bem como à observação dos diferentes enunciados e significados que cada participante apresenta sobre o objeto de pesquisa (Oliveira, 2016). Para Minayo, Deslandes e Gomes (2009, p. 21), na

abordagem qualitativa, a pesquisa “[...] se ocupa com um nível de realidade que não pode ou não deveria ser quantificado. Ou seja, ela trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes”. A fim de diferenciar a pesquisa quantitativa da qualitativa, Rosenthal (2018, p. 13) contribui que:

A lógica dos métodos quantitativos tem suas regras e critérios e fazem generalizações em sentido numérico (ou seja, de inúmeros casos a casos mais numerosos), e aqueles métodos claramente qualitativos onde interpretações e generalizações não se baseiam na frequência de ocorrência de certos fenômenos sociais, mas em uma lógica de generalização de um caso individual.

Nos estudos dos casos individuais, os pesquisadores podem lançar mão de realizar microanálises de fragmentos do discurso único em busca de compreender os fenômenos de interesse. Nesse escopo, a interpretação dos resultados vai além da leitura de dados numéricos, uma vez que objetiva compreender o fenômeno em toda a sua multifatorialidade.

Abílio e Sato (2012) acrescentam que, no âmbito da pesquisa qualitativa, não só os resultados, mas todo o processo tem valor científico, conduz a entendimentos. Além de colocar o foco na subjetividade em detrimento da objetividade, no contexto e na interpretação realizada pelos participantes, é preciso reconhecer que no decorrer do percurso investigativo “[...] o pesquisador exerce influência sobre a situação de pesquisa e é por ela também influenciado” (Abílio; Sato, p. 24), reafirmando a não neutralidade do pesquisador qualitativo.

### **5.1.1 A pesquisa baseada na participação**

Em conformidade com os pressupostos da pesquisa qualitativa e tendo em vista a promoção de interações dialógicas e horizontalizadas com os participantes da pesquisa, para a construção dos dados desse estudo optou-se pelo método teórico baseado na pesquisa participante.

Conforme Gil (2002, p. 55), “[...] a pesquisa participante, assim como a pesquisa-ação, caracteriza-se pela interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas”. Essa variação metodológica demonstra compromisso com a empatia mútua e minimização das relações de poder entre dirigentes e subordinados, motivo pelo qual tem sido explorada em pesquisas junto a minorias em situação de vulnerabilidade ou socialmente desfavorecidas (Gil, 2002). A pesquisa participante é

uma variação da pesquisa-ação. Esta última pode ser definida como um modelo de pesquisa social ancorada no empirismo, contendo etapas em espiral que incluem identificação do problema, reflexão e ação, sendo idealizada e desenvolvida “[...] em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo” (Thiollent, 1998, p. 14).

Desde o final da década de 1960, a pesquisa participante tem crescido e ocupado espaço importante nas pesquisas em Educação. No Brasil, com a instituição de novos cursos de pós-graduação, surgiram metodologias amparadas pelo princípio contestador das teorias críticas e em oposição aos regimes autoritários que haviam se instalado. “Ela é principalmente concebida como metodologia derivada da observação antropológica e como forma de comprometimento dos pesquisadores com causas populares relevantes” (Thiollent, 1998, p. 74).

Rosenthal (2018, p. 90) ressalta que, até os dias atuais, a pesquisa de campo é enraizada na antropologia e na etnologia social e cultural, cujo “[...] objetivo da pesquisa de campo é participar ativamente do cotidiano e das interações das pessoas em estudo”. Enquanto nas entrevistas os indivíduos narram suas perspectivas da vida cotidiana, nas observações, o pesquisador pode participar das vivências dos participantes e captar informações que não são apresentados na oralidade.

Em conformidade com este tipo de pesquisa, participar da rotina da comunidade pesquisada possibilita uma compreensão mais completa do fenômeno e, desse modo, em uma observação participativa “[...] é concebível que o pesquisador possa mudar do papel de observador para o papel de participante, ou seja, participar, em vez de apenas observar” (Rosenthal, 2018, p. 90). A autora expressa que nas pesquisas de campo podem ser “[...] utilizados diferentes métodos, como entrevistas ou discussões em grupo, e diferentes materiais estão incluídos na análise (documentos, fotografias, objetos cotidianos, etc.), mas o método mais importante é a observação dos participantes” (Rosenthal, 2018, p. 93).

Assim, a pesquisa participante desenvolveu-se alicerçada nos princípios de trabalho participativo, “[...] interativo, pedagógico e político, como uma ação de educação humanizadora, tendo Paulo Freire como um de seus precursores no Brasil, defendendo que a ideia de Ciência nunca é neutra e nem objetiva” (Silva; Paulo; Tessaro, 2020, p. 50).

Freire (2016b) destaca a importância da construção de relações não autoritárias, mas democráticas entre os pesquisadores e os demais participantes das situações investigadas. O autor esclarece que, “[...] o sujeito que se abre ao mundo e aos outros inaugura com seu gesto a relação dialógica que se confirma como inquietação e curiosidade, como inconclusão em permanente movimento na história” (p. 133). O autor explica ainda que a experiência dialógica só pode ocorrer de fato em contextos favoráveis à coparticipação entre os sujeitos da pesquisa, posto que não há espaço para um diálogo comunicativo legítimo em relações verticais, rígidas ou com estrutura opressora, em que os sujeitos não têm “[...] o direito de dizer sua palavra, apenas o dever de escutar e obedecer” (Freire, 1985, p. 32).

De acordo com esse viés, é na “[...] coparticipação do ato de pensar que se dá na comunicação. O objeto, por isto mesmo, não é a incidência terminativa do pensamento de um sujeito, mas o mediatizador da comunicação” (Freire, 1985, p. 45). Na relação dialógica não existem sujeitos passivos, uma vez que a interação participativa, cultivada em um ambiente alegre e amoroso, estimula o ato de pensar sobre o objeto de pesquisa, contribuindo para a formação do sujeito pensante e para a construção e reconstrução de entendimentos. Nesse prisma, visando constituir esse ambiente compatível com as interações dialógicas, ação comunicativa e participativa, nas dinâmicas de grupo devem ser evitadas técnicas dirigistas e roteiros inflexíveis (Freire, 1985).

Conforme Chizzotti (2006), a pesquisa participante está circunscrita no campo das pesquisas ativas do qual também fazem parte a pesquisa-ação e a pesquisa intervenção. Tais métodos compartilham algumas características comuns, como: oposição aos modelos tradicionais de pesquisa baseado em mensurações; intenção de ampliar a compreensão de um problema social para a elaboração de soluções; “[...] inclusão dos sujeitos pesquisados na recolha e análise de informações e na proposição das ações saneadoras dos problemas estudados; uso de técnicas e recursos que favoreçam o desenvolvimento da ação que objetiva superar” os problemas identificados (Chizzotti, 2006, p. 41).

O autor sustenta que, usualmente, as pesquisas ativas tendem a contribuir com a transformação da realidade social. Seu desenvolvimento abarca uma “[...] tomada de consciência, tanto dos investigados como dos investigadores dos problemas próprios e dos fatos que os determinam para estabelecer os objetivos e as condições da pesquisa, formulando os meios de superá-los” (Chizzotti, 2006, p. 41).

Outra característica marcante é a inclusão dos investigados no processo intelectual e prático da pesquisa, tendo em conta que as pesquisas ativas não seguem um formato único, as técnicas variam conforme o contexto, as particularidades do problema, as posições sociopolíticas dos envolvidos, a disponibilidade de tempo e de recursos e as limitações. Com base nas correntes da psicologia da educação, como gestáltica, mediacionais, cognitivistas, o autor afirma que a construção de conhecimentos ocorre no ato das pesquisas no campo, nas quais a apropriação do objeto de estudo ocorre mediante ao contato com os outros objetos correlacionados (Chizzotti, 2006).

O autor afirma que, de forma geral, os modelos de pesquisas ativas em educação concorrem para produzir conhecimentos sobre um determinado problema, partindo das implicações da realidade material na qual ele ocorre, com o objetivo de elencar os meios possíveis para superá-lo. Nesse cenário, foi concebida a pesquisa participante, idealizada por coletivos de pesquisadores da/na América Latina, contrários aos métodos objetivistas, que buscavam “[...] uma nova relação entre o pesquisador e o pesquisado, uma negociação em torno do objeto da pesquisa” (Chizzotti, 2006, p. 48).

A premissa dessa metodologia é o desenvolvimento de práticas investigativas orientadas por um processo participativo, em estreita relação com a educação popular, “[...] segundo a qual as pessoas comuns são capazes de compreender e transformar sua realidade”, aspirando à “[...] democratização da produção do conhecimento e da sociedade, e o desenvolvimento da justiça social (Chizzotti, 2006, p. 48).

Nessa abordagem de estudo, o pesquisador não se posiciona de forma hierárquica junto à comunidade pesquisada, mas coloca-se temporariamente como um membro dela. Seu papel é mediar o diálogo e as ações da pesquisa entre os participantes, visando “[...] conectar o conhecimento local com o conhecimento científico e gerar um novo conhecimento que contribua diretamente para melhorar uma situação dada” (Chizzotti, 2006, p. 50). Em síntese, a construção de conhecimentos ocorre de forma coletiva, por meio da própria pesquisa com caráter participativo. Dessa forma, os conhecimentos são democratizados e podem contribuir com a emancipação dos sujeitos e com a transformação das condições indesejadas (Chizzotti, 2006).

Na concepção de Demo (1982), mesmo que a pesquisa empírica possibilite a promoção de entendimentos apenas de pequenas porções da realidade, ela conserva

uma relevância indispensável, pois “[...] significa uma oportunidade para se testar até que ponto o que se pensa bate com a realidade. Certamente, no contato com a realidade descobrem-se coisas que a teoria sequer havia suspeitado” (p. 23).

O autor exemplifica com a situação dos estudos de grupos étnicos, ressaltando que “[...] uma coisa é estudar os indígenas nos livros; outra é ir vê-los de perto e, se possível, até conviver com eles” (Demo, 1982, p. 24). Desde o início, o pesquisador participante precisa reconhecer que ocupa um lugar de dominação, de opressão para se colocar na busca pela horizontalidade. Sabe-se que “[...] não há participação dada, nem outorgada, nem pré-existente. Existe somente na medida de sua conquista. Assim, o pesquisador não traz participação; no máximo a motiva, assessora, apoia; nunca pode substituir o oprimido” (Demo, 1982, p. 105).

A pesquisa participante utiliza de métodos empíricos que priorizam um comportamento formal, com observações distanciadas e relações interpessoais secas, para práticas humanizadas, com contato mais próximo entre sujeito e objeto. Nela, o pesquisador recorre às suas identificações com a comunidade pesquisada, que por sua vez é incentivada a participar ativamente do processo de pesquisa, incorrendo na produção de novos conhecimentos, que contribuem para modificar a realidade posta (Demo, 1982). O autor reforça que esse método permite que a análise vá além das tabulações numéricas, uma vez que “[...] a realidade social é incrivelmente mais rica e exuberante do que as mensurações que possamos inventar” (Demo, 1982, p. 23).

Brandão (2008, p. 8) elucida que “[...] só se conhece em profundidade alguma coisa da vida, da cultura ou da sociedade quando através de um envolvimento – em alguns casos um comprometimento – pessoal entre o pesquisador e aquilo, ou aquele, que ele investiga”. O autor argumenta sobre o problema dos métodos de pesquisas convencionais que, na tentativa de alcançarem a neutralidade, acabam promovendo uma ocultação ou silenciamento das vozes das comunidades pesquisadas, sendo que suas identidades culturais são subestimadas pelo olhar etnológico de superioridade.

A partir das metodologias participativas, entende-se a importância de “[...] não mais reconstruir a explicação da sociedade e da cultura do outro através de fragmentos de relatos [...], mas, ir conviver com o outro no seu mundo; aprender a sua língua; viver sua vida; pensar através de sua lógica; sentir com ele” (Brandão, 2008, p. 11). Dentro desse quadro, “[...] o primeiro fio de lógica do pesquisador deve ser não

o seu, o de sua Ciência, mas o da própria cultura que investiga, tal como a expressam os próprios sujeitos que a vivem” (Brandão, 2008, p. 12).

Partindo dessa racionalidade participativa, surgem técnicas que compõem o método, como o estudo de documentos, a observação, a aplicação de questionários, a realização de entrevistas livres, a história de vida. O desenho da pesquisa nesse contexto deverá adequar-se ao universo pesquisado, levando em consideração as necessidades da comunidade participante. Esse método tem potencial para estimular a autonomia, a habilidade de dialogar e argumentar, a criatividade, a auto-organização, a valorização dos saberes populares, como também facilitar o acesso ao conhecimento científico (Brandão, 2008). Severino (2013, p. 104) corrobora que, na pesquisa participante, para apreender o objeto, o pesquisador “[...] compartilha a vivência dos sujeitos pesquisados, participando, de forma sistemática e permanente, ao longo do tempo da pesquisa, das suas atividades”, faz anotações e registra as atividades realizadas de forma descritiva, que serão entendidas à luz dos referenciais teóricos.

Angrosino (2009) acrescenta que as técnicas utilizadas pelo método etnográfico e observação participante podem ser as mesmas, como a observação sistemática, entrevistas e análise de materiais de arquivo. O que diferencia a observação participante é o comportamento do pesquisador no ambiente. Além de ser respeitado como pesquisador, ele deve ser aceito como um colaborador e parceiro do grupo pesquisado. “Na observação participante os membros da comunidade estudada concordam com a presença do pesquisador entre eles como um vizinho e um amigo que também é, casualmente, um pesquisador” (Angrosino, 2009, p. 33).

Para Rosenthal (2018, p. 89), a pesquisa de campo consiste em adentrar aos “mundos ou meios de vida” de indivíduos em seus contextos naturais. Na observação participante, quanto mais tempo o pesquisador passar imerso no ambiente de estudo, mais familiaridade ele terá com as singularidades, com a forma de viver, de interagir e de socializar desse grupo social. Ezpeleta e Rockwell (1989) enfatizam a importância da linguagem, da criticidade e do potencial de transformação que são inerentes à pesquisa participante.

A linguagem tem a capacidade aproximar os sujeitos por meio da expressão mútua dos saberes, das opiniões, propiciando a construção e reconstrução de conceitos. A criticidade, corrente observada na América Latina, é parte de um processo de reflexão constante em torno da Ciência e dos sistemas sociais

governados pelo ideário das classes dominantes, constituindo-se como uma forma de alcançar o exercício da cidadania e a participação social de forma consciente, por meio da politização não necessariamente partidária.

Com relação à possibilidade de transformação da realidade, as autoras defendem que este termo nem sempre significará uma transformação social ampla. Pode “[...] ser usado tanto para falar da mudança de hábitos alimentares de um grupo, como para designar um fenômeno cognitivo referente a sujeitos individuais” (Ezpeleta; Rockwell, 1989, p. 78).

### **5.1.2 Análise reconstrutiva do discurso**

Com relação ao método de análise dos resultados optou-se pela análise reconstrutiva do discurso, ancorada nos escritos de Rosenthal (2018). Trata-se de um trabalho interpretativo e descritivo que, partindo de técnicas como análises sequenciais e microanálises de fragmentos de discursos individuais, segue-se à formulação dos campos temáticos dominantes e, posteriormente, à elaboração das conclusões e inferências.

Nessa perspectiva, Rosenthal (2018), ao tratar sobre as pesquisas sociais interpretativas, que por sua vez também são afiliadas na abordagem qualitativa, afirma que estas, mesmo portando diferentes técnicas, geralmente “[...] baseiam-se no pressuposto de que as ações das pessoas resultam de suas interpretações da realidade social, e que constantemente recriam essa realidade interativamente por meio de certas regras sociais” (Rosenthal, 2018, p. 35). A pesquisa social qualitativa interpretativa segue os princípios de abertura, reconstrução e sequencialidade.

Assim, divergindo dos métodos quantitativos, tanto na construção dos dados quanto na análise dos resultados, a pesquisa qualitativa comumente utiliza os chamados métodos abertos, isto é, livres de padronização, em que “[...] os entrevistados ou as pessoas observadas podem organizar a situação e os processos comunicativos da maneira que melhor lhes convém” (Rosenthal, 2018, p. 19).

Tal aspecto contribui para a integração do pesquisador junto aos participantes, buscando uma compreensão aprofundada do objeto de pesquisa. A abertura deve ser observada tanto na construção dos dados quanto em sua análise, sendo que até mesmo a escolha das temáticas do objeto de pesquisa deve levar em conta as sugestões dos participantes da pesquisa. As entrevistas são orientadas por

roteiros abertos, baseados em escolhas que buscam atender as especificidades e relevâncias do grupo pesquisado.

Na investigação de fatos ou fenômenos desconhecidos, os pesquisadores devem ficar atentos às minúcias para apreensão dos sentidos e significados latentes, que se apresentam subjetivamente, nem sempre explicitamente, nos materiais reunidos na pesquisa empírica. Por meio de análise sequencial “[...] juntamente com uma microanálise de algumas passagens dos textos transcritos, possibilita reconstruir o significado latente e as características de certos padrões de argumentação” (Rosenthal, 2018, p. 200). Com base nos “[...] princípios da análise de texto sequencial e reconstrutivo, se o texto é uma transcrição da entrevista, uma gravação de vídeo ou um memorando de observação” (Rosenthal, 2018, p. 12) são realizadas descrições detalhadas das estruturas de ação, visando a reconstrução da complexidade, a partir do caso particular, buscando conclusões amplas e válidas.

Como já mencionado anteriormente, na metodologia participante, o pesquisador “[...] participa de várias práticas cotidianas e pode interpretá-las do ponto de vista de sua própria experiência” (Rosenthal, 2018, p. 94). Após observar os fenômenos da socialidade vivida e fazer suas gravações e anotações de campo, o pesquisador deve fazer uma análise sequencial, isto é, interpretar os dados ou as anotações da pesquisa na ordem em que foram construídas, expressando suas percepções em palavras.

Cabe lembrar que esses registros do pesquisador não constitui um “relato preciso das realidades sociais” (Rosenthal, 2018, p. 97), mas um recorte intuitivamente seletivo de suas percepções. Por esse motivo, além das observações, faz-se necessário complementar a construção de dados com outras formas de captar a realidade, como entrevistas gravadas eletronicamente, sendo posteriormente transcritas compondo um material textual.

Para analisar as entrevistas, toma-se pequenas partes desse material textual, nos quais podem ser realizadas as microanálises dos dados, ou seja, a interpretação da “[...] unidade de significado na sequência de observação para a unidade de sentido” (Rosenthal, 2018, p. 101), seguindo-se com a elaboração de uma descrição detalhada dos fenômenos. A autora explica que esse método de análise inclui considerar “[...] a estrutura sequencial das interações sociais e reconstruir fenômenos na ordem em que ocorreram, aplicando esse princípio a todo o material do texto relativo a um caso, ou

a uma parte do material no sentido de uma segunda amostra teórica” até obter-se uma unidade de sentido (Rosenthal, 2018, p. 106).

A autora destaca que, “[...] não apenas diferentes questões de pesquisa, mas também diferentes tipos de dados requerem diferentes abordagens analíticas” (Rosenthal, 2018, p. 209). Um exemplo é o caso dos textos, nos quais “[...] podemos seguir o princípio da sequencialidade e reconstruir a sequência apresentada pelo texto e os elementos pictóricos embutidos nele” (Rosenthal, 2018, p. 209). Assim, a partir de uma revisão crítica dos métodos análise de conteúdo e análise do discurso, a autora propõe como um método concreto a análise reconstrutiva do discurso, no qual não é feita a separação “[...] das fases de coleta de dados e análise de dados, e aplica-se os princípios da reconstrução sequencial de fragmentos do discurso” (Rosenthal, 2018, p. 209). Na construção dos dados, “[...] a fim de examinar os processos de transformação do discurso” (Rosenthal, 2018, p. 211), é imprescindível a delimitação dos temas discursivos a um ponto específico. E, ao realizar as análises sequenciais detalhadas desse *corpus* de dados, como entrevistas transcritas por exemplo, é importante se ter em mente que esses materiais são fragmentos de discursos individuais, não configurando o pensamento completo do participante sobre o tema abordado (Rosenthal, 2018).

Nessa linha de raciocínio, toma-se o fragmento do discurso individual e realiza-se sua análise reconstrutiva, visando à formulação de campos temáticos dominantes, que a autora denomina de análise temática de campo, tendo em mente que determinados pontos do texto ou trechos das entrevistas podem ser subordinados à microanálise e outros não, dependendo das unidades de significado e sentido que mais se destacam em relação aos temas em estudo.

Outro ponto fundamental dessa análise é colocar atenção no entorno que orbita o fragmento do discurso selecionado, levando em conta seu contexto histórico e social, com o objetivo de “[...] descobrir quais limitações e quais possibilidades afetam a produção” desses discursos. Nesse sentido, é comum surgirem questões, como: “Em que contexto foi criado o fragmento do discurso, em que época, e em que ambiente temático, espacial e social? Que eventos precederam a produção desse fragmento de discurso? Quais eram as condições que regem sua produção?” (Rosenthal, 2018, p. 212).

Essa etapa tem a intenção de conduzir à compreensão dos significados das elocuições e mensagens emitidas pelos participantes em seus discursos acerca dos

temas abordados no contexto do ambiente pesquisado. Nas palavras da autora, o objetivo dessa etapa analítica é “[...] reconstruir padrões existentes de argumentação e interpretação, e estruturas narrativas e sua significância para o discurso(s) preocupado em sua lógica interior, em sua incorporação temática, e com suas referências” (Rosenthal, 2018, p. 213).

Na etapa final, “[...] o fragmento do discurso é reinserido no contexto em que foi criado ou apareceu (lugar, autores ou apresentadores imediatos, contexto sócio-histórico) e nos processos sociais (com suas constelações de poder político, econômico e cultural” (Rosenthal, 2018, p. 214). Nesse momento, busca-se associações com fragmentos discursivos de outros participantes da amostragem selecionada e com o quadro teórico predefinido. A análise reconstrutiva do discurso se completa à medida que leva a conclusões, ponderações e inferências sobre os temas abordados (Rosenthal, 2018).

Conforme Minayo, Deslandes e Gomes (2009, p. 27), o momento da análise dos dados, os quais foram construídos junto aos participantes da pesquisa, trata-se de um conjunto de “[...] procedimentos para valorizar, compreender, interpretar os dados empíricos, articulá-los com a teoria que fundamentou o projeto ou com outras leituras teóricas e interpretativas cuja necessidade foi dada pelo trabalho de campo”. De forma sintética, os autores dividem a análise dos dados em três etapas, que são: “[...] ordenação dos dados; classificação dos dados; análise propriamente dita” (Minayo; Deslandes; Gomes, 2009, p. 27).

Lüdke e André (1986) colocam que a análise dos dados obtidos na fase de campo da pesquisa qualitativa em geral se direciona para procedimentos indutivos e que a elaboração *a priori* de hipóteses ou questões específicas a serem comprovadas com evidências definitivas não se configura como requisito obrigatório. No campo, os pesquisadores atuam embasados por teorias estruturantes e questões amplas que se afunilam no desenvolvimento do estudo e, nesse momento, “[...] as abstrações se formam ou se consolidam basicamente a partir da inspeção dos dados em um processo de baixo para cima” (Lüdke; André, 1986, p. 13).

Com base nas autoras citadas, na prática, a análise dos dados desse estudo implicou em examinar cuidadosamente todo o conteúdo obtido na construção dos dados, como os documentos oficiais, as anotações das observações referentes às atividades investigativas desenvolvidas e as transcrições das entrevistas, as respostas dos questionários e as atividades desenvolvidas.

Inicialmente, dividiu-se o material coletado em partes e, a partir de verificação criteriosa, foram identificadas tendências relevantes para a criação de campos temáticos. Posteriormente, os campos temáticos e os achados da pesquisa foram confrontados com os conceitos e teorias abordadas no quadro teórico do texto para criar as inferências ou abstrações mais elaboradas (Lüdke; André, 1986; Minayo; Deslandes; Gomes, 2009; Rosenthal, 2018).

## 5.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A parte empírica dessa pesquisa, que foi realizada na Escola Estadual Professor Domingos Aparecido dos Santos, teve início no mês de maio de 2021. Inicialmente, foi apresentado o projeto e solicitada a autorização para a concretização da pesquisa para o então Diretor da unidade, que acolheu o pedido e agendou uma reunião com o Conselho Deliberativo da Comunidade Escolar (CDCE). A reunião com o CDCE da Escola Domingos contou com a participação de representantes de todos os segmentos escolares e aconteceu no início do mês de junho de 2021, de forma remota, pois nesse período os trabalhos presenciais ainda estavam suspensos devido à pandemia de COVID-19. O projeto foi explicado por meio de uma apresentação de slides, ressaltando os objetivos e os métodos a serem desenvolvidos junto a estudantes e docentes da escola.

O conselho aprovou e emitiu Parecer favorável no mesmo mês. O diretor da unidade assinou a carta de anuência, formalizando o aceite da realização da pesquisa na escola. Após aprofundamento de estudos e reestruturação teórica do projeto com a orientadora, no início de dezembro de 2021, o instrumento de pesquisa foi submetido na Plataforma Brasil para avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). Após a realização das adequações às orientações do Parecer Consubstanciado do CEP, em abril de 2022, o projeto foi aprovado para a aplicação na escola por meio do Parecer n. 5.378.195.

Em julho de 2022, o projeto foi apresentado para a coordenação pedagógica da escola, com ênfase nos procedimentos metodológicos e solicitado apoio para dar início às atividades práticas da pesquisa. Foram solicitados e recebidos documentos normativos oficiais e organizacionais do trabalho pedagógico, os quais auxiliaram na imersão na rotina da escola.

Entre os documentos recebidos, estão o Projeto Político Pedagógico (PPP), contendo o regimento escolar, a matriz curricular e os projetos pedagógicos da escola;

o Plano Estadual de Recomposição da Aprendizagem; o Sistema Estruturado de Ensino de Mato Grosso; planejamentos anuais e roteiros mensais de atividades da área de Ciências da Natureza; o calendário escolar anual e horário semanal de aulas. Também foram encaminhados pela coordenação pedagógica os nomes e contatos dos professores da área de Ciências da Natureza, possíveis participantes da pesquisa.

Em agosto de 2022 foi requisitada a uma das professoras da área de Ciências da Natureza da escola a permissão para a realização da pesquisa de campo em suas aulas. Essa professora foi escolhida para parceira desse estudo por ser efetiva da Rede Estadual de Educação de Mato Grosso, lotada na Escola Domingos há mais de dez anos, fato que evita a descontinuidade dos trabalhos desenvolvidos e, sobretudo, por ser uma profissional dedicada, atuante e parceira nos projetos pedagógicos desenvolvidos na escola área Ciências da Natureza da escola. A solicitação, prontamente aceita, resultou em uma reunião para apresentação da metodologia do projeto de pesquisa, que inclui a observação participativa e a aplicação de uma sequência de ensino investigativo em uma das suas turmas. A docente indicou uma turma de primeiro ano do período matutino, em que ministrava a disciplina intitulada eletiva de Ciências da Natureza e suas tecnologias. Essa disciplina é ofertada pela Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso (SEDUC-MT), como parte dos Itinerários formativos do Novo Ensino Médio, constante do Documento de Referência Curricular para Mato Grosso – etapa Ensino Médio (DRC/MT/EM).

O critério de escolha da turma pela professora regente foi pautado em características que predominam entre os estudantes, como a postura criativa, participativa e produtiva na realização das atividades propostas, além da atenção aos acordos de convivência nas aulas. A professora compartilhou com a pesquisadora o objeto do conhecimento que estava sendo trabalhado naquele bimestre, o bioma Cerrado, as atividades que estavam sendo desenvolvidas com os estudantes sobre esse tema e o orientativo da disciplina eletiva de Ciências da Natureza e suas tecnologias.

Tendo como premissa os objetivos de construir e contribuir com o desenvolvimento de uma sequência investigativa, visando identificar as possibilidades e os desafios inerentes a esse processo, seguiu-se para a fase de estudos de textos e atividades sobre o tema em questão. Assim, a sequência de ensino investigativo foi construída na perspectiva da educação ambiental crítica, a partir do tema bioma

Cerrado, de modo a dar continuidade ao planejamento curricular da turma, balizada pelos pressupostos teóricos do ensino por investigação de Carvalho (2018; 2020) e da educação ambiental de Guimarães (2004; 2020), entre outros e em consonância com os fundamentos pedagógicos, competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Outro documento que permeou a organização dessa sequência investigativa foi a proposta didática intitulada ALÔ VERAH, orientativo da eletiva da área de Ciências da Natureza e suas tecnologias.

Ainda em agosto de 2022, em uma segunda reunião com a professora regente, foram apresentadas e discutidas as etapas da sequência de ensino investigativo. Contemplando as sugestões da docente, a sequência foi reestruturada, incorporando a atividades relacionadas à construção de um mine-herbário com os estudantes. Seguiu-se para a fase organizacional, incluindo agendamento de espaços, horários, transporte, captação e organização dos materiais didáticos. Em função do fato de os trabalhos dos estudantes serem expostos na Mostra as Eletivas, a maioria dos materiais didáticos foi fornecida pela escola. Saliencia-se que a referida sequência de ensino investigativo esteve em constante construção, acolhendo também as sugestões dos estudantes, bem como sofrendo modificações conforme as possibilidades didáticas, de recursos espaciais e materiais.

Em setembro de 2022 teve início o trabalho conjunto entre pesquisadora e professora regente, na turma definida para a pesquisa, nos horários da disciplina eletiva de Ciências da Natureza e suas tecnologias, que conta com duas aulas semanais, ministradas na terça e na quinta-feira, ambas antes do intervalo. Na primeira semana de pesquisa com a turma, foram apresentadas para os estudantes, a pesquisadora e a pesquisa, destacando os objetivos e a metodologia.

Todos os estudantes foram convidados a participar da pesquisa, momento em que os riscos, os benefícios e os termos de consentimento e assentimento foram explicados para a turma. Ficou explicado também que todos os estudantes da turma participariam das atividades, mas somente aqueles que aceitassem fazer parte da pesquisa teriam seus resultados analisados, resguardando suas identidades.

Com intuito de conhecer e estabelecer interação dialógica com os estudantes, nas duas semanas subseqüentes, a pesquisadora realizou a observação participativa nas aulas ministradas pela professora regente. Nessas aulas, a pesquisadora atuou como professora auxiliar, colaborando com a professora regente e com os alunos em todas as tarefas da turma. No decorrer desse tempo de observação participativa, de

maneira informal, foi perguntado aos estudantes quais os tipos de atividades que eles mais gostam de fazer, cujas respostas influenciaram as modificações na sequência de ensino investigativo, como a apresentação de trabalhos, aula de campo e confecção de maquetes.

Os estudantes fizeram a leitura e levaram para casa os termos de consentimento e assentimento para assinar juntamente com seus responsáveis. Trouxeram os termos assinados nas semanas seguintes. Os onze estudantes que trouxeram os termos assinados foram convidados a participar das entrevistas iniciais, que aconteceram nas primeiras semanas do mês de outubro. As entrevistas foram gravadas em áudio, transcritas para texto grafado e analisadas com base nos pressupostos teóricos.

As atividades da sequência de ensino investigativo desenvolvidas com os estudantes tiveram início na última semana do mês de setembro de 2022 e foram concluídas no início do mês de dezembro de 2022. A sequência foi composta por vinte aulas, assim distribuídas: duas aulas no mês de setembro, oito aulas no mês de outubro, oito aulas no mês de novembro e duas aulas no mês de dezembro desse mesmo ano.

Ressalta-se que a sequência investigativa durou mais tempo que o previsto, pois devido a situações externas ao planejado, algumas aulas da escola foram suspensas e replanejadas para reposição, como: evento da SEDUC-MT, folga eleitoral da professora regente, formação para os professores no DRE, falta de energia e motivo de luto. O detalhamento das atividades realizadas em cada aula está descrito na sequência de ensino investigativo (item 4.2.2). Ao final da sequência investigativa, os estudantes participaram das entrevistas finais, gravadas em áudio, posteriormente transcritas e analisadas.

A participação dos docentes da área de Ciências da Natureza da escola Domingos foi solicitada de forma direta, a convite da pesquisadora, contando também com o apoio e convite da coordenação pedagógica. O grupo é constituído por professores de Biologia, Física e Química que atuam tanto no Ensino Médio e quanto no Ensino Fundamental, com regime de trabalho efetivo ou contrato temporário. O convite para participação da pesquisa e o encaminhamento do instrumento de pesquisa por e-mail ocorreu paralelamente à aplicação da sequência de ensino investigativo com os estudantes.

Todos os docentes dessa área que atuaram na escola Domingos no ano de 2022 foram convidados a participar da pesquisa, mas apenas oito aceitaram o convite. Esses assinaram o termo de consentimento e responderam aos questionários, que foram enviados e recebidos por e-mail entre os meses de outubro e dezembro desse mesmo ano. Os eixos centrais do referido instrumento de pesquisa contendo perguntas objetivas e dissertativas, foram: a abordagem teórico-metodológica ensino por investigação e o tema contemporâneo educação ambiental.

Ressalta-se que todas as fases da pesquisa, incluindo os processos metodológicos da pesquisa de campo, foram dialogadas com a orientadora da pesquisa, acatando suas sugestões e aconselhamentos. Sinteticamente, os procedimentos metodológicos contemplaram os seguintes passos:

- solicitação da autorização do Diretor da Unidade de Ensino;
- apreciação e aprovação do CDCE;
- submissão do projeto na Plataforma Brasil;
- apresentação do projeto para a coordenação pedagógica;
- convite e encaminhamento do questionário aos docentes;
- apresentação do projeto para a professora regente;
- construção da sequência de ensino investigativo;
- reestruturação da sequência de ensino investigativo;
- observação participativa na turma pesquisada;
- realização das entrevistas iniciais com estudantes;
- desenvolvimento da sequência de ensino investigativo;
- realização das entrevistas finais com os estudantes.

### **5.2.1 Instrumentos da construção de dados**

Para a construção dos dados empíricos da pesquisa, inicialmente realizou-se a análise de documentos oficiais da escola e a observação participante na turma em que ocorreu a pesquisa. A seguir, foi desenvolvida uma sequência de ensino investigativo com o tema Cerrado com a participação dos estudantes e professora regente dessa turma. Para a coleta de informações diretamente com os participantes da pesquisa, foram utilizadas as técnicas de entrevistas semiestruturadas iniciais e finais, ou seja, prévias e posteriores à intervenção didática da SEI e questionários, conforme relacionados abaixo:

- análise dos documentos oficiais da escola;
- questionário aplicado com docentes da área de Ciências da Natureza;
- observação participante e registros da pesquisadora;
- desenvolvimento da sequência investigativa com o tema Cerrado;
- entrevistas semiestruturadas inicial e final com os estudantes.

A utilização dos principais instrumentos da pesquisa, como os questionários, as entrevistas, a sequência de ensino investigativo e as atividades dissertativas pré-intervenção e pós-intervenção da sequência de ensino investigativo foram distribuídos conforme descrito na Figura 6.

Figura 6 - Conjunto de participantes da pesquisa e instrumentos utilizados

Participantes da pesquisa	Descrição	Instrumentos utilizados
Estudantes	Onze estudantes do primeiro ano do Ensino Médio.	- Observação participante - Entrevistas iniciais - Sequência de ensino investigativo - Entrevistas finais
Professores	Oito professores da área Ciências da Natureza.	- Questionário com perguntas objetivas e dissertativas

Fonte: a pesquisa.

### 5.2.2 Sequência de ensino investigativo sobre o Cerrado

As atividades inicialmente propostas para a sequência investigativa dessa pesquisa passaram por modificadas ao longo do processo participativo, contando com as sugestões dos estudantes e da professora regente da turma.

A sequência de ensino investigativo foi estruturada conforme o roteiro mensal de atividades da Escola Domingos, documento obrigatório que todos os professores apresentam periodicamente para a coordenação, tendo em vista o acompanhamento pedagógico dos componentes curriculares desenvolvidos. O documento é formatado em um modelo padrão, organizado em segmentos, por meio de uma tabela. Na primeira parte, possui um cabeçalho, contendo o logotipo da escola e os itens que apresentam a turma, o docente responsável, a área, o período, conforme Figura 7.

Figura 7 - Cabeçalho da sequência de ensino investigativo

	Escola Estadual Professor Domingos Aparecido dos Santos	
	Disciplina: Eletiva de Ciências da Natureza	
	Professora	Lucimara Afonso Castilho
	Bimestres	3º bimestre e 4º bimestre de 2022
	Turma/turno	1º ano D/matutino
SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO (SEI)		

Fonte: a pesquisa.

A Figura 8 apresenta os seguintes componentes do roteiro: competência geral e específica da área Ciências da Natureza da Base Nacional Comum Curricular, habilidades do Ensino Fundamental revisitadas e habilidades do Ensino Médio trabalhadas, tema/componente curricular (objeto do conhecimento), os objetivos e os recursos utilizados.

Figura 8 - Componentes do roteiro: parte 1

Competências da BNCC	<b>Competência Geral da BNCC (2):</b> exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das Ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
	<b>Competência Específica da área Ciências da Natureza (2):</b> compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva
Habilidades do Ensino Fundamental revisitadas	(EF07C107) – Caracterizar os principais ecossistemas brasileiros quanto à paisagem, à quantidade de água, ao tipo de solo, à disponibilidade de luz solar, à temperatura etc., correlacionando essas características à flora e fauna específicas.
	(EF07CI08) – Avaliar como os impactos provocados por catástrofes naturais ou mudanças nos componentes físicos, biológicos ou sociais de um ecossistema afetam suas populações, podendo ameaçar ou provocar a extinção de espécies, alteração de hábitos, migração etc.
Habilidades do Ensino Médio trabalhadas	(EM13CNT203) – Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
	(EM13CNT206) – Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.
Objeto do conhecimento:	Características e biodiversidade do bioma Cerrado

Objetivo geral	Conhecer as principais características biológicas do Cerrado, bem como as alterações antrópicas que causam impactos na biodiversidade e subsistência do bioma.
Objetivos específicos	Reconhecer a flora e fauna específicas do Cerrado e compreender que sua ocorrência é influenciada pelos fatores abióticos e bióticos que constituem esse bioma.
	Conhecer vários termos e conceitos relacionados ao bioma Cerrado.
	Perceber a importância das interações ecológicas, tanto para a saúde do bioma Cerrado como para as populações de seres vivos, incluindo os seres humanos, que habitam as regiões.
Recursos utilizados	Banner, datashow, caixa de som, celulares, <i>Chromebooks</i> , gravador, internet, aplicativo PlantNet, cartolinas, papel pardo, papelão, canetões, cola branca, cola quente, tinta acrílica, pincéis, fita adesiva, mudas de árvores nativas, hidrogel, enxadão, pá, transporte escolar e lanche.

Fonte: a pesquisa.

As estratégias foram embasadas no âmbito das sequências de ensino investigativo (SEI), que são desenvolvidas por meio de uma sequência de atividades-chave, organizadas em três etapas principais: as atividades de exploração do problema, as atividades de sistematização do conhecimento e as atividades de aplicação do conhecimento (Carvalho, 2020).

A Figura 9 apresenta a organização das etapas e os passos em que as atividades foram desenvolvidas.

Figura 9 - Componentes do roteiro: parte 2

Três etapas da sequência de ensino investigativo	I - Atividades de exploração do problema (02 aulas)
	II - Atividades de sistematização do conhecimento (09 aulas)
	III - Atividades de contextualização e aplicação do conhecimento (09 aulas)
Passos do desenvolvimento das atividades	Levantamento dos saberes prévios dos estudantes acerca do tema a partir de questões problematizadoras.
	Construção e sistematização dos novos conhecimentos.
	Contextualização e discussão dos novos conhecimentos.
	Proposição de soluções para os problemas elencados.
	Aplicação dos novos conhecimentos.

Fonte: a pesquisa.

O desenvolvimento da sequência de ensino investigativo, contendo a descrição das vinte aulas realizadas com os estudantes, também encontra-se detalhado no roteiro, conforme a Figura 10.

Figura 10 - Desenvolvimento da sequência de ensino investigativo

I – Atividades de exploração do problema	
Aula 1 – Motivação inicial para introduzir a sequência de ensino e realizar o levantamento dos saberes prévios dos estudantes.	Roda de conversa para levantamento dos saberes prévios dos estudantes acerca do tema a ser estudado: Cerrado e biodiversidade;
	Questões problematizadoras iniciais - Em nosso estado, Mato Grosso, existem três biomas. Lembra quais são? - Quais as características principais do bioma Cerrado?

Apresentação de questões problematizadoras para conduzir à reflexão;	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Por que ou para que o Cerrado foi e ainda é desmatado?</li> <li>- É importante preservar nossos biomas nativos?</li> <li>- É importante conhecer as espécies de árvores nativas que compõem o Cerrado? Por quê?</li> <li>- Podemos contribuir?</li> </ul>
Aula 2 – Socialização dos saberes prévios e estímulo à reflexão:	<p>Exposição de charges e posts para estimular o diálogo sobre a importância do Cerrado e sua contraditória destruição.</p> <p>Apresentação do vídeo intitulado Biomas brasileiros: Cerrado. Acessado por meio da plataforma digital Youtube, no canal Guia do estudante. O vídeo, contendo 5:53 minutos apresenta as principais características gerais do Cerrado de forma resumida. Disponível em: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=IIO6agFJMOw&amp;t=3s">https://www.youtube.com/watch?v=IIO6agFJMOw&amp;t=3s</a>.</p> <p>Discussão e elaboração do problema de pesquisa da sequência investigativa realizada com os estudantes: conforme o entendimento da maioria o problema foi (re)formulado na questão: Como podemos contribuir com a preservação do bioma Cerrado?</p>
<b>II - Atividades de sistematização do conhecimento</b>	
Aulas 3 e 4 – Investigação por parte dos estudantes e aprofundamento nos subtemas.	<p>Organização da turma em seis grupos de estudo para pesquisa e aprofundamento dos subtemas.</p> <p>Realização de uma aula no laboratório de informática/biblioteca integradora da escola para que cada grupo pesquisasse textos científicos, e-books, vídeos e imagens sobre o Cerrado e árvores nativas do bioma.</p> <p>Orientação das pesquisas na internet e sugestão de sites que forneçam informações confiáveis</p>
<p>Observações:</p> <p>a) Os estudantes organizaram-se em seis grupos com quatro ou cinco integrantes. A turma toda conta com vinte e oito estudantes, sendo a maioria com frequência regular.</p>	<p>Os subtemas de estudo sorteados pelos grupos foram:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Características gerais do Cerrado (localização, solos, relevo e clima);</li> <li>-Tipos fitofisionômicos do Cerrado;</li> <li>-Flora do Cerrado</li> <li>-Fauna do Cerrado;</li> <li>-Conceitos de floresta invertida e berço das águas;</li> <li>-Importância do Cerrado e impactos ambientais;</li> </ul>
<p>b) Os estudantes utilizaram seus celulares smartphones para as pesquisas em sala de aula e <i>Chromebooks</i> e computadores da escola no laboratório de informática/biblioteca integradora para fazer suas pesquisas iniciais.</p> <p>c) Nessas aulas de pesquisas, os estudantes foram orientados a selecionar bem suas fontes de informação para que obtivessem resultados confiáveis.</p>	<p>Foram sugeridos sites, como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ministério do Meio Ambiente (<a href="http://www.mma.gov.br/">http://www.mma.gov.br/</a>)</li> <li>- Embrapa (<a href="https://www.embrapa.br/">https://www.embrapa.br/</a>)</li> <li>- Museu virtual do Cerrado (<a href="http://www.mvc.unb.br/">http://www.mvc.unb.br/</a>)</li> <li>- Ciência Hoje (<a href="https://cienciahoje.org.br/">https://cienciahoje.org.br/</a>)</li> <li>- Árvore, ser tecnológico (<a href="https://www.facebook.com/arvoresertecnologico">https://www.facebook.com/arvoresertecnologico</a>)</li> <li>- Google acadêmico (<a href="https://scholar.google.com.br/?hl=pt">https://scholar.google.com.br/?hl=pt</a>)</li> <li>- Artigos acadêmicos de revistas científicas</li> </ul>
Aula 5 – Sistematização dos conhecimentos:	Apresentação de vídeos e leitura compartilhada e discussão de pequenos textos, ambos selecionados pelos estudantes, relacionados às principais características do Cerrado.
Aula 6 – Sistematização dos conhecimentos:	A partir das informações científicas dos vídeos didáticos e dos conteúdos selecionados no laboratório de informática/biblioteca integradora, os estudantes, organizados em pequenos grupos, dedicaram-se à

	leitura, interpretação e escrita de resumos em seus cadernos.
Aula 7 – Sistematização dos conhecimentos:	Os estudantes realizaram a releitura dos textos selecionados e resumidos, extraíram as informações centrais e criaram pequenas frases ou tópicos sobre os conhecimentos construídos relacionados ao Cerrado, iniciando a organização dos slides.
Aula 8 – Elaboração dos slides para apresentação:	Com o foco nas informações centrais, nos pequenos grupos os estudantes selecionaram imagens dos conteúdos da internet e concluíram a organização dos slides.
Aula 9 e 10 – Comunicação dos conhecimentos construídos:	Cada grupo apresentou o resultado de suas pesquisas na internet, por meio de slides contendo pequenos textos e imagens, para toda a turma.
Aula 11 – Discussão sobre os conhecimentos construídos	Explicações da pesquisadora e discussão sobre os temas apresentados pelos estudantes com o uso dos slides que eles elaboraram.
III - Atividades de contextualização e aplicação do conhecimento	
Aula 12: Contextualização dos conhecimentos construídos	Ao final das apresentações, organizados em um grande círculo, os estudantes foram estimulados a refletir sobre os conhecimentos construídos sobre o Cerrado. Expuseram suas dúvidas e contribuições sobre a relação desses conhecimentos com seu cotidiano. Elencaram sugestões de como aplicar os conhecimentos.
Aula 13 – Aula de campo	Os estudantes realizaram uma aula de campo em uma área de Cerrado nativo situada na zona rural do município de Rondonópolis-MT. Participaram de uma pequena palestra sobre a importância da preservação de nascentes para o Cerrado. Presenciaram a identificação de áreas parcialmente desmatadas próximo a nascentes e realizaram o plantio de mudas de árvores nativas no seu entorno de uma nascente já cercada. Foi solicitado que os estudantes elaborassem relatório das aprendizagens nas aulas de campo.
Aula 14 e 15 – Produção do mini herbário	Na aula de campo, os estudantes coletaram partes vegetais de árvores nativas do Cerrado. Na escola, fizeram a preparação e desidratação das partes vegetais para a elaboração de exsicatas. Fizeram a catalogação dos espécimes vegetais e revestimento das exsicatas que compuseram um mini herbário que foi exposto na Mostra das Eletivas e, posteriormente no laboratório de Ciências da escola. Para identificar as espécies coletadas na aula de campo, os estudantes conversaram com os proprietários da área rural em que a aula de campo foi realizada e fizeram usos de aplicativos, como o PlantNet.
Aula 16 e 17 – Elaboração de materiais didáticos	Os estudantes foram estimulados a produzir materiais ou produtos didáticos, como: cartazes físicos ou posts para redes sociais, mapas mentais, histórias em quadrinhos, maquetes, enquetes, experimentos, ou outros, podendo conter imagens, desenhos próprios e pequenos textos, relacionados ao subtema do Cerrado que seu grupo pesquisou. Todos esses materiais foram apresentados na Mostra das Eletivas.
Aula 18 – Conclusão da confecção	Organização dos materiais didáticos e revisão dos estudos acerca dos subtemas sobre o Cerrado para apresentação na Mostra das Eletivas.

Aula 19 – Mostra das Eletivas	Exposição dos materiais didáticos produzidos na sequência de ensino investigativa realizada com o tema Cerrado na disciplina Eletiva de Ciências da Natureza.
Avaliação 20 - Avaliação	A avaliação da aprendizagem e validação da sequência de ensino investigativo foi realizada por meio da observação da participação dos estudantes em todas as etapas do trabalho investigativo. Com também, por meio da realização de atividades escritas com questões de múltipla escolha e discursivas sobre as características do bioma Cerrado, anteriormente e posteriormente à intervenção da sequência investigativa.

Fonte: a pesquisa.

### 5.2.3 Perfil dos participantes da pesquisa

O público participante da pesquisa foi constituído por onze estudantes do primeiro ano do Ensino Médio da Escola Estadual Professor Domingos Aparecido dos Santos e por oito professores da área de Ciências da Natureza que fizeram parte do quadro docente do ano de 2022 da mesma escola.

O critério de escolha dos estudantes foi a livre manifestação do desejo de participar de forma mais ativa na pesquisa. Contudo, as várias etapas das atividades investigativas foram desenvolvidas com a turma inteira, durante as aulas em que a pesquisa foi conduzida, com frequência variando entre 23 e 28 estudantes, por aula. Os onze participantes diretos optaram por participar da pesquisa e, portanto, preencheram, juntamente com seus responsáveis, os termos de assentimento e consentimento, além de concederem as entrevistas iniciais e finais. O conjunto de estudantes é composto por três integrantes do sexo feminino e oito do sexo masculino. A faixa etária varia entre 15 e 17 anos, sendo quatro com 15 anos, cinco com 16 anos e apenas dois com 17 anos de idade.

No intuito de compreender de qual perspectiva social os estudantes falam, foram organizadas perguntas relacionadas ao perfil familiar e econômico, contemplando as características familiares. Na questão sobre ter irmãos, todos os estudantes responderam afirmativamente, sendo que sete possuem apenas um irmão; dois possuem três irmãos; um possui dois irmãos e um possui cinco irmãos. Em relação à questão sobre com quem os estudantes residem, sete deles responderam que moram com a mãe, pai e irmãos; dois responderam que moram com a mãe, padrasto e irmãos; um respondeu que mora com a mãe, padrasto, irmãos e avô e um respondeu que mora somente com o avô.

Quanto à pergunta sobre o bairro em que residem, três estudantes informaram que residem no bairro Jardim Liberdade; dois estudantes informaram que residem no

Residencial Mathias Neves e dois estudantes disseram residir no bairro Monte Líbano. Os bairros Melchíades Figueiredo, João de Barro, Carlos Bezerra e Serra Dourada foram informados por um estudante cada. Ressalta-se que todos os bairros informados são periféricos, situados no entorno da escola, em que os mais distantes são o Mathias Neves e Melchíades Figueiredo. Com relação ao transporte para chegar até a escola, cinco estudantes informaram que vêm a pé, dois utilizam o transporte público municipal e quatro são trazidos de moto pelos responsáveis.

No quesito profissão dos pais e responsáveis, um estudante mencionou as seguintes ocupações das mães: professora, confeiteira, atendente de loja, funcionária doméstica, serviços diversos, proprietária de loja, proprietária de barraca de pastel e pensionista. A ocupação conhecida como trabalhadora do lar foi citada por três estudantes, em que a mãe não tem renda, sendo responsável por cuidar dos afazeres da casa. Sobre as ocupações dos pais ou padrastos, foram citadas por um estudante: mecânico, azulejista, atendente de loja, proprietário de barraca de pastel, manutenção de gás, motorista de aplicativo, carregador de carga em caminhões, caminhoneiro e desempregado. A ocupação pedreiro foi citada por dois estudantes.

Com relação à pergunta se os estudantes já trabalham, sete declararam que trabalham e têm emprego fixo ou esporadicamente e quatro declararam que, exceto em casa, nunca trabalharam comercialmente. As ocupações citadas pelos estudantes que trabalham foram: atendente de loja, atendente na feira, atendente em conveniência, ajudante em oficina de moto, ajudante de pintor, serviços diversos e empacotador. A renda familiar variou entre um e três salários-mínimos, em que um estudante informou que os ganhos mensais da família correspondem a um salário-mínimo, três estudantes informaram um salário-mínimo e meio, quatro estudantes informaram dois salários-mínimos e três estudantes informaram três salários-mínimos.

Na intenção de conhecer os gostos pessoais, visando estabelecer identificações e proximidades com os estudantes no decorrer da pesquisa, foram realizadas perguntas relacionadas ao perfil escolar e pessoal. Em resposta à pergunta sobre o que mais gosta de fazer no tempo livre, os estudantes responderam individualmente: jogar games eletrônicos e assistir animes; jogar e passear de bicicleta; jogar, ouvir música e namorar; conversar e namorar; desenhar; fazer esportes, como futsal; assistir doramas; dormir e conversar com os colegas; somente dormir. Dois estudantes responderam: dormir e ver filmes.

As respostas assistir e dormir aparecem quatro vezes e jogos eletrônicos aparecem três vezes nos lares desse grupo de estudantes. Com relação ao estado civil, todos os estudantes se declararam solteiros e sem filhos, ressaltando que na turma pesquisada e em outras turmas de primeiros anos da escola existem adolescentes nessa faixa etária, tanto do sexo feminino quanto masculino, que já possuem filhos, mantendo residência com o outro genitor ou não. A estudante que possui filhos nessa turma optou por não participar diretamente da pesquisa.

Ao serem perguntados se gostam de estudar, sete estudantes responderam que sim; um estudante respondeu que ama estudar; um estudante respondeu que gosta, mas sem pressão; um estudante respondeu que gosta um pouco e um estudante respondeu que não gosta de estudar. Como visto, a maioria dos estudantes declarou que gostam de estudar, fato que pode ser correlacionado com o desejo de participarem da pesquisa. Sobre já terem repetido de ano, nove estudantes responderam que não e dois estudantes responderam que sim. A maioria também nunca repetiu de ano, apontando que essa turma não tem muitos estudantes com distorção idade e série.

Ao serem indagados sobre a disciplina a escolar preferida, as respostas foram as seguintes: um estudante respondeu que gosta de Português, Sociologia e Química. A disciplina Matemática foi indicada por três estudantes. A disciplina Biologia foi indicada por dois estudantes. A disciplina eletiva de Ciências da Natureza foi indicada por três estudantes. Quando perguntados há quanto tempo estudam na Escola Domingos, nove estudantes responderam que esse é o primeiro ano e dois responderam que já estudam na escola há dois anos.

As respostas dos aprendizes evidenciam que a maioria cursou os anos finais do Ensino Fundamental em outra escola e este fato sinalizada que ainda estão familiarizando-se com a dinâmica e projetos da Escola Domingos. A partir do convívio com os estudantes, foi possível perceber que se tratava de um grupo bastante heterogêneo com relação ao perfil comportamental e educacional. Alguns estudantes mostraram-se mais extrovertidos, outros mais tímidos, alguns com maior facilidade em interpretar e redigir textos e outros menos, apresentando diferentes níveis de letramento nos temas abordados.

Após traçados os perfis dos participantes estudantes, passar-se-á a discorrer sobre os participantes professores. Inicialmente, registra-se que não houve critérios para seleção específica, todos da área de Ciências da Natureza que trabalharam na

escola no ano de 2022 foram convidados a participar. O grupo de docentes é constituído por sete pessoas do sexo feminino e uma pessoa do sexo masculino, com idades variando entre 26 e 52 anos.

Com relação ao estado civil, quatro docentes são casados, três solteiros e uma divorciada. Quatro docentes não possuem filhos e quatro possuem. Destes, a quantidade varia de um a três filhos. Sobre residir próximo à escola e, portanto, fazer parte da comunidade escolar, cinco docentes informaram que residem perto da escola e três residem em bairros distantes da escola. Quanto ao transporte, todos os docentes desse grupo disseram possuir veículos próprios, sendo que quatro têm carros e quatro possuem motos.

Com relação ao regime de trabalho na Rede Estadual de Educação de Mato Grosso, cinco docentes trabalham no regime de contrato temporário e três professores são efetivos ou concursados pela Secretaria Estadual de Educação. A respeito da experiência na docência, o tempo de carreira dos professores variou entre três e vinte e quatro anos. Nessa parte, dois docentes informaram que trabalham na Educação há dez anos; dois trabalham na Educação há oito anos; e os outros quatro docentes informaram que trabalham na Educação há três anos, catorze anos, dezessete anos e vinte e quatro anos, respectivamente. Quando perguntados sobre quanto tempo lecionam na Escola Domingos, foi indicado por três docentes o tempo de um ano na escola, quatro docentes indicaram entre dois e cinco anos e um docente efetivo indicou que já trabalha na escola há treze anos.

Ao serem indagados se possuem outro emprego ou fonte de renda, quatro docentes informaram que não possuem, trabalham somente nessa escola. Já cinco afirmaram que possuem outro trabalho, sendo que um docente trabalha de maneira informal, como maquiadora e quatro trabalham em outra escola, no contraturno, como professores.

Quanto às disciplinas da área de Ciências da Natureza que os docentes lecionam, 05 informaram que trabalham com a disciplina Biologia, dois trabalham com Química e um trabalha com Física. A respeito de ter feito outra graduação, além da que trabalha, seis docentes informaram que não fizeram outra graduação e dois disseram que sim, em Química e Física, respectivamente. Acerca de terem feito pós-graduação, apenas dois docentes informaram que não possuem ainda. Os outros cinco docentes possuem especialização nas áreas de Ensino de Biologia, Educação ambiental, Diversidade biológica e Psicopedagogia e um docente possui Mestrado em

Química de Produtos Naturais. Sobre já terem atuado em outras funções da Educação, seis docentes informaram que até o momento só atuaram em sala de aula como professores e outros dois docentes já atuaram na coordenação pedagógica e formação de professores.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Reitera-se que esta pesquisa foi realizada com a intencionalidade de apreender, por meio do diálogo horizontalizado com atores escolares, representantes dos segmentos dos estudantes e professores, as possibilidades e os desafios do trabalho com sequências investigativas como instrumento para construção conhecimentos sobre o tema Cerrado, dentro da perspectiva da educação ambiental crítica, na área Ciências da Natureza, no Ensino Médio.

A interação com os estudantes ocorreu por meio de observação participante na turma, entrevista inicial e final e a realização de atividades de uma sequência de ensino investigativo. A participação dos docentes na pesquisa ocorreu por meio do preenchimento de questionários, contendo questões relacionadas às práticas pedagógicas acerca do ensino de Ciências por investigação e educação ambiental.

Com o intuito de preservar a identidade dos participantes da pesquisa, conforme acordado com eles, nos resultados, as partes em que são transcritas as respostas às perguntas dos questionários, das entrevistas e rodas de conversa, os nomes desses participantes estão substituídos por codinomes. Os codinomes foram definidos de forma genérica, sem alusão às características dos participantes. Os docentes são representados pela letra inicial do termo *docente*, seguido dos números um ao oito, cuja ordem tem a ver com o recebimento do instrumento de pesquisa respondido.

Aplicados de forma abreviada, para os docentes tem-se os codinomes: D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7 e D8. As falas e respostas dos estudantes são citadas pela letra inicial do termo *estudante*, acompanhada dos números um ao onze, cuja ordem tem relação com a concessão das entrevistas iniciais. Abreviadamente, tem-se os codinomes dos estudantes: E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11. Já as falas da pesquisadora, transcritas de diálogos nas rodas de conversa são precedidas da letra inicial do termo *pesquisadora*: P.

Dessa maneira, nesse capítulo, são apresentados os resultados das entrevistas e dos questionários, assim como das intervenções promovidas pela

aplicação da sequência de ensino investigativo na pesquisa empírica. As reflexões, discussões e (re)construções do conhecimento, transcorridas no decorrer do processo e aparentes nos resultados, foram analisados à luz dos aportes teóricos e documentos normativos oficiais, como as políticas públicas que embasaram esse estudo.

Na primeira parte, são apresentados os resultados da pesquisa com os estudantes, referentes ao desenvolvimento da sequência de ensino investigativo e às entrevistas. Posteriormente, são apresentados os resultados dos questionários aplicados com os docentes, ambos relacionados aos dois eixos estruturantes deste estudo: o ensino por investigação e a educação ambiental crítica.

## 6.1 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Conforme indicado no referencial teórico, o ensino por investigação, por meio de técnicas, como as sequências de ensino investigativo (SEI) oferece a possibilidade de promover a construção de conhecimentos científicos, o desenvolvimento intelectual e de habilidades, como a autonomia, a criatividade, a criticidade e a participação democrática entre os estudantes.

Nessa seção, são apresentados os resultados e análises referentes à aplicação das atividades da sequência de ensino investigativo (SEI), atividades estas desenvolvidas com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio, com o tema bioma Cerrado na perspectiva a educação ambiental crítica. Nesta pesquisa, a SEI foi desenvolvida ao longo de 20 aulas, entre os meses setembro e dezembro de 2022. As aulas da SEI foram estruturadas conforme Carvalho (2020) e, portanto, organizadas em três etapas, voltadas para a exploração, sistematização e aplicação dos conhecimentos. O esquema abaixo mostra as etapas e as aulas utilizadas.

- Etapa I – exploração do problema e saberes prévios (aulas 01 e 02);
- Etapa II – sistematização dos conhecimentos (aulas 03 a 11);
- Etapa III – contextualização e aplicação dos conhecimentos (aulas 12 a 20).

Conforme apresentado no Capítulo 5, item 5.2.2, que trata sobre os procedimentos metodológicos, cada aula da sequência está indicada e explicada por meio dos números de 01 a 20 em ordem crescente do respectivo desenvolvimento. Nessa seção, os resultados são apresentados, não aula a aula, mas por meio do conjunto de atividades mais significativas, do ponto de vista investigativo de cada etapa. Primeiramente, são apresentados os resultados do desenvolvimento das

atividades investigativas, a partir da observação participante da pesquisadora. Em seguida, são apresentadas as análises comparando as falas emitidas pelos estudantes durante as rodas de conversa e entrevistas, que foram gravadas e transcritas para texto grafado. As entrevistas finais foram realizadas após as intervenções didáticas promovidas pela sequência de ensino investigativo.

Posteriormente, são apresentadas as análises das produções e construções dos estudantes com base nos conceitos de nível de liberdade intelectual propiciada aos estudantes para avaliar o alcance das práticas investigativas (Carvalho, 2018) e nos indicadores que apontam se os estudantes estão em processo de alfabetização científica (Sasseron; Carvalho, 2008).

No ponto de partida dessa análise, ressalta-se que, em função da metodologia participativa utilizada nessa pesquisa, em vários momentos do desenvolvimento da sequência investigativa, foram solicitadas e acolhidas as opiniões dos estudantes sobre as atividades e temáticas trabalhadas. A relação dialógica e horizontal, os debates e discussões realizados entre a pesquisadora e os participantes, sobre os procedimentos e as aprendizagens fazem parte do método participativo. Ao mesmo passo, também fazem parte do processo investigativo de construção de conhecimentos, o qual favorece o desenvolvimento da autonomia, agência e protagonismo dos estudantes.

### **6.1.1 Etapa I – Atividades de exploração do problema**

Nessa etapa inicial da SEI, realizada nas aulas 01 e 02, que fazem parte das atividades de exploração do problema, foram realizadas duas rodas de conversa. Na primeira, no início do encontro, foi explicado aos estudantes o objetivo central da pesquisa, que está relacionado à compreensão das possibilidades e desafios da construção de conhecimentos sobre o Cerrado, na perspectiva da educação ambiental crítica, tendo o ensino por investigação como instrumento. Foi explicitada também a dinâmica da atividade, na qual a pesquisadora propõe algumas questões para a turma, os estudantes levantam a mão e respondem o que sabem sobre o assunto. Também foi explicado o objetivo dessa atividade, que consiste em identificar os saberes prévios deles sobre o bioma Cerrado, suas características, importância e impactos ambientais.

Carvalho (2020) acentua que os conceitos espontâneos, intuitivos ou cotidianos apresentados pelos estudantes são fundamentais para dar início ao ensino

por investigação. Por esse motivo, eles “[...] são uma constante em todas as propostas construtivistas, pois são/a partir dos conhecimentos que o estudante traz para a sala de aula que ele procura entender o que o professor está explicando ou perguntando” (Carvalho, 2020, p. 6). Conforme a mesma autora, o ensino por investigação incorporou a teoria construtivista piagetiana, que tem como premissa os conceitos de equilíbrio, desequilíbrio e reequilíbrio, em que um conhecimento novo surge calcado no conhecimento anterior.

Daí a importância de o professor fazer os diagnósticos para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes (Carvalho, 2020) e isso não somente no ensino por investigação, mas em quaisquer abordagens de ensino. Na escola Domingos, é uma prática comum, em todos os inícios de ano de ano letivo, realizar as avaliações de sondagem das aprendizagens, tal como a tabulação destas, antes de os professores concluírem e entregarem os planejamentos anuais de ensino.

Nessa aula, a frequência da turma foi de 26 estudantes e, na oportunidade, foi perguntado a eles se concordavam com a gravação e, ao obter consentimento, deu-se início à atividade. Antes de fazer as perguntas específicas sobre o Cerrado, a pesquisadora buscou conhecer mais sobre os estudantes. Nesse momento, cada um, tanto os estudantes quanto a pesquisadora, apresentaram-se comunicando o nome, o bairro em que mora, quando começou estudar na escola Domingos e o que mais gosta de fazer. Nesse perfil inicial dos estudantes, identificou-se que a maioria estuda na escola Domingos há menos de um ano e, em geral, residem nos bairros próximos à comunidade escolar.

As atividades que mais gostam de fazer no tempo livre têm relação com mídias eletrônicas e redes sociais, como jogos, filmes e séries; alguns citaram que gostam de fazer exercícios físicos e esportivos, como futebol e basquete e dança; alguns citaram que gostam de ler, ficar com a família, andar de moto e dormir. Nenhum deles citou passeios ao ar livre em ambientes naturais, como parques, bosques, sítios ou fazendas. Esse contato mais próximo com a natureza não foi mencionado.

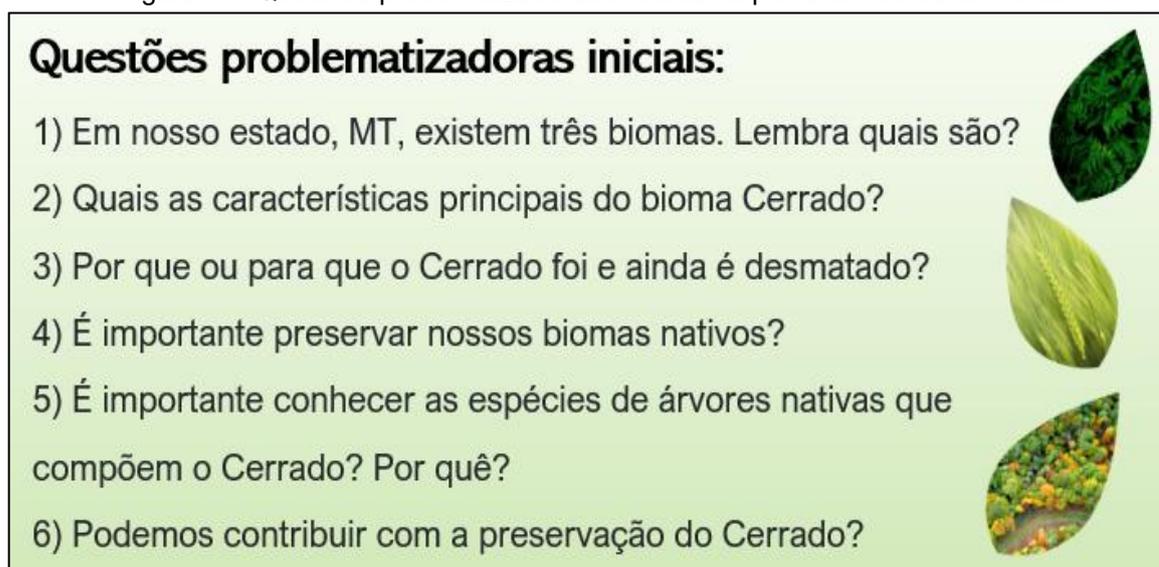
Reitera-se que, nessa pesquisa, o esforço em ouvir os estudantes e conhecer um pouco da subjetividade desses participantes teve como intuito estabelecer proximidade, construindo relações dialógicas e horizontais. Em seu livro *Extensão ou comunicação?* Freire (1983), desvela a importância de conhecer e estabelecer identificações com o público participante de uma educação que se pretende libertadora e transformadora. Sendo que, “[...] nessa aproximação afetiva não se deve

ver somente o humanitarismo de alguém, mas também a estrutura em que encontra inserido, que igualmente o condiciona” (Freire, 1983, p. 48).

Após agradecer a participação dos estudantes nas apresentações, as professoras, pesquisadora e regente, também compartilharam informações solicitadas pelos estudantes e anunciaram o início das questões técnicas da pesquisa. Dando prosseguimento, foram exibidas e lidas pelos estudantes, as questões problematizadoras sobre o Cerrado, por meio de slides projetados na parede, com o uso do projetor multimídia.

As questões iniciais dessa atividade trazem indagações relacionadas à conhecimentos básicos sobre o Cerrado e, posteriormente adentra aos impactos ambientais sofridos pelo bioma. A Figura 11 mostra todas as perguntas juntas, mas no momento da roda de conversa elas foram projetadas de forma separada.

Figura 11 - Questões problematizadoras emitidas na primeira roda de conversa



Fonte: a pesquisa.

Foi apresentada uma questão em cada slide, conforme apresentado nos apêndices desse texto, com espaçamento de tempo para a ocorrência dos diálogos e debates entre os estudantes e a pesquisadora. Todas as questões proferidas pela pesquisadora ao grupo de estudantes estão citadas pelos números de um a seis.

A Figura 12 exemplifica a forma com a qual as questões foram projetadas para os estudantes. O motivo de compactar as questões em uma única imagem, como mostrado na figura anterior dessa seção, (Figura 11), é reduzir o espaço ocupado por elas e facilitar a fluidez do texto.

Figura 12 - Exemplo de como as questões foram projetas para os estudantes



Fonte: a pesquisa.

Nessa etapa do estudo, foi explicado aos estudantes que toda pesquisa, todo conhecimento, nasce de uma dúvida, também por isso estavam sendo levantadas as questões problematizadoras com eles, com o intuito de gerar uma pergunta de pesquisa, que também pode ser chamado de problema de pesquisa. Além das seis questões problematizadoras, definidas na sequência de ensino investigativo (Figura 11), foram intercaladas outras perguntas na roda, a fim de gerar um clima de conversa espontânea e chegar de forma sutil nas perguntas técnicas. Observa-se que, nessa aula, estavam presentes 26 estudantes. Mas aqui, foram utilizadas apenas as falas de onze estudantes que, por terem assinado os termos de consentimento e assentimento, foram considerados os participantes diretos da pesquisa. Assim, foi lançada a primeira pergunta pela pesquisadora, gerando esses diálogos:

*P – Quem aqui já visitou uma área de Cerrado nativo? Bem preservado?*

*E6 – Sim eu já fui. Tem uns lugares ali, para baixo do Serra Dourada (bairro) tem lugares lá que tem terras ainda preservadas.*

*E10 – Eu fui na cachoeira da fazenda Bom Jesus.*

*P – Como estão as matas em volta das cachoeiras que vocês visitaram?*

*E10 – Eu acho que as cachoeiras não são desmatadas, são preservadas.*

*E8 – Eu vou bastante na fazenda do meu tio, lá perto de São Lourenço. Fui na cachoeira, tinha muitas árvores lá.*

*E1 – Tem essa cachoeira perto de Guiratinga, já fui. É bonita.*

Após essas interações, houve um silêncio, nenhum outro estudante se manifestou. A pesquisadora perguntou se eles já foram ao Horto Florestal de Rondonópolis<sup>2</sup>, pois se trata de uma área de mata nativa de Cerrado, muito visitado

<sup>2</sup> O Horto Florestal de Rondonópolis, é uma área verde com cerca de 17 hectares situada próximo ao centro da cidade. Fundado em 1988 e atualmente instituído pela Lei Complementar nº 043, de 28 de dezembro de 2006, que institui o Plano Diretor do município, que em seu Art. 127 regulamenta as áreas

pelos munícipes e pelas escolas, que levam seus alunos para conhecer e fazer atividades diversas. Para esta questão, nenhum estudante respondeu afirmativamente. Dessa forma, sobre já terem visitado ou não áreas de Cerrado, os resultados revelaram que: um estudante visitou uma área verde, próxima a um bairro contíguo ao da escola e três estudantes visitaram cachoeiras da região, que consideraram estarem preservadas. Ou seja, a maioria dos estudantes não tem o hábito ou não teve oportunidade de visitar espaços verdes, com vegetação de Cerrado. Seguindo com as questões, adentrando às problematizadoras, a pesquisadora perguntou se os estudantes lembram quais os biomas que existem no estado de Mato Grosso.

O estudante E2 respondeu primeiro, informando que era o Pantanal e depois pensou um pouco e lembrou do bioma amazônico. Todos da sala de aula concordaram, conversaram um pouco sobre os biomas, lembrando que o terceiro dos três biomas é o Cerrado. Nas conversas difusas, foi possível perceber que a maioria dos estudantes sabia nomear e localizar os três biomas do Estado. O estudante E3 comentou que aqui perto de Rondonópolis também tem Pantanal.

A pesquisadora lembrou que no município de Rondonópolis o bioma predominante é o Cerrado. Embora haja áreas do bioma Pantanal, sobretudo próximo aos rios que cortam o município e estão conectados à bacia pantaneira, como o Rio Vermelho e Rio Ponte de Pedra. Alves *et al.* (2020, p. 4) explicam que esses afluentes, “[...] pertencentes a bacia do rio Vermelho/São Lourenço, são contribuintes da bacia do Pantanal”.

Em seguida, a pesquisadora perguntou quais as características do bioma Cerrado que os estudantes lembravam. Poucas respostas foram obtidas para essa pergunta. Dentre os estudantes que responderam, alguns o fizeram na forma de pergunta, demonstrando que tinham dúvidas, como mostram os excertos:

*E11 – Clima tropical?*

*E2 – Inverno seco e verão chuvoso?*

---

de proteção ambiental e uso sustentável. No inciso X, a lei define o Horto Florestal como uma Unidades de Conservação, destinada “[...] à reprodução de espécies da flora, a projetos de experimentação científica e paisagismo, bem como à visitação para lazer e turismo, à educação ambiental e à pesquisa científica” (Rondonópolis, 2006, p. 39). A área coberta por mata, que contém espécies nativas do bioma Cerrado, como angicos, ipês, cedros, embaúbas, buritis, aroeiras e jatobás, possui trilhas para caminhada no meio da vegetação nativa. Também abriga uma fauna diversificada de mamíferos e répteis, como macacos, cotias, tatus, jabutis, iguanas e serpentes, além de diversas espécies de aves.

*E 9 – As árvores não têm o tronco meio descascado e grosso?*

*E8 – Tem lugar que é mais seco, tem lugar que as plantas parecem que estão mortas.*

*E3 – Tem lugares mais planos.*

Ainda sobre as características gerais, foi perguntado se o bioma Cerrado fica apenas no estado de Mato Grosso, ao que os estudantes responderam de forma coletiva que não e citaram os estados: Goiás, Minas Gerais, Tocantins e Rondônia. As repostas acima estão na direção correta, mas as características citadas sobre o bioma Cerrado foram insuficientes, considerando a riqueza e diversidade do bioma. Continuando as questões, a pesquisadora perguntou se eles já ouviram falar que grande parte do bioma Cerrado já foi desmatado e se eles sabiam a causa ou o motivo desse desmatamento. Para tal pergunta, foram obtidas apenas duas respostas:

*E5 – Por causa da madeira dele que são as aroeiras que são boas.*

*E2 – Vender madeiras?*

Os estudantes citaram a extração de madeira. Mas, nessas respostas, não foram mencionadas as principais fontes econômicas do Estado, que são relacionadas à pecuária e à agricultura convencionais. Essas atividades são responsáveis por grande parte dos desmatamentos promovidos na região desde a década de 1970. No estudo que analisou a redução da cobertura vegetal de Cerrado na área do Assentamento Carimã, em Rondonópolis-MT, os pesquisadores atestam que:

O Cerrado lato sensu tem reconhecida magnitude em termos de biodiversidade, ampla endemia de espécies e tem acumulado constantes alterações ambientais. Sabe-se que esse hotspot tem como principal ameaça a expansão da agricultura e pecuária, que aliados ao crescimento desordenado das áreas urbanas vem gerando intensas transformações e problemas ambientais (Alves *et al.*, 2020, p. 2).

A pesquisadora abordou brevemente essa questão econômica, mencionando pesquisas científicas que indicam um percentual de até 50% de áreas desmatadas e degradadas no Cerrado nativo (Coutinho, 2016).

Dando sequência, a pesquisadora perguntou aos estudantes se eles consideram importante manter os biomas preservados e por quê? Foram obtidas as seguintes respostas:

*E5 – Sim, eu acho importante.*

*E8 – Pelas espécies?*

*E6 – Pela fauna e flora.*

*E3 – Por causa de plantas específicas que só tem em alguns lugares e podem entrar em extinção?*

*E9 – É importante ter essa preservação porque o futuro está chegando aí e quanto mais desmatar mais o planeta não vai dar conta, é isso.*

*E11 – Eu acho que afeta em tudo, aquecimento global.*

A pesquisadora agradeceu os excelentes argumentos e perguntou aos estudantes: quem são os responsáveis pela preservação? O que podemos fazer? Quem saberia dar alguma alternativa? Como podemos contribuir?

*E10 – Não desmatar.*

*E2 – Não tacar fogo.*

*E4 – Não só como desmatamento, mas também como punição, temos que ter aquela consciência de que não pode jogar o lixo ali, ter essa visão.*

*E7 – Consumo consciente também, porque se a gente não consome, eles não teriam como vender, o que não teria como produzir, o que evita de desmatar.*

Outros estudantes repetiram essas mesmas respostas, sobre não desmatar e não promover queimadas. Mas, uma estudante comentou sobre a importância da punição, que tem a ver com fiscalização e aplicação das leis ambientais, além de falar sobre o problema do lixo jogado em áreas de preservação. Um estudante abordou a questão do consumismo e ciclo de produção. Após essas repostas, a pesquisadora comentou sobre o desmatamento e ciclo produtivo das indústrias, sendo que uma alternativa para evitar o desmatamento é comprar madeiras apenas de empresas certificadas e sérias quanto à legislação ambiental e isso foi algo que gerou uma fala bastante reflexiva e crítica de um dos estudantes:

*E5 – Mas, você falou professora pra gente comprar só de empresas sérias, mas por exemplo, você vai comprar uma cadeira, a cadeira é feita de madeira, uma cadeira de uma empresa que realmente é aprovada, é quinhentos contos. Aí você vai ali no Zezinho da esquina, ele vende a mesma cadeira, com o mesmo material por 50 reais. Qual a gente vai comprar?*

Com essa fala muito precisa, carregada de criticidade, o estudante abordou a contradição presente nas sociedades capitalistas em que os produtos considerados naturais, orgânicos, saudáveis ou sustentáveis são agregados de um valor supostamente ambiental, tornando seus preços mais altos e inacessíveis para a maior parte da população. Isso faz com que a classe trabalhadora, em geral, não tenha

acesso a produtos mais saudáveis e sustentáveis e não tenham real poder de escolha. Isso coaduna com os princípios da educação ambiental crítica, por meio da qual analisa-se a estrutura social, política e econômica para encontrar o cerne do problema socioambiental. Loureiro e Lamosa (2015, p. 35) sustentam que:

Apesar de existir na sociedade quase um consenso em torno da educação e da sustentabilidade como exigências contemporâneas, diante do modo como estas se materializam em uma sociedade de classes, tal "casamento" é repleto de polêmicas e contradições que merecem tratamento aprofundado e reflexivo. A crítica permanente é condição para a superação das condições de vida e dos conhecimentos vigentes.

Contudo, construir uma sociedade de bem-estar social e ambiental, com justiça e equidade de direitos e acessos “[...] implica em possibilitar a todos e todas as condições coletivas para a realização pessoal e na garantia jurídico-institucional de que a natureza só pode ser apropriada para fins de atendimento de necessidades socialmente justas” (Loureiro; Lamosa, 2015, p. 52).

Como possibilidade de superar esses problemas, tem-se o pensamento crítico e “[...] o método dialético, que resgatam as contradições inerentes ao próprio fazer científico, bem como permite, por meio do ensino de Ciências, detectar contradições relevantes do ponto de vista social” (Santos, 2012, p. 36). O autor exemplifica que:

Um exemplo é a relação entre queima de combustíveis e meio ambiente. A queima de combustíveis fósseis permite o progresso e a industrialização, mas destrói o ambiente provocando chuva ácida e aumentando o efeito estufa. Essa é uma contradição cujo estudo, se aprofundado, revelará a distância entre discurso e prática e mostrará a própria essência do sistema econômico em que vivemos (Santos, 2012, p. 36).

Debater sobre essas contradições é uma forma de revelar e denunciar os problemas das sociedades capitalistas. Devido a esses debates, que vêm sendo promovidos pelo campo da educação ambiental crítica nas últimas décadas, tornaram-se públicos os conhecimentos sobre muitas práticas sociais e atividades econômicas que decorrem em um elevado custo para o equilíbrio ambiental. Com esses entendimentos, com aplausos e agradecimentos, a roda de conversa foi encerrada.

Na segunda roda de conversa, dando continuidade à primeira etapa da sequência de ensino investigativo, atividades de exploração do problema, para dar início e estimular o diálogo, foram apresentadas algumas imagens, contendo charges ou tirinhas, relacionadas ao Cerrado. No início do encontro, foi explicado aos estudantes o objetivo da atividade, que visava dar continuidade ao entendimento dos saberes prévios deles sobre o Cerrado.

Nessa aula, a frequência da turma foi de 24 estudantes. Foi perguntado a eles se concordavam com a gravação e conforme as respostas positivas, iniciou-se a atividade. Ao começar a projeção das charges, a pesquisadora citou a fonte das imagens e compartilhou informações sobre a vida e a obra do cartunista Evandro Alves, autor das referidas charges.

Salienta-se que o uso de charges na segunda roda de conversa teve a intenção de estimular o diálogo e a curiosidade sobre o bioma Cerrado a partir da análise das imagens. Conforme Ferro e Paixão (2017, p. 35), a visualização de imagens ou:

A imaginação de figuras ou objetos concretos aguça as mesmas “regiões cerebrais estimuladas pelos sentidos. Isso sugere que os alunos podem alterar seu estado emocional construindo imagens mentais. Assim, é possível ajudar a memória a lembrar de palavras ou conceitos visualizando objetos associados.

Conforme os autores, além de estimular o diálogo, a exploração de imagens também é bastante proveitosa no sentido de resgatar os conhecimentos sobre um determinado assunto que está guardado na memória. Tomando como exemplos das charges apresentadas, apresentam-se as figuras 13, 14 e 15.

Ressalta-se que, para além de uma imagem ilustrativa, todas as charges sobre o Cerrado contém um problema a ser interpretado pelos estudantes. Cada uma dessas imagens-charges, escolhida para esse momento da pesquisa, tem o intuito de levar à reflexão e ao engajamento intelectual dos participantes.

Zompero e Laburú (2016) explicam que a utilização de diferentes materiais pode estimular o raciocínio e o engajamento dos estudantes, uma vez que “[...] durante o desenvolvimento da atividade investigativa, os alunos, quando engajados no processo, mantêm-se intelectualmente ativos. No entanto, para favorecer o engajamento, é necessário que o problema seja significativo ao aluno” (Zompero; Laburú, 2016, p. 57).

A Figura 13 representa uma ave do Cerrado e utiliza um trocadilho em que a palavra *serrado* com a letra inicial “s” ao invés de “c” faz alusão ao desmatamento da cobertura vegetal do bioma.

Figura 13 - Charge apresentada aos estudantes na roda de conversa



Fonte: Evandro Alves, Museu do Cerrado.

Ao apresentar esta charge para os alunos, esperava-se que os mesmos fizessem a leitura tanto da linguagem verbal quanto da não verbal, relacionando o texto com a realidade do Cerrado brasileiro. Então, após a leitura, a pesquisadora perguntou o que os estudantes conseguiam descrever o que visualizavam. Os estudantes mostraram-se hesitantes, poucos participaram com frases curtas, como:

*E2 – Quanto mais cortado, menos Cerrado...*

*E8 – Faz sentido, quanto mais serrar as árvores, menos Cerrado fica.*

Dando sequência, a pesquisadora apresenta outra charge, dividida em quadrinhos, como mostrado na imagem da Figura 14. Ressalta-se que, nessa imagem, são apresentados em forma de desenho os principais tipos fitofisionômicos do bioma Cerrado, sendo eles: cerrado sentido restrito; campos limpos; campos sujos; campos rupestres; palmeiral e vereda. A ideia consistiu em mostrar que, embora essas formações vegetais nativas sejam diferentes, todas são Cerrado.

Contudo, no último quadrinho, o autor representa uma área utilizada pela agricultura e pecuária convencionais contendo queimadas, desmatamentos, uso de trator, monocultura de herbáceas, como a soja, plantação de eucalipto e pastagens.

Figura 14 - Charge apresentada aos estudantes na roda de conversa



Fonte: Evandro Alves, Museu do Cerrado.

Após aguardar um tempo para os estudantes analisassem a imagem e refletissem sobre a mensagem que transmite, a pesquisadora fez o seguinte questionamento:

*P: Observando essa imagem, o que vocês entendem?*

*A vegetação do Cerrado é sempre igual em toda a sua extensão?*

*A maioria dos estudantes respondeu, em coro, com a palavra: não.*

Em seguida, a pesquisadora pediu que eles explicassem porque a vegetação não era igual em todas as áreas de Cerrado e o que diferenciava uma paisagem de outra. Neste item, as respostas obtidas foram as seguintes:

*E4 – Não é todo igual professora, tem pontos diferentes.*

*E7 – O último quadrinho está errado porque está tendo desmatamento.*

*E3 – Poluindo com fumaça, cortando árvores...*

*E9 – Estão desmatando tudo e plantando cana...*

Os estudantes continuaram tímidos para analisar as imagens, mas perceberam que as representações dos primeiros seis quadrinhos dessa charge se referem a diferentes tipologias do bioma Cerrado. Contudo, não souberam verbalizar as características que geram essas diferenças. Devido aos detalhes do desenho do cartunista, é possível relacionar os quadrinhos dessa imagem com as definições fitofisionômicas do Cerrado, propostas por Ribeiro e Walter (2008), como sendo:

formações savânicas: cerrado sentido restrito e palmeiral; formações campestres: campos limpos, campos sujos e campos rupestres; formação florestal: mata seca.

No tocante à imagem do último quadrinho da Figura 14, os discentes a analisaram de forma satisfatória e comentaram que a cena está errada, identificando as situações de desmatamento, poluição e monocultura. Embora a monocultura apresentada possivelmente se refira ao plantio de eucalipto e não de cana-de-açúcar, eles souberam que estava errado. A pesquisadora pediu que os estudantes comentassem se havia algo de errado em substituir a vegetação nativa do Cerrado por monocultura, como a de eucalipto, por exemplo, já que também são árvores. Eles responderam de forma coletiva que não pode, tem problema sim. Para esta resposta, apresentaram os seguintes argumentos:

*E5 – Tem muitas árvores que não dão frutos*

*E6 – Não dar frutos é ruim para os animais*

*E2 – O Cerrado tem muita diversidade.*

*E1 – É, vai ter só um tipo de árvore. E as outras plantas?*

A pesquisadora comentou que plantas como o eucalipto também geram problemas relacionados ao abastecimento de água da região, pois elas absorvem muita água, chegando a prejudicar a comunidade biológica local.

Passando para a outra imagem, conforme a Figura 15, a pesquisadora solicitou que eles lessem, analisassem e comentassem seus entendimentos.

Figura 15 - Charge apresentada aos estudantes na roda de conversa



Comente as mensagens contidas nessa charge:

Fonte: Evandro Alves, Museu do Cerrado.

Um estudante se prontificou e leu em voz alta a tirinha. Mais uma vez houve um silêncio na sala. Os estudantes não levantaram a mão para participar e apenas estudante comentou em poucas palavras:

*E3 – O problema é a ganância.*

Essa imagem retrata alguns fenômenos típicos do bioma, como a ocorrência de incêndios naturais, o tipo de solo e o tipo de clima, além de fazer referência à questão da ganância desenfreada que move o sistema capitalista, gerando destruição e impactos ambientais profundos. Contudo, a maioria dos estudantes não conseguiu verbalizar sobre essas mensagens contidas na imagem. A pesquisadora percebeu a complexidade desses assuntos, visto que os estudantes ainda não adentraram nos conteúdos técnicos do bioma.

Observando que os estudantes estavam desanimados com essa atividade, não estavam mais conseguindo participar, a pesquisadora optou por encerrar a roda de conversa. Então, foi projetado um vídeo curto sobre o Cerrado, com o intuito de apresentar algumas informações gerais sobre o bioma, mas sem a intenção de solicitar comentários dos estudantes nesse momento.

Ressalta-se que as imagens das charges e quadrinhos foram selecionadas com base em conhecimentos científicos relacionados ao Cerrado, ao mesmo tempo em que aportam mensagens pautadas em uma visão crítica sobre as situações de degradação ambiental que afetam o bioma. Sobre a educação ambiental crítica, Loureiro e Lamosa (2015, p. 52) explicam que:

O cerne da educação ambiental enquanto campo historicamente delineado no Brasil é a problematização da situação de vida, explicitando os determinantes sociais da questão ambiental pelo permanente movimento reflexão-ação, em práticas dialógicas, cotidianas e de intervenção na vida pública.

Como se sabe, cabe ao professor mediar a construção de conhecimentos por parte dos alunos em todas as situações de aprendizagem e, no caso, sobre as características físico-químicas e biológicas do Cerrado, por meio de práticas investigativas, faz parte de um processo de alfabetização científica. A partir desses conceitos, orientar os estudantes a compreenderem as conjunturas e contradições de ações humanas que, pautadas em uma estrutura capitalista, gera degradação e impactos ambientais, está em consonância com a educação ambiental crítica, um dos eixos estruturantes dessa pesquisa.

Dito isso, nessa segunda roda de conversa, em virtude das respostas incipientes e dos muitos momentos de silêncio, constatou-se que a maioria dos estudantes demonstrou poucos conhecimentos prévios sobre o Cerrado e visão crítica sobre os impactos ambientais sofridos pelo bioma. Depreende-se que, em função da complexidade desses temas, não era esperado que os estudantes discorressem fartamente sobre os assuntos abordados.

Em linhas gerais, no decorrer das duas rodas de conversa, pode-se afirmar que os estudantes mostraram possuir mais noções sobre os problemas ambientais, de forma genérica e menos sobre as características específicas do bioma Cerrado. Este fato, de certa forma, era previsível, uma vez que os biomas são estudados em Ciências no 7º ano do Ensino Fundamental. Desse modo, é comum que os alunos não lembrem sobre tudo o que foi estudando anos atrás.

Outro fator importante a considerar é o contexto educacional desses estudantes que, em 2022, estavam cursando o 1º ano do Ensino Médio e haviam passado os dois últimos anos do Ensino Fundamental (em 2020 e 2021) em ensino remoto, devido à pandemia de Covid-19. Isso significa que os alunos cursaram a metade do Ensino Fundamental (8º ano e 9º ano) de forma improvisada, adaptada e rudimentar. No período pandêmico, os estudos eram realizados por meio de apostilas e atividades em PDF, com leituras e os vídeos encaminhados pelos professores que, na maioria dos casos, eram acessados por aparelhos celulares para os alunos que tinham acesso a *smartphones* e *internet*. Essa realidade era ainda mais limitada para aqueles que não tinham aparelho celular à disposição ou não tinham acesso à internet de qualidade e, portanto, estudavam por meio de apostilas impressas. Diante dessa situação, é sabido que as aprendizagens foram deficitárias. Desse modo, muitos conhecimentos estruturantes e processos coletivos de aprendizagem ficaram desfavorecidos e defasados.

Em relação às poucas palavras proferidas pelos estudantes sobre o bioma Cerrado, na perspectiva da educação ambiental crítica, nas rodas de conversa, é relevante fazer algumas considerações baseadas nas categorias freireanas, da esperança e da alegria. A palavra, quando não dita, revela a similaridade com uma das abordagens teórico-metodológicas ainda muito presente na educação, que é o modelo de ensino tradicional, voltado para a memorização, reprodução e controle, no qual os estudantes são incentivados a ouvir mais e falar menos (Freire, 2005).

O autor, ao tratar sobre o conceito de dialogicidade como pilar para uma educação libertadora, ressalta a importância da palavra dita, como constituinte do diálogo. Esse encontro dialógico entre sujeitos, imbuídos no processo de reflexão e ação, precisa ser carregado de humildade e esperança de um futuro melhor pela via da educação (Freire, 2005). Uma vez que, “[...] se os sujeitos do diálogo nada esperam do seu quefazer, já não pode haver diálogo. O seu encontro é vazio e estéril. É burocrático e fastidioso” (Freire, 2005, p. 95). Assim, torna-se fundamental que as categorias freireanas da esperança e da alegria possam ser incorporadas em todos os campos educacionais, sobretudo na educação ambiental. O autor explica que:

O ato de estudar, de ensinar, de aprender, de conhecer é difícil e exigente, mas pode ser prazeroso [...]. É preciso, pois, que os educandos descubram e sintam a alegria nele embutida, que dele faz parte e que está sempre disposta a tomar todos quantos a ele se entreguem (Freire, 1992, p. 43).

Em conformidade com essas ideias, entende-se que por meio de uma educação ambiental pautada na alegria de conhecer e na esperança de um futuro melhor, podem ser promovidas as ações positivas no presente. Por outro lado, uma educação ambiental focada apenas nos problemas ambientais não leva à ação, mas pode levar à paralisia pelo medo, principalmente com as crianças e com os jovens é muito significativo trabalhar a educação ambiental de forma leve, alegre e amorosa, para que os docentes não sejam vistos como profetas do apocalipse. Follmann (2020, p. 40), ao explicar o conceito de ecologia profunda, afirma que:

A singularidade do movimento da ecologia profunda reside no reconhecimento do valor inerente de todos os seres vivos e na adoção dessa visão na definição de políticas ambientais. As pessoas que se identificam com essa ecologia são motivadas pelo amor à natureza e aos seres humanos. Atuam pensando no futuro, naquilo é essencial para proteger a integridade das comunidades ecológicas e dos valores ecocêntricos da Terra.

A culpa ambiental pode trazer angústias e afastar os ouvintes, daí a relevância de incorporar na educação ambiental, além da reflexão crítica, as categorias freireanas da dialogicidade, da amorosidade, da esperança, da fé e da alegria. Pois, “[...] ao fundar-se no amor, na humildade, na fé nos homens, o diálogo se faz uma relação horizontal, em que a confiança de um polo no outro é consequência óbvia” (Freire, 2005, p. 94). O autor relaciona a categoria da alegria na educação com a construção de ambientes democráticos na escola, uma vez que os ambientes autoritários e repressores são antagônicos de uma educação libertadora, transformadora, esperançosa e, portanto, alegre (Freire, 2005).

### 6.1.2 Etapa II– Atividades de sistematização dos conhecimentos

Após participação nas rodas de conversa, em que os estudantes expuseram seus saberes prévios sobre o Cerrado, iniciou-se a segunda etapa da SEI, realizada entre as aulas 03 e 11, destinada à construção e sistematização dos conhecimentos científicos. Nessa etapa, destacam-se as atividades voltadas para as pesquisas na internet, leituras, resumos, escrita de resumos e pequenos textos, elaboração de slides, apresentação de seminários e discussões.

A partir das questões problematizadoras iniciais, dialogadas com a turma nas rodas de conversa, os estudantes reorganizaram uma dessas questões e a elegeram como o problema para a sequência investigativa desenvolvida por eles, formulando a seguinte questão: Como podemos contribuir com a preservação do Cerrado? Com isso, deu-se início ao processo de construção e sistematização dos conhecimentos e, para tanto, os estudantes foram orientados no sentido de que deveriam realizar pesquisas sobre o Cerrado no sentido de solucionar esse problema.

Nessa direção, o problema é entendido como gênese do desenvolvimento das aprendizagens e habilidades. Dentro dos currículos de Ciências da Natureza, os temas científicos podem ser adaptados e transformados em problemas ou perguntas de pesquisa. Estas, que podem ser apresentadas ou elaboradas junto com os estudantes, são o princípio do ensino por investigação. Para que esse ensino tenha prosseguimento, os estudantes devem ser estimulados e orientados a buscar meios para resolver o problema (Zompero; Laburú, 2016; Carvalho, 2020).

Acerca da resolução de problemas em Ciências, Pozo e Crespo (2009, p. 64), acentuam que esses problemas qualitativos “[...] são úteis para que o aluno relacione os modelos científicos com os fenômenos que eles explicam, ajudando a detectar suas ideias e interpretações”. Em geral, os problemas das sequências investigativas, propostos no ensino básico, são considerados qualitativos, pois podem ser resolvidos através de raciocínios teóricos, sem a necessidade de fazer grandes cálculos matemáticos. Para alcançar isso, é importante “[...] que os alunos façam previsões, ajudando o professor a reconhecer e determinar os parâmetros do problema, incitando-os a que proponham modelos, provocando-os para que surjam novas ideias e fomentando o debate na sala de aula” (Pozo; Crespo, 2009, p. 64).

Retomando as atividades de construção e sistematização dos conhecimentos, o primeiro momento dos estudos teóricos sobre o tema foi dedicado às pesquisas na

internet, com o uso dos computadores no laboratório de informática da escola. Algumas dessas atividades de pesquisa na internet ocorreram na biblioteca integradora da escola e outras na sala de aula, com o uso dos *Chromebooks*, que são dispositivos portáteis. O conteúdo priorizado nessas pesquisas partiu dos tópicos menos apresentados por eles nas rodas de conversa, que foram os conceitos específicos sobre o bioma em estudo. Nesse processo, com foco no problema, buscaram conhecer o Cerrado para descobrir como podem contribuir para preservar.

Para otimizar as pesquisas, os estudantes formaram grupos de quatro ou cinco pessoas, gerando seis grupos. O grande tema bioma Cerrado foi dividido em sete subtemas, sendo eles: características gerais do Cerrado; localização do Cerrado no Brasil, tipos de solo e clima; vegetação ou flora do Cerrado; animais ou fauna do Cerrado; tipos de Cerrado; conceito de floresta invertida e berço das águas; importância do Cerrado e impactos ambientais. Os subtemas foram escritos e dobrados em tiras de papel e, por meio de sorteio, uma pessoa de cada grupo escolheu um dos temas. Cada grupo se dedicou a pesquisar seus subtemas.

Conforme as orientações das professoras, regente e pesquisadora, os estudantes fizeram leituras e resumos dos textos selecionados em seus cadernos. Sobre a importância das produções escritas, Carvalho (2020, p. 13) argumenta que:

Esta é a etapa da sistematização individual do conhecimento. Durante a resolução do problema os alunos construíram uma aprendizagem social ao discutir primeiro com seus pares e depois com a classe toda sob a supervisão do professor. É necessário, agora, um período para a aprendizagem individual. O professor deve, nesse momento, pedir que eles escrevam ou desenhem sobre o que aprenderam na aula.

Para a efetivação desta atividades, foram utilizados sites com informações confiáveis, como portais governamentais oficiais e artigos científicos. Posteriormente, os estudantes dedicaram-se à escrita de frases e pequenos textos, seleção de imagens sobre o subtema do bioma Cerrado que foram utilizados na elaboração de slides. Esses slides foram apresentados sob a forma de seminários por todos os grupos, momento em que os estudantes puderam socializar suas aprendizagens.

Nessas aulas destinadas à socialização dos conhecimentos entre a turma, os estudantes realizaram uma exposição dialogada, apresentando os slides, fazendo explanações e comentando as imagens relacionadas às principais características do bioma Cerrado. Conforme a divisão dos grupos, foram apresentados os subtemas relacionados aos aspectos geográficos, tipos fitofisionômicos, conceitos de floresta

invertida e berço das águas, importância ecológica, preservação de espécies nativas e impactos ambientais do bioma em estudo. Concluídas as apresentações, visando mediar a reflexão crítica dos estudantes, foram propostos e realizados momentos de diálogos e discussões gerais sobre os temas apresentados. Carvalho (2020, p. 13) comenta que a escrita e o diálogo são atividades “[...] complementares, pois, como o diálogo é importante para gerar, clarificar, compartilhar e distribuir ideias entre os alunos, já o uso da escrita se apresenta como instrumento de aprendizagem que realça a construção pessoal do conhecimento”. A esse respeito, Zompero e Laburú (2016, p. 37), destacam que:

Durante a realização das atividades investigativas é preciso que sejam proporcionadas interações discursivas, no início e no decorrer das atividades. Os alunos enquanto discutem e argumentam sobre um determinado fenômeno estão processando cognitivamente a compreensão da atividade. A discussão entre alunos e professor é importante para clarificar, compartilhar ideias entre o grupo.

Pertinente se faz registrar que, durante as apresentações, os estudantes colaboraram com o silêncio, interagiram uns com os outros, fizeram perguntas e colocações pertinentes a cada tema em estudo e demonstraram bastante interesse e envolvimento com o trabalho. A respeito desse assunto, Zompero e Laburú (2016, p. 27) concordam que as atividades investigativas são “[...] significativamente diferentes de experimentos demonstrativos ou ilustrativos, realizados nas aulas de Ciências, por fazerem com que os alunos, quando devidamente engajados, tenham um papel intelectual mais ativo durante as aulas”. A possibilidade de promover o engajamento e a dedicação dos estudantes é um dos pontos positivos das metodologias investigativas.

Outro ponto positivo das sequências de ensino investigativo, conforme descrito por Carvalho (2020), é que suas etapas estão em consonância com as práticas e processos investigativos preconizados como possibilidades metodológicas na BNCC (2018), na área de Ciências da Natureza. Ou seja, o trabalho com as SEI não se distancia do currículo comum, pois está amparado nas habilidades e competências propostas na BNCC. O documento atesta que o processo investigativo:

Deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a Educação Básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitarem de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem (Brasil, 2018, p. 322).

Assim, esse ensino deve promover situações de aprendizagem nas quais os estudantes possam: atuar na definição de problemas de pesquisa; no levantamento, análise e representação dos conhecimentos construídos; na comunicação e intervenção das situações estudadas (Brasil, 2018).

Na SEI desenvolvida nessa pesquisa, as atividades de sistematização do conhecimento foram muito produtivas, os estudantes exercitaram o ato de pensar, refletir, dialogar e expressar suas aprendizagens e opiniões. Importante se faz registrar e ponderar que a maioria dos estudantes participantes, na maior parte do tempo, mostraram-se dispostos e interessados em participar das várias etapas e atividades da sequência investigativa. Contudo, no meio das construções de conhecimentos mais técnicos, das incansáveis leituras e escritas, alguns estudantes deram sinais de cansaço, mostrando-se menos empolgados. Essa situação se reverteu tão logo foram iniciadas as atividades mais dinâmicas e concretas da etapa III da SEI. Os momentos de construção e sistematização dos conhecimentos são representados por meio da Figura 16 e da Figura 17.

Figura 16 - Pesquisas, leituras e resumos sobre o Cerrado

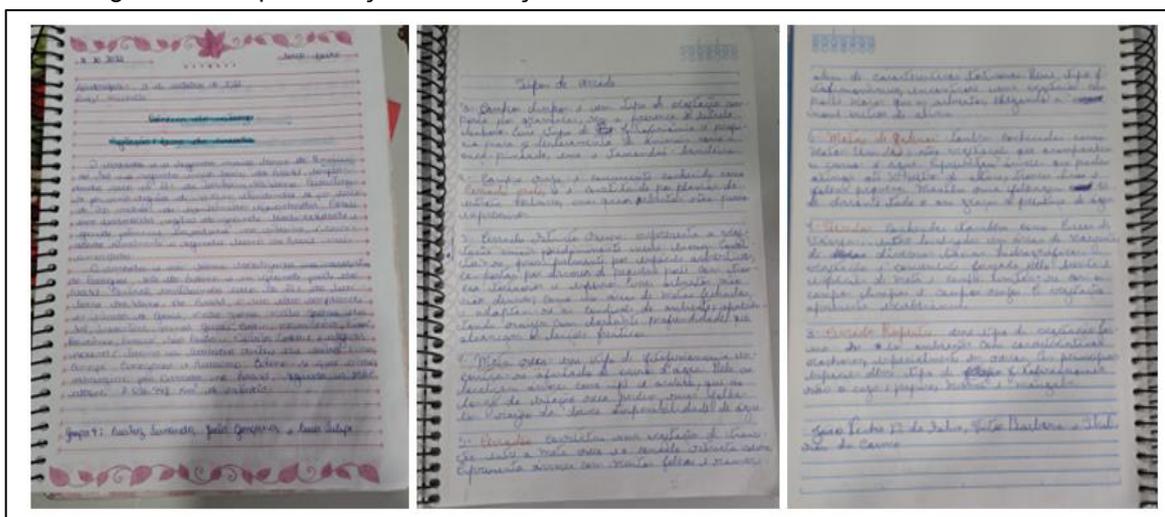


Fonte: a pesquisa.

A Figura 16 mostra os estudantes realizando as pesquisas sobre o Cerrado no laboratório de informática da escola, alguns utilizando os computadores de mesa e outros estudantes utilizando os *Chromebooks*.

Na Figura 17 são representados os cadernos de campo dos estudantes, nos quais eles faziam as anotações sobre a pesquisa.

Figura 17 - Representação de anotações e resumos dos estudantes sobre o Cerrado



Fonte: a pesquisa.

Essas anotações e resumos foram a base de conteúdos científicos pesquisados pelos estudantes para que pudessem realizar as demais atividades, como os slides para os seminários e a produção de materiais concretos. Ao final dessa etapa, foi possível observar que eles já haviam avançado bastante na construção de conhecimentos sobre o bioma em estudo.

### 6.1.3 Etapa III – Atividades de contextualização e aplicação

Na terceira etapa da SEI, realizada entre as aulas 12 e 20, destinadas às atividades de contextualização e aplicação dos conhecimentos construídos, destacam-se três momentos importantes, que foram: a aula de campo, a confecção de materiais didáticos e a participação da Mostra das eletivas.

1º Momento – Aula de campo: na aula de número 13 da sequência investigativa, foi realizada a aula de campo. Essa atividade foi realizada no dia 24/11/2022, no período matutino, entre as 7h às 12 horas, na área rural denominada Gleba Rio Vermelho, no sítio chamado Estrela do Sul, situado no lote 131, linha 02. Essa região é situada na zona Norte do município de Rondonópolis-MT, cuja distância é de cerca de 25 quilômetros da escola Domingos. Os proprietários do sítio foram contatados previamente pela pesquisadora e, por já terem participado juntos de outro projeto de pesquisa em educação ambiental, aceitaram receber os estudantes para a aula de campo e as ações de plantio de mudas nativas no entorno de uma nascente localizada na propriedade.

Essa atividade foi organizada de forma conjunta, contando com o auxílio da gestão administrativa e pedagógica da escola. A diretora concordou e deu apoio institucional para a realização da aula de campo, fornecendo o transporte escolar<sup>3</sup> e o lanche para os estudantes. A professora regente (da turma em que se deu a pesquisa), colaborou na elaboração do plano didático e preenchimento do formulário de autorização da aula de campo. A coordenação pedagógica auxiliou no encaminhamento do plano e do formulário para a Diretoria Regional de Educação de Rondonópolis (DRE), como também auxiliou na reunião com os pais e responsáveis para apresentar o plano didático e colher as assinaturas de autorização para que os estudantes participassem. A coordenadora ainda acompanhou, presencialmente, a aula de campo, contribuindo com os cuidados e orientações para a turma. Os estudantes foram orientados a usar trajes confortáveis, com itens de segurança, como: calça comprida, camiseta de uniforme, camisa de manga longa, tênis ou botina, boné ou chapéu, além de levaram materiais individuais, como garrafinha de água, filtro solar e repelente.

Após organizações iniciais na escola, o trajeto até a área rural, a chegada ao sítio e apresentações, as atividades tiveram início às 8h e 30min, contando com o total de 16 estudantes, quatro professoras, sendo uma delas a coordenadora. Participaram também da aula de campo uma professora e um estudante da Universidade Federal de Rondonópolis (UFR), que são, também, membros da ONG Arareau. Na parte inicial da aula de campo, essa professora<sup>4</sup> fez uma roda de conversa com os estudantes sobre a importância das matas ciliares que protegem os corpos d'água superficiais e da recuperação e revegetação de nascentes degradadas no Cerrado, pois esse bioma é considerado berço das águas. Essa professora, por meio das ações da ONG, cedeu as mudas de árvores nativas do Cerrado e o hidrogel para o plantio.

Em seguida, os estudantes organizaram-se em grupos, contendo de duas a quatro pessoas, com o propósito de conhecer a área do sítio, fazer as anotações, perguntas, falar com os proprietários, coletar partes vegetais das árvores nativas para

---

<sup>3</sup> As viagens de ônibus na E.E. Professor Domingos Aparecido dos Santos são contratadas no início do ano, com recursos do PDE (Plano de Desenvolvimento da Escola) ou PDDE (Programa Dinheiro Direto na Escola), conforme o planejamento de atividades e projetos escolares feitos pelos docentes.

<sup>4</sup> A Dra. Simoni Maria Loverde Oliveira é professora titular e pesquisadora do curso de Ciências Biológicas, do Instituto de Ciências Exatas e Naturais, da Universidade Federal de Rondonópolis, Mato Grosso, UFR, e presidente do Grupo Arareau de pesquisa e Educação Ambiental, conhecida como ONG Arareau. Devido à parceria entre a pesquisadora e a dra. Simoni em outros projetos de educação ambiental e recuperação de nascentes ela participou como convidada dessa aula de campo.

as exsiccatas do mini herbário, fotografar, preencher o relatório da aula de campo e fazer o plantio das mudas nativas.

A aula de campo teve como meta principal proporcionar um momento para que os estudantes aplicassem os conhecimentos construídos por eles durante a sequência de ensino investigativo sobre a biodiversidade do Cerrado e a necessidade de preservação do bioma. Além disso, visou promover interações entre os estudantes, membros de uma comunidade assentada no Cerrado e membros da comunidade científica da UFR, fundamentada nas teorias vigotskianas, que desvelam a importância das interações sociais para a aprendizagem e para o desenvolvimento cognitivo. A esse respeito, Carvalho (2020, p. 4) pontua que:

A interação social não se define apenas pela comunicação entre o professor e o aluno, mas também pelo ambiente em que a comunicação ocorre, de modo que o aprendiz interage também com os problemas, os assuntos, a informação e os valores culturais dos próprios conteúdos com os quais estamos trabalhando em sala de aula.

Dentro dessa perspectiva, essa tarefa foi concretizada quando eles tiveram a oportunidade de visitar, conhecer, identificar espécies vegetais nativas do bioma Cerrado e conversar com os sitiantes e representantes da Universidade local, assim como também, puderam participar na prática de um processo de revegetação e recuperação de nascentes em uma área com formação savânica e fitofisionomia que pode ser classificada como Cerrado sentido restrito.

Nas observações de campo, foi possível identificar, juntamente com os estudantes, que essa área apresenta traços de desmatamentos anteriores, como a ocorrência de plantas invasoras e a substituição de vegetação nativa por pastagens. Isso se deve ao fato de que a Gleba Rio Vermelho faz parte de área de assentamento rural, portanto essas terras já foram exploradas pela agricultura e pecuária tradicional nas décadas passadas. Atualmente, os sitiantes recuperaram as áreas de preservação permanente para o Cerrado, conforme o código florestal e continuam buscando melhorias ambientais e recuperando a vegetação nativa do entorno das nascentes. Os atuais moradores utilizam o sítio para criação, compra e venda de gado de leite, produção de frutas e hortaliças para consumo local. Em suma, esse sítio é um exemplo de cuidados com o meio ambiente, contendo trechos de vegetação nativa preservadas e com manejos de recuperação de nascentes.

Após participarem da roda de conversa, explorarem a área do sítio, coletarem materiais, fazerem anotações e conversarem com os proprietários, os estudantes

participaram do plantio de mudas nativas e fizeram um piquenique no local. Alguns momentos dessa aula estão representados na Figura 18 e na Figura 19.

Figura 18 - Área de Cerrado onde ocorreu a aula de campo



Fonte: a pesquisa.

A foto à esquerda, da Figura 18, mostra a entrada do sítio Estrela do Sul e a foto da direita mostra uma mata ciliar no entorno de uma das nascentes da propriedade. Esta já está cercada e preservada.

Figura 19 - Aula de campo em uma área de Cerrado



Fonte: a pesquisa.

Na Figura 189 estão representados: a roda de conversa que aconteceu no início do encontro, o plantio de mudas nativas e a exploração do espaço pelos

estudantes. Nas covas feitas no dia anterior pela pesquisadora, antes de plantar as mudas, foram colocados aproximadamente um litro de hidrogel e um substrato que mantém a umidade na raiz das mudas por quarenta dias, favorecendo o desenvolvimento da planta. Esse material também foi fornecido pela ONG Arareau.

Os estudantes correram, subiram em árvores, se divertiram um pouco, ganharam frutas dos proprietários e, depois de agradecer bastante, retornaram de ônibus para a escola. Esse momento foi especialmente significativo, considerando que, nas rodas de conversa realizadas no início da pesquisa, a maioria dos estudantes revelou nunca ter visitado ou sequer conhecer áreas verdes com o bioma Cerrado preservado.

2º Momento – Confecção de materiais: nas aulas destinadas à confecção de materiais, os estudantes organizaram-se em grupos novamente. Foi orientado que cada grupo, a partir dos subtemas do Cerrado já pesquisado, produzisse um material concreto diferente, como: cartazes, painéis, pinturas, maquetes, mapas mentais, experimento, história em quadrinho e exsiccatas com partes vegetais de árvores nativas do Cerrado (coletadas na aula de campo) para que pudessem formar um mini herbário. Essas sugestões de materiais partiram dos estudantes e das professoras.

Cada grupo escolheu o tipo de material que gostaria de produzir, elaborou uma lista com os materiais necessários que a pesquisadora providenciou e, em seguida, deu início aos trabalhos. Nessa atividade, os estudantes mostraram-se bastante interessados, envolvidos e entusiasmados durante o processo de produção dos materiais. Esse momento permitiu que eles reorganizassem as mesas e carteiras da sala, trabalhassem em outros espaços da escola, como a sala de vídeo, o corredor e o pátio embaixo das árvores. Além de utilizarem diversos materiais, que comumente não são usados nas aulas do dia a dia, como tintas, pincéis, variados papéis, cola, papelão, entre outros. Importa mencionar que, por uma questão de sustentabilidade, eles foram orientados a evitar desperdício de materiais em geral, como também evitar ou minimizar o uso de materiais não recicláveis ou tóxicos para o meio ambiente e para eles, como isopor, cola de isopor, plástico filme, fita adesiva forte, EVA, entre outros.

Atividades dessa natureza proporcionam momentos que afastam os estudantes de uma educação estática, passiva e limitante, permitindo-lhes explorar a criatividade e a inventividade, o que aproxima esse tipo de ensino da categoria freireana da

alegria. Freire (1992) se assume contrário a uma educação castradora, com projetos pedagógicos domesticadores, e defende que, em sua essência, a educação seja “[...] aberta, democrática, que estimule nas crianças o gosto da pergunta, a paixão do saber, da curiosidade, a alegria de criar e o prazer do risco sem o que não há criação” (Freire, 1992, p. 71). Nessa perspectiva, os trabalhos produzidos pelos estudantes, que envolveram atividades manuais, com o uso de materiais concretos, promoveram situações lúdicas e momentos descontraídos. A Figura 20 representa as produções de cartazes, maquetes, pinturas e a confecção de exsiccatas.

Figura 20 - Confeção de materiais sobre o Cerrado



Fonte: a pesquisa.

As exsiccatas, que juntas compuseram um mini herbário, foram feitas de partes vegetais de árvores do Cerrado, coletadas na aula de campo. Os estudantes seguiram os passos de seleção, organização e desidratação dessas partes vegetais. Após desidratados, esses materiais foram plastificados e penduradas em um galho seco, coletado em uma região de mata, próxima ao bairro da escola. Essa organização das exsiccatas formou a *árvore memorial do Cerrado*, nome sugerido pela professora regente da turma e acolhido pelos demais participantes. Outro material produzido por alguns estudantes diz respeito às histórias em quadrinho, as quais estão representadas na Figura 21 e na Figura 22.

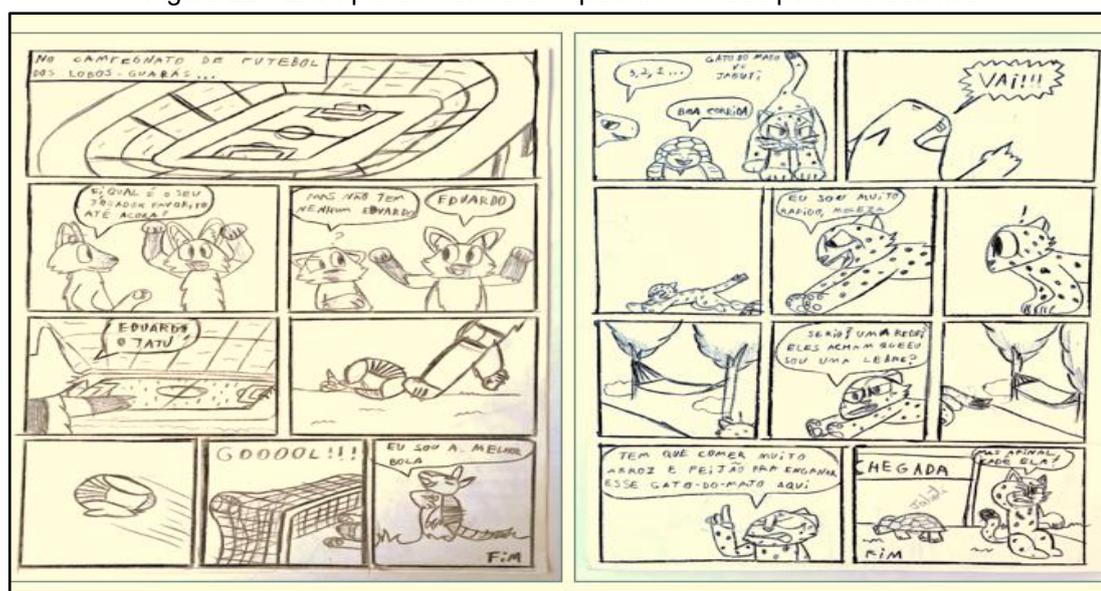
Figura 21 - Exemplo de história em quadrinho criada pelos estudantes



Fonte: a pesquisa.

Os quadrinhos contam uma história sobre o Cerrado criada pelos estudantes. Alguns fizeram esse trabalho utilizando a internet, por meio de programas específicos, como esse da Figura 21 e outros estudantes produziram suas histórias em quadrinho de forma manual, como representado na Figura 22.

Figura 22 - Exemplo de história em quadrinho criada pelos estudantes



Fonte: a pesquisa.

A primeira história em quadrinho, intitulada *Salvando o nosso bioma*, foi idealizada por um grupo de estudantes composto predominantemente por meninas. Já a segunda história em quadrinho, intitulada *No campeonato de futebol dos lobos*

*guarás* e a terceira com o título *Gato do mato versus jaboti* foram produzidas por estudantes do sexo masculino. É interessante perceber que essas características de gênero aparecem nos temas e personagens escolhidos para que pudessem falar sobre o Cerrado. Todos os materiais produzidos foram expostos na Mostra das Eletivas e utilizados pelos estudantes para explicar sobre o bioma Cerrado para os visitantes.

3º Momento – Mostra das Eletivas: trata-se de um evento cultural que marcou a culminância das disciplinas eletivas, por meio da apresentação dos trabalhos desenvolvidos pelos estudantes e docentes. Foi realizada na Escola Domingos no dia 07/12/2022, nos períodos matutino e vespertino, envolvendo todas as turmas do Ensino Médio. A Mostra faz parte da programação da escola e está alinhada com o Documento de Referência Curricular para Mato Grosso (DRC-MT), que prevê a oferta do componente curricular eletivas. Esses componentes são descritos como “[...] unidades curriculares que possibilitam a experimentação de diferentes temas, vivências e aprendizagens, com o propósito de diversificar e enriquecer a trajetória curricular escolhida pelo estudante” (Mato Grosso, 2020, p. 2).

No ano de 2022, como parte do Novo Ensino Médio, as disciplinas eletivas foram desenvolvidas nas quatro grandes áreas do conhecimento: a área de Linguagens e suas tecnologias; a área de Matemática e suas tecnologias; a área de Ciências da Natureza e suas tecnologias e área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Nesse sentido, todos os professores da escola, que ministraram essas disciplinas, participaram da Mostra das Eletivas com suas turmas, apresentando os trabalhos desenvolvidos ao longo do ano por essa disciplina. Tais trabalhos buscaram aprofundar os conhecimentos científicos das disciplinas convencionais que fazem parte da formação geral básica, conforme a apresentado na BNCC.

Foi perceptível que os estudantes sentiram satisfação em participar das atividades da Mostra, revelando estarem em um processo de aprendizagens significativas no sentido da alfabetização científica. Nessa linha de raciocínio, Zompero e Laburú (2016, p. 37), comentam que “[...] a proposição de atividades investigativas tem por finalidade permitir também a atribuição de significados pelo aluno ao conteúdo desenvolvido, levando-o à aprendizagem”. Nos dois períodos desse dia foram observados momentos de alegria e descontração, mas sem deixar de lado a dedicação e o compromisso com os trabalhos. Alguns momentos desse evento podem ser observados na Figura 23.

Figura 23 - Representação da participação dos estudantes na Mostra



Fonte: a pesquisa.

Conforme pode ser constatado, tanto durante a montagem, quanto na apresentação e desmontagem dos materiais expostos, os estudantes se prontificavam para realizar as tarefas. Na Figura 24 estão representados alguns dos materiais produzidos pelos estudantes.

Figura 24 - Representação das produções dos estudantes apresentadas na Mostra



Fonte: a pesquisa.

Essa figura representa um pouco dos materiais expostos e apresentados na Mostra das Eletivas, na área de Ciências da Natureza, como painéis abordando

plantas medicinais e animais do Cerrado, cartazes, mapa mental, pinturas, maquete, árvore memorial do Cerrado, com as exsiccatas penduradas, frutas e comidas típicas. Lembrando que estudantes de outras turmas também participaram produzindo materiais para a Mostra, mas esses em destaque foram produzidos pelos participantes da pesquisa.

Cabe destacar que cada grupo de estudantes organizado durante a sequência de ensino investigativo produziu um tipo de material diferente, que foi escolhido por eles, a partir de sugestões oriundas da própria turma e das professoras, pesquisadora e regente. Nesse sentido, pode-se afirmar que, na maior parte do desenvolvimento da SEI, os estudantes foram avaliados positivamente; mostraram sinais de cansaço em momentos em que as atividades ficaram repetitivas, como na segunda roda de conversa e nas aulas finais da sistematização dos conhecimentos, em que apenas alguns estudantes mostraram menos interesse. Contudo, no geral, a maioria revelou protagonismo ao dar sugestões de atividades, participar das decisões e desenvolver as atividades com criatividade, autonomia e atitude.

#### **6.1.4 Indicadores da alfabetização científica dos estudantes**

Após as rodas de conversa e as entrevistas iniciais, foram identificados os saberes prévios dos estudantes sobre o Cerrado, assim como as lacunas e limitações acerca desses entendimentos. Nesse momento pedagógico, os estudantes demonstraram já possuir mais noções sobre o meio ambiente em geral, bem como a importância de sua conservação. Logo, a SEI concentrou-se principalmente nas construções sobre as características do Cerrado, na criticidade dos problemas que afetam o bioma e na questão-problema proposta pelos estudantes: como podemos contribuir com a preservação do Cerrado? A partir daí, iniciaram-se as etapas de exploração, sistematização, contextualização, aplicação e comunicação dos conhecimentos que viriam a ser construídos pelos estudantes, sob a mediação da pesquisadora.

Relevante se faz registrar que as aprendizagens dos participantes deste estudo foram averiguadas em todas as etapas das atividades investigativas, em todos os tipos de produções realizadas, como: as pesquisas na internet; as leituras; os resumos; as apresentações orais; a elaboração de materiais concretos; a participação na aula de campo, na mostra cultural, como também nas entrevistas. No entanto, nessa seção, são apresentadas as evidências das aprendizagens dos estudantes

comparando-se os resultados das entrevistas iniciais com as entrevistas finais, sendo que as entrevistas finais ocorreram após as intervenções pedagógicas da SEI.

A interpretação desses resultados foi realizada por meio da análise reconstrutiva do discurso, técnica na qual são realizadas microanálises sequenciais de fragmentos do discurso individual, conforme Rosenthal (2018). Das respostas às questões das entrevistas, foram extraídas e organizadas as seguintes unidades de significado ou campos temáticos dominantes: conceito de bioma; características gerais do Cerrado; motivos do desmatamento do Cerrado; conceito de floresta invertida e conceito de berço das águas; formas de contribuir com a conservação do bioma Cerrado.

Com relação às análises das entrevistas iniciais, salienta-se que elas foram importantes também para conhecer o perfil dos estudantes, saber do que eles gostam, de quais tipos de atividades escolares já haviam participado, com quais eles mais se identificam e o que entendiam por investigação. Para além disso, possibilitou a observação dos saberes prévios relacionados ao meio ambiente e ao bioma Cerrado já desenvolvidos por eles. A partir de tais análises é possível afirmar que a maioria dos estudantes, nove entre os onze, revelou que nunca havia participado de atividades investigativas e apenas dois já escreveram trabalhos contendo introdução, desenvolvimento e conclusão, nas disciplinas de Língua Portuguesa e Ciências.

No tocante às atividades diferentes das quais os estudantes já participaram na escola, as respostas mais representativas foram: apresentação de seminários, indicada por sete estudantes; participação em gincanas, indicada por oito estudantes; dois estudantes relataram já ter participado de aulas de campo e de teatro na escola. Aqui foram consideradas como atividades diferentes aquelas práticas pedagógicas que se distanciam dos métodos tradicionais ou expositivos, nos quais os professores expõem os conteúdos e os estudantes os fixam por meio de exercícios escritos.

Krasilchik (2019, p. 80) explica que “[...] a aula expositiva, modalidade didática mais comum no ensino de biologia, tem como função informar os alunos. Em geral, os professores repetem os livros didáticos, enquanto os alunos ficam passivamente ouvindo”. Por outro lado, quando o professor acrescenta outras metodologias ao processo, como demonstrações, aulas práticas, pesquisas, produções com materiais concretos, ele amplia as possibilidades de aprendizagem dos estudantes.

Até mesmo a “[...] transição de um tipo de aula, em que só o professor fala, para uma outra modalidade em que há diálogo, é um sensível progresso na qualidade

das aulas” (Krasilchik, 2019, p. 82). Nessa direção, a autora defende que “[...] qualquer curso deve incluir uma diversidade de modalidades didáticas, pois cada situação exige uma solução própria; além do que, a variação das atividades pode atrair e interessar os alunos, atendendo às diferenças individuais” (Krasilchik, 2019, p. 79).

Retomando as questões com os estudantes participantes da pesquisa, quando perguntados se já participaram de feira de Ciências ou mostra cultural, dois estudantes responderam afirmativamente, enquanto nove responderam que nunca participaram. Com relação à produção de materiais ou atividades práticas, os trabalhos mais desenvolvidos pelos estudantes foram: cartazes, painéis ou murais, indicado por dez estudantes; leitura na biblioteca, indicado por oito estudantes; pesquisas no laboratório de informática, indicado por seis estudantes e confecção de maquetes, indicado por quatro estudantes.

Na questão sobre o que os estudantes entendem por investigação, as respostas versaram sobre pesquisar, descobrir, buscar, aprofundar, como mostram os trechos a seguir:

*E1 – De tentar descobrir algo que você não sabe, né? Ajudar uma pessoa a investigar alguma coisa, um caso que ela quer, isso aí, de investigação.*

*E2 – É o ato de investigar alguma coisa, né? Procurar saber.*

*E3 – Investigação? É uma palavra de querer saber, ter alguma curiosidade.*

*E4 – Um detetive. Uma lupa, um sobretudo, um chapéu.*

*E5 – É se aprofundar em algo, saber mais sobre aquilo.*

*E6 – Ah, talvez buscar respostas para uma coisa que não tem. Ou, por exemplo, tentar achar um sentido para alguma coisa, algo assim.*

*E7 – Investigar alguma coisa, procurar saber o que aconteceu.*

*E8 – Buscar alguma coisa que está oculta. Vem uma pessoa de jaleco branco, quando eu penso em cientista.*

*E9 – Vai investigando. É uma pessoa que descobre as vacinas, as bactérias, tudo.*

*E10 – A gente tem que fazer uma investigação para descobrir as coisas que a gente não sabe. Mexer com química, estudar sobre várias coisas que o ser humano desconhece.*

*E11 – Procurar saber mais sobre alguma coisa, tipo assim, se aprofundar em alguma coisa, investigar alguma coisa, tentar descobrir algo, essas coisas assim*

Os discursos produzidos pelos estudantes, participantes da pesquisa, revela que, mesmo não tendo participado de nenhuma investigação, os estudantes apresentaram noções do que se trata uma investigação científica, do fazer científico

e de sua importância. A respeito do dado apontado pelos estudantes, de que não haviam participado de atividades investigativas antes desse momento, Carvalho (2020, p. 3) destaca que:

A passagem da ação manipulativa para ação intelectual por meio da tomada de consciência de suas ações não é fácil para os alunos nem para o professor, já que conduzir intelectualmente o aluno fazendo uso de questões, de sistematizações de suas ideias e de pequenas exposições também não é tarefa fácil. É bem menos complicado expor logo o conteúdo a ser ensinado.

É fato que a organização de aulas, sequências ou atividades investigativas é bem mais dispendiosa, em termos de tempo, espaços e levantamento de materiais do que as aulas expositivas, o que dificulta a sua frequência nas escolas.

Em relação à pergunta se já tiveram aula de educação ambiental, todos os estudantes responderam afirmativamente. No que diz respeito às temáticas de meio ambiente já estudadas pelos estudantes durante as aulas na escola, as mais apontadas foram: poluição do solo, problemas relacionados ao lixo, resíduos sólidos, reciclagem, indicado por dez estudantes; poluição da água, desperdício, escassez da água, também indicado por dez estudantes; e poluição do ar, mudanças climáticas, aquecimento global, efeito estufa, indicado por nove estudantes. Quando indagados sobre o que se lembram de terem aprendido sobre o meio ambiente, após terem estudado todas essas temáticas, as respostas centraram-se nos cuidados com o meio ambiente:

*E1 – Ah, de não poluir, não desmatar, não jogar lixo, coisas estragadas, essas coisas que podem estragar o solo, essas coisas de poluição, queimadas...*

*E2 – Que a gente tem que conservá-lo, né? Que meio que nós somos o meio ambiente, a gente depende dele.*

*E3 – Na minha cabeça fica o quanto é importante ter a visão que a Ciência e a natureza quer passar pra gente, porque que nós não devemos poluir, matar, que é crime. Nós devemos conservar a natureza e a diversidade.*

*E4 – Ficou que é um tema bem recorrente, porque todas as coisas aqui eu lembro que foram de vários anos que eu estudei na escola. Então é algo que está sendo sempre bastante falado.*

*E5 – Ah, acho que eles queriam passar para que o mundo estivesse melhor, sem esse tanto de desmatamento, queimas, escassez de água, todo momento que você passa tem alguém na rua com uma mangueira ali, eu acho que é sobre isso, que é a preservação de tudo que temos.*

*E6 – Ah, eles passam basicamente a ideia do problema que atualmente está ocorrendo muito, que é desmatamento, queimadas e tal. O que muito é pregado na*

*escola é sobre queimadas, que a gente aprende todo ano basicamente. Eu aprendi no primeiro ano, ano passado eu aprendi, no sétimo ano eu aprendi sobre isso, é um tema recorrente, então acho que é isso que fica mais na minha cabeça.*

*E7 – O que ficou pra mim foi evitar o desmatamento das árvores, das florestas, que são boas para a gente. Evitar a poluição da água e o solo também.*

*E8 – A preservação da água, diminuir a poluição, porque a água é que faz viver, se poluir a água não tem como viver. Então os animais dependem da água também.*

*E9 – Ah, é importante estudar, porque se você começa a jogar lixo no chão, o animal vem e come, passa mal e morre, aí a gente vai perdendo o número de animais, vai poluindo a mata, a mata vai começar a morrer. Igual rios, né? Se começar a fazer casa vai começar a ter pouca água, que tem muitos estados que estão sem água já, entendeu?*

*E10 – Sobre as poluições, que eu estudei bastante sobre elas. Sobre as doenças que as poluições podem causar, os estragos... tudo.*

*E11 – É mais sobre cuidar do meio ambiente. Tipo cuidar de uma planta, não jogar lixo fora do lixo.*

Nas respostas dos estudantes sobre os temas de educação ambiental já estudados por eles, além de desmatamento e queimadas, foram citados de forma recorrente os tópicos relacionados ao lixo. Esse tema foi bastante trabalhado na educação ambiental escolar nas décadas passadas (Grandisoli, 2020). Salienta-se que, ainda nos dias atuais, os problemas relacionados ao lixo e à poluição do solo, da água e do ar continuam relevantes e precisam ser amplamente discutidos, uma vez que essa questão ambiental, que afeta sobretudo os centros urbanos, está longe de ser superada e vem se agravando cada vez mais (Layrargues, 2002).

Entretanto, faz-se necessário abarcar esse problema em toda a sua complexidade para não incorrer em reducionismo do mesmo. Em seu artigo *O cinismo da reciclagem*, Layrargues (2002, p. 186) explica que:

Apesar da complexidade do tema, muitos programas de educação ambiental na escola são implementados de modo reducionista, já que, em função da reciclagem, desenvolvem apenas a Coleta Seletiva de Lixo, em detrimento de uma reflexão crítica e abrangente a respeito dos valores culturais da sociedade de consumo, do consumismo, do industrialismo, do modo de produção capitalista e dos aspectos políticos e econômicos da questão do lixo.

Grandisoli *et al.* (2020, p. 63) destacam a importância de que o problema do lixo, no âmbito da educação ambiental escolar, não seja abordado de maneira autoritária, superficial ou individualizante, ao afirmarem que:

No contexto dos complexos problemas socioambientais da atualidade, marcados por incertezas, não há outro caminho senão o de reconhecer e alinhar demandas, expectativas e interesses dos diferentes grupos envolvidos, pois é sabido que práticas de educação ambiental, quando autoritárias, culpabilizadoras e com foco exclusivo na mudança de comportamentos, do tipo “jogue o lixo no lixo”, sem questionar as relações de poder, tendem ao fracasso.

Nessa perspectiva, desenvolver trabalhos relacionados ao lixo, resíduos sólidos e reciclagem do lixo, sem apresentar os problemas e as contradições dessa questão, não conduz a uma visão crítica.

Ao serem indagados se eles consideram importante estudar sobre meio ambiente na escola, todos os estudantes responderam afirmativamente, relacionando o tema com a conscientização, com a informação e com a educação das crianças, como mostram os excertos:

*E1 – Porque tem muita gente, muita criança que não tem noção, então ela joga lixo em qualquer lugar, está bebendo alguma coisa e joga a garrafa, às vezes para ela é normal tirar uma plantinha ou outra, assim, não tem noção, né? Então é sempre bom explicar o porquê não pode matar o meio ambiente, essas coisas.*

*E2 – É, que nem eu falei: é o ambiente que a gente vive, a gente tem que aprender e conservá-lo para a gente continuar vivendo nele.*

*E3 – Eu acho que é importante eles saberem que isso não vai só prejudicar eles, como o mundo inteiro, o aquecimento global é uma das questões.*

*E4 – Acho, porque também cria uma conscientização pra gente, porque consequentemente na frente nós que podemos estar poluindo ou cuidando do meio ambiente.*

*E5 – Eu acho muito importante, porque eu amo o meio ambiente, só assim que nós vamos compreender que não é para fazer aquilo, porque se você fala uma vez só ninguém vai colocar aquilo na cabeça, agora se for tentando, tentando, às vezes já entra e esse futuro cresça melhor do que o passado, né?*

*E6 – Eu acho que é importante, porque às vezes a pessoa pode ter uma ideia errada, por exemplo, ela vive em um lugar e ela vê o pai ou a mãe queimando as coisas, fazendo queimada, às vezes pode mudar a visão dela, pode tentar... às vezes é difícil, mas ela pode tentar mudar a visão do pai, da mãe, e transformar, tipo, menos queimadas e tal. Eu acho que é bom, é vantajoso.*

*E7 – É importante, porque se eles não aprendem pequenos, quando eles ficarem maiores eles não vão entender por que o mundo está acabando, acaba a natureza, com o Cerrado, essa poluição.*

*E8 – Para desde cedo aprender a preservar e prevenir a poluição tanto do solo, da terra, da água, para não fazer no futuro. Aí já tem uma noção de que isso faz mal para o planeta, para a saúde.*

*E9 – Então tem que cuidar do meio ambiente, não jogar lixo no chão, não ficar gastando água, cuidar dos animais, não ficar matando os animais.*

*E10 – Porque o meio ambiente faz parte do nosso dia a dia, se a gente acabar com ele não vai sobrar mais nada. As árvores que produzem o oxigênio, se a gente acabar com elas vamos morrer.*

*E11 – Porque infelizmente ninguém vai atrás disso então é sempre bom alguém incentivar você a ver sobre.*

Muitos estudantes, ao relatarem sobre a importância das aulas de educação ambiental na escola, apresentam uma visão pessimista, focada nos problemas ambientais, como visto nesses trechos do E11. Outros apresentam uma visão romântica ou ingênua, que reflete a educação ambiental conservacionista, como os estudantes E1, E5 e E9. Outros apresentam uma visão pragmática, voltada para a resolução de um problema, como o E2, E4, E6, E8 (Layrargues; Lima, 2014).

Os estudantes E3, E7 e E10 apresentaram uma visão um pouco mais crítica ao relacionarem a educação ambiental escolar com questões mais amplas, como o aquecimento global. No entanto, nenhum dos estudantes apresentou a criticidade no sentido das transformações estruturais da sociedade (Layrargues; Lima, 2014). Assim, torna-se fundamental, abarcar uma “[...] práxis educativa, crítica e dialógica, sendo necessário estruturar processos participativos que favoreçam a superação das relações de poder consolidadas e garantir o exercício da cidadania” (Costa; Loureiro, 2017, p. 118).

Com relação ao bioma Cerrado, tema que ainda viria a ser estudado por meio da sequência investigativa, a título de reforçar a sondagem dos saberes prévios dos estudantes, além das rodas de conversa, os estudantes também foram indagados individualmente nas entrevistas iniciais. Além de indicar os saberes prévios para direcionar a SEI, os entendimentos iniciais dos estudantes sobre o Cerrado também foram utilizados como parâmetro para verificar o quanto eles avançaram na construção e reconstrução dos conhecimentos.

A respeito dos conhecimentos básicos do bioma Cerrado, como características gerais, distribuição geográfica, tipos de formações, a maioria não soube responder, preferindo não formular uma resposta. Sobre as árvores nativas do Cerrado, três estudantes não lembraram nenhum nome e os outros foram citando no máximo duas espécies, incluindo ipê, aroeira, pequi, cajá manga e ingá.

Da mesma forma, os animais citados foram onça, capivara, tatu e lobo guará. Nesse momento do estudo, sete estudantes não mencionaram nenhum animal do Cerrado. Acerca da denominação conceitual do Cerrado, como *floresta invertida*, nenhum dos onze estudantes havia ouvido falar. Quanto aos motivos pelos quais o bioma já foi e continua sendo desmatado, um estudante não soube responder. As respostas dos outros dez estudantes relacionaram o desmatamento à retirada de madeiras, queimadas, poluição e construções. Infere-se que, a extração de madeiras não é uma realidade tão impactante no Cerrado, como nas áreas de floresta amazônica, bioma também presente no norte do estado de Mato Grosso (Leite-Filho *et al.*, 2018). A maioria não mencionou o agronegócio, sendo que apenas os estudantes E6, E7 e E11 relacionaram com as práticas agrícolas, como observado nos trechos:

*E1 – Muita gente usa a árvore, né? Então eles acabam desmatando. As queimadas não sei por quê. Eles tiram as plantações do solo para construir, então quanto mais constroem mais querem construir, então vai desmatando o solo, essas coisas.*

*E2 – Porque ele é rico, tem bastante... como eu falo? Eu só sei que o solo dele é rico.*

*E3 – Eu acho que é mais falta de consciência das pessoas. Se elas tivessem a mesma visão de todo cientista que quer cuidar, que tem, o mundo não seria perfeito, mas seria bom.*

*E4 – Por causa da madeira daqui ser bem mais rígida, com uma qualidade maior.*

*E5 – Para construir fábricas de comercialização, plantações de soja, milho, algodão, esses exemplos assim.*

*E6 – Ah, geralmente é para abrir espaço para fazenda, para práticas agrônomas, seja de gado, às vezes faz uma fazenda para vender madeira, que é muito comum etc.*

*E7 – Porque ele tem uma terra muito boa, para plantação ou colocar gado.*

*E8: Para fazer produto para a sociedade, tipo essas cadeiras de madeira mesmo, assim, também vieram desmatados aqui dessa região do Cerrado. Eles cortaram as árvores, fizeram.*

*E9 – Estão desmatando para fazer construção, né? Fazer grandes construções, aí estão desmatando tudo, não estão replantando as árvores de novo. Também para fazer papel, né? Porque usa a madeira para fazer papel, para fazer andaime, essas coisas todas, tudo com madeira.*

*E10 – Depende, por causa da madeira, o minério que é muito importante pra nós, a gente usa muito e para construir coisas, tipo, tem fazendas que as pessoas desmatam para construir a fazenda.*

*E11 – Por causa do solo, pra fazer plantio de soja, milho. Como tem uma parte grande do Cerrado aqui no Mato Grosso, eles estão desmatando bastante para fazer isso. Construir fazenda em cima.*

Cabe ressaltar que, conforme Loverde-Oliveira e Reynaldo (2015), a ocupação territorial no estado de Mato Grosso, desde o início, foi pautada em um tipo de exploração e apropriação dos recursos naturais que desconsiderou de forma recorrente as diretrizes de sustentabilidade e uso racional, gerando impactos ambientais de várias ordens, levando em conta:

O fato de que tenha prevalecido em Mato Grosso o modelo de ocupação baseado na grande empresa agropecuária contribuiu sobre maneira para a perda da cobertura vegetal originária – até porque sua exigência básica e inicial é justamente a derrubada desta cobertura vegetal – e para o surgimento de uma série de problemas ambientais como pragas, assoreamento de rios, voçorocas, erosão do solo, alterações climáticas, entre outros (Loverde-Oliveira; Reynaldo, 2015, p. 98).

Além da dilapidação dos recursos naturais e o surgimento de problemas ambientais graves, como o assoreamento de rios, a erosão do solo, o aumento de pragas, a contaminação química de solos e águas por agrotóxicos, ignorando as formas de usos tradicionais da terra pelos povos originários, esse tipo de ocupação também causou a extinção de várias etnias locais. Os autores sustentam que:

Tendo como objetivo a organização da produção em bases lucrativas, a implantação dos grandes projetos agropecuários exigiu de imediato, uma dupla limpeza: a dos "obstáculos naturais" oferecidos pela cobertura vegetal originária à implantação da agricultura comercial e/ou da pecuária em larga escala, e uma espécie de "limpeza étnica", que se concretizou através da expulsão ou da dizimação pura e simples das populações indígenas, também encaradas como obstáculos à ocupação das áreas visadas pelos empreendimentos (Loverde-Oliveira; Reynaldo, 2015, p. 98).

Com a intenção de limpar o solo para o plantio, extensas áreas de Cerrado foram desmatadas a partir da "[...] implantação dos projetos agropecuários, implicando não apenas no empobrecimento da biodiversidade, como também, ignorando a rica diversidade dos recursos naturais da região" (Loverde-Oliveira; Reynaldo, 2015, p. 98). Sem estudos relacionados ao potencial ambiental das espécies nativas não houve preocupação com sua preservação "[...] salvo aquelas já conhecidas que poderiam ser exploradas comercialmente" (Loverde-Oliveira; Reynaldo, 2015, p. 98). Como observado, a compreensão crítica da degradação do bioma Cerrado envolve a análise da forma "[...] imediatista e predatória com a qual os grandes empreendimentos capitalistas utilizaram" os recursos naturais da região em favor da

“[...] pecuária e da agricultura em larga escala, apropriando-se, para isso, do solo e do subsolo” (Loverde-Oliveira; Reynaldo, 2015, p. 98).

Retomando a análise das questões das entrevistas finais, que foram realizadas após as intervenções de todas as etapas e atividades da sequência de ensino investigativa, registra-se que ao ser solicitado dos estudantes que falassem sobre o conhecimento que possuíam acerca do bioma, a maioria dos estudantes formulou uma definição condizente com a bibliografia científica, como visto nos trechos:

*E1 – Um conjunto de diferentes ecossistemas.*

*E2 – É o conjunto de fauna e flora, onde tem o clima, o solo, é só isso que eu lembro.*

*E3 – Bioma é uma formação de vegetação com uma biodiversidade, tem a biodiversidade de todos os tipos de bioma, como o Cerrado, Pantanal, Amazônia, então é toda essa diversidade de biomas.*

*E4 – É o conjunto da fauna, da flora e do clima do Cerrado.*

*E5: Um bioma são árvores, rios, é tudo junto, animais, é tudo misturado que forma o bioma.*

*E6 – Ah, é uma formação vegetal que junta fauna, flora, basicamente isso, que junta uma biodiversidade no lugar.*

*E7 – Bioma é onde habitam os animais com tipos diferentes de clima e solo, de árvores também, que tem umas árvores que nascem mais em lugares chuvosos e outras não.*

*8 – É um conjunto de fauna e flora, mas dependendo do solo, do clima e das chuvas que tem no ambiente.*

*E9 – Um bioma é um conjunto de animais, plantas, árvores, capim um pouco alto e alguns lugares são mais úmidos e outros são mais secos no bioma.*

*E10 – Bioma é um conjunto de plantas, animais, o solo, mineral que tem nele, e o clima.*

*E11 – É uma junção da fauna, flora, solo, clima, a quantidade de chuva que também afeta muito o solo, que afeta a flora, que também afeta a fauna. É uma junção de tudo isso.*

Conforme Coutinho (2016), o conceito de bioma já passou por várias modificações, sendo amplamente aceito, atualmente, o entendimento de bioma como um macroambiente natural, que inclui a fauna e a flora, além das condições físicas e químicas da região. O autor define bioma como:

Um espaço geográfico natural que ocorre em áreas que vão desde algumas dezenas de milhares até alguns milhões de quilômetros quadrados,

caracterizando-se pela sua uniformidade de clima, de condições edáficas (do grego *édaphos* = solo) e de fitofisionomia vegetal (Coutinho, 2016, p. 32).

No que se refere aos conhecimentos básicos relacionados ao bioma Cerrado, todos os estudantes souberam responder satisfatoriamente. Os onze participantes informaram os três biomas presentes no estado de Mato Grosso e citaram os principais estados do Brasil que concentram a distribuição geográfica do bioma Cerrado. Com relação às características gerais do Cerrado, a maioria dos estudantes apresentou respostas um pouco mais completas e consistentes, quando comparadas com as respostas das rodas de conversa e entrevistas iniciais.

*E1 – É uma formação vegetal que conta com uma grande biodiversidade, conhecida como a segunda Savana brasileira e é o segundo maior bioma do Brasil.*

*E2 – Tem as árvores tortuosas, a maioria o clima é seco, só isso que eu lembro.*

*E3 – Tem aqueles troncos que fazem enrolações em diferentes.*

*E4 – É, o segundo maior é o Cerrado e está em quatro regiões do Brasil inteiro.*

*E5 – Não lembro.*

*E6 – Bom, uma vegetação que varia de solos campestres, as florestas densas, os troncos são tortuosos, arbustos, tem gramíneas. E é um local com grande potencial aquífero e tal.*

*E7 – Não lembro.*

*E8 – As árvores tortuosas, rochas, vegetação diversificada, bastante.*

*E9 – Troncos tortuosos e pouca folhagem*

*E10 – Ah, o Cerrado é um bioma com árvores troncudas, de troncos grossos, o clima lá é tropical, sazonal, e o solo... esqueci sobre o solo.*

*E11 – Solo arenoso, árvores tortuosas e secas.*

Sobre os diferentes tipos de formações vegetais que existem no Cerrado, foram citados pela maioria dos estudantes: Campo Limpo; Campo Sujo; Cerrado típico; Mata Seca; Cerradão; Matas de Galeria; Cerradão; Matas de Galerias e o Cerrado Rupestre. Acredita-se que, em função das pesquisas que fizeram, eles nomearam a maioria das formações fitofisionômicas do Cerrado, conforme a classificação apresentada por Ribeiro e Walter (2008).

Quanto às espécies de árvores e animais nativos do Cerrado, os estudantes informaram uma quantidade razoável de espécies, comparando-se às asserções iniciais. Cada estudante citou, em média, oito árvores nativas do Cerrado, as quais foram estudadas nos grupos de pesquisa e as espécies de árvores nativas citadas pela maioria dos estudantes foram: pequi; aroeira; buriti; graviola; ingá; copaíba; ipê

amarelo; jatobá; caju; pata de vaca; pau doce; embaúba; cabaceira; copaíba; cagaita; e sucupira. Estas espécies nativas compõem as formações florestais, como as matas ciliares do complexo de Cerrado, conforme os inventários botânicos da região (Duboc, 2004). Tem-se que, “[...] as formações florestais do Cerrado englobam os tipos de vegetação com predominância de espécies arbóreas, com a formação de dossel contínuo” (Sano; Almeida; Ribeiro, 2008, p. 164).

O mesmo aconteceu quando perguntados sobre os animais endêmicos do Cerrado, todos os estudantes lembraram e citaram entre seis e oito espécies. Dentre os quais, os mais lembrados foram: lobo guará; onça pintada; tamanduá; macaco prego; tatu-canastra; ema; tamanduá bandeira; capivara; anta; papagaio; tucano; ema; coruja orelhuda; saruê; jabuti; veado campeiro; seriema; gato do mato; e cachorro do mato. Conforme (Alberici, 2020), muitos desses animais estão ameaçados de extinção devido à supressão do próprio bioma.

Em muitos casos, “[...] os animais precisam de áreas de vegetação nativa para sobreviver, como as Áreas de Preservação Permanente e a Reserva Legal” (Alberici, 2020, p. 20). Outros fatores que causam a mortalidade dos animais do Cerrado são as queimadas e as estradas e rodovias, conforme destaca Alberici (2020, p. 9) “[...] infelizmente, colisões envolvendo animais nas rodovias de Mato Grosso são muito comuns”.

A identificação, por parte dos estudantes, das principais espécies que compõem a flora e a fauna nativas do bioma Cerrado é fundamental para a preservação dessas árvores típicas e animais silvestres. Isso porque, na ausência de conhecimento sobre a importância da biodiversidade para o equilíbrio dos ecossistemas, os princípios de cuidado e conservação tendem a ser negligenciados. Isso reforça “[...] a importância de selecionar áreas representativas para a preservação dessas espécies, áreas estas que não devem se restringir às terras impróprias à agricultura e à pecuária” (Sano; Almeida; Ribeiro, 2008, p. 16).

Após as intervenções da SEI, os estudantes também ampliaram significativamente a compreensão sobre os motivos pelos quais o Cerrado foi e ainda é desmatado, relacionando-os às principais atividades econômicas do estado de Mato Grosso. Essa questão evidencia o desenvolvimento de uma visão crítica por parte dos estudantes, uma vez que o modelo agroindustrial voltado à lógica do capitalismo está diretamente relacionado à supressão do bioma. A partir de um estudo realizado em

áreas de Cerrado, da região do Assentamento Carimã, situado no município de Rondonópolis-MT, Alves *et al.* (2020, p. 9) afirmam que:

No intervalo de 22 anos, 22,2% da cobertura vegetal foi suprimida da área ocupada pelo assentamento. De fato, nos últimos anos, acentuadamente a região foi dominada pela expansão agropecuária sem precedentes, advinda pelo acréscimo significativo na cultura de grãos e na pecuária. Este processo induziu grandes transformações na região e inclusive nas populações locais, principalmente no que se refere aos diferentes usos e ocupação da terra, causando conflitos entre as classes sociais.

Compreende-se de extrema relevância apresentar e dialogar com os estudantes acerca desses aspectos, o que coaduna com a educação ambiental crítica (Guimarães, 2020). Ao estudar a temática, observa-se as contradições existentes nas sociedades capitalistas se revelam de forma marcante ao se analisar criticamente a situação de um estado rico em biodiversidade como o Mato Grosso, que é contemplado pelos biomas Amazônia, Pantanal e Cerrado, cujas principais atividades econômicas estão ligadas à agricultura e à pecuária. Tais atividades dependem diretamente do ciclo hidrológico equilibrado, mas, em função de modelos conservadores e não sustentáveis, também são as principais causadoras de degradações ambientais que afetam esse equilíbrio, ao mesmo tempo em que colocam em risco a produção agrícola (Salmona *et al.*, 2023; Sawyer *et al.*, 2017).

O ponto nevrálgico da problemática acima mencionada reside na perspectiva capitalista e predatória do agronegócio, que produz *commodities*, uma vez que as atividades desse setor são as principais causadoras de impactos ambientais. Nesse aspecto, os estudantes revelaram uma reconstrução significativa de conhecimentos, passando dos saberes cotidianos para os conhecimentos científicos, como visto nos excertos:

*E1 – Novas construções, desmatam o solo para construir novos lugares para trabalhar, criar o gado, para plantar soja, máquinas, essas coisas. Eu acho que é isso.*

*E2 – Foi mais pela expansão da agronomia, né? Que eles querem pegar parte do território para expandir o negócio deles. O que eu mais vejo por aqui é algodão, né? A terra do algodão.*

*E3 – É mais pelo agronegócio, porque o agronegócio tenta tirar um pouco da vida para tentar construir um pouco... como que as pessoas falam? É como se eles tirassem a natureza e colocassem criações de animais, como gado, tirar as vegetações, e aí eles colocam isso como agronegócio, que acaba com a nossa*

*natureza, e foi o que aconteceu muito no Mato Grosso, o crescimento do agronegócio.*

*E4 – Porque é uma área muito escolhida para o agronegócio, aí muitos desmatam para poder expandir ele.*

*E5 – Para plantação de soja, milho, algodão, desmatamento de madeireiros, de árvores, garimpo, nesse sentido...*

*E6 – Bom, geralmente ou é para venda de madeira ilegal, que derrubam as árvores e vendem, ou é para lavoura, para criação de gado, que tem que ter um campo grande e eles acabam fazendo isso e desmatando.*

*E7 – Por causa de algumas agriculturas, né? Empresa de madeira, uso do solo para plantação, e criação de gado também.*

*E8 – Mais por conta das plantações mesmo. Quer dizer, se fosse plantação para o país mesmo, para o Estado, para alimentar a população, sim, era até bom, mas é para exportar, então eles desmatam muito mais do que o necessário.*

*E9 – Para fazer plantação de soja, desmatou muito o Cerrado para fazer plantação de soja aqui.*

*E10 – Bom, tem a expansão agrícola, porque a agricultura aqui no Mato Grosso é essencial, muitas pessoas vivem da agricultura, então desmatam para crescer o agronegócio. Daí também tem para as madeireiras, elas precisam de madeira, então elas desmatam. E também por causa de minerais, as pessoas fazem garimpo ilegal para encontrar minérios valiosos.*

*E11 – Plantação de soja, tal, que vai desmatando para plantar, fazer plantio. Vai mudando o solo com muitos produtos químicos, vai acabando com o solo para poder plantar, também tem muito de gado, que desmata tudo, aí coloca gado em cima, o gado vai estragando a terra, aí aquela terra ali, mesmo se tirar o gado, não tem como plantar. Aí vai acabando com o Cerrado, vai acabando com o solo, vai mudando para outros lugares e vai acabando com o Cerrado.*

Acerca do conceito de floresta invertida relacionado ao título de berço das águas atribuído ao Cerrado, todos os estudantes souberam responder, com suas palavras, de forma coerente, conforme pode ser observado nos trechos:

*E1 – Então, as raízes bem profundas, elas são responsáveis por absorver a água da chuva e depositar em reservas subterrâneas.*

*E2 – Bom, o que eu aprendi é que as raízes são maiores que os troncos das árvores e que elas sugam a água lá dos lençóis freáticos para levar para a árvore, porque lá é uma terra muito seca, não tem muita chuva. Aí ao mesmo tempo em que elas sugam, elas também trazem a água lá para os lençóis. Por isso é chamado de berço das águas, por conta das bacias hidrográficas que as nascentes criam.*

E3 – Aquelas vegetações que as raízes são maiores embaixo e por cima ela é menor, redondinha, onde puxa mais as raízes embaixo na terra. Porque tem as duas colocações das raízes com as árvores, que as árvores ficam perto do berço d'água, onde sai nas nascentes, onde a gente passa e tem aquele frescor.

E4 – Sim, porque elas acabam preservando os minerais no solo, para que eles não soltem. E aí muitas vezes, quando não preservam, pode até rio secar com os minerais secando, aí vai descendo. Por causa da variedade hidrográfica dele, o potencial hidrográfico.

E5 – É sobre as árvores, as raízes das árvores serem maiores do que as árvores, porque às vezes crescem para puxar bastante água nas profundezas. É exatamente pelas raízes das árvores que crescem e ficam maiores do que elas, que puxam mais água para a nascente...protege as águas.

E6 – É sobre ter muitas raízes abaixo do solo, de ter até 20 metros abaixo do solo, e isso ajuda a formar nascentes, né? Por isso ele é até chamado de berço das águas.

E7 – Tem a ver que na floresta invertida as raízes são mais longas que as árvores, que puxa água do subsolo, aí criam nascentes que formam rios e as bacias hidrográficas...

E8 – As árvores do Cerrado não são muito altas em cima, mas como o Cerrado é um período seco, a maioria do período é seco, então as raízes ficam cada vez maiores. Aí tem os lençóis freáticos embaixo da água, elas penetram lá até encontrar esses berços, aí devolve para a árvore em cima. Aí com isso que devolvem, vai ficando uns canais das raízes, aí o berço das águas aproveita para ir subindo, criando as nascentes, aí bacias hidrográficas, rios.

E9 – A floresta invertida são as árvores tortas que... o Cerrado é um lugar muito sem água, aí a água fica muito embaixo da terra, seis, dez metros embaixo da terra, aí essas árvores, como elas precisam de muita água, elas vão criando grandes raízes até encontrar a água. E aí a água vai subindo para o solo e nisso encontra também as nascentes, que ela vai puxando tanta água para cima que essa água vai formando nascentes para fazer um novo rio. É o berço das águas porque tem várias nascentes e as nascentes se formam por causa dessas árvores, que é sempre uma nascente perto da outra.

E10 – Quando as raízes são maiores do que as árvores, que elas precisam pegar água lá do solo, bem lá no fundo, das nascentes lá embaixo. Por isso ele tem muitas nascentes, né? A maior parte das nascentes é no Cerrado.

E11 – Bom, é chamado de floresta invertida porque como o solo é muito arenoso, tem muita presença de componentes químicos, por cima do solo vai ficando ruim das árvores nascerem. E também pelo clima do local, não chove muito, muito sol, muito quente o sol. Aí as raízes ficam mais fundas para poder procurar água. E com isso vai descendo 100, 200, até 500 metros para procurar água. E com isso as raízes vão puxando a água, vai levando a água para cima e vai tendo as nascentes,

*que aí começa a ter o berço das águas, vai puxando a nascente, várias árvores fazendo isso, vai começar a ter nascente. E um fiozinho de água aqui e ali, vai fazer um rio, que aí é chamado de bacias hidrográficas. Aí até chamar de berço das águas, o Cerrado, por causa disso, da floresta invertida. Tem até um humor: se inverter o solo, vai ficar muito mais denso que a Amazônia pelas raízes que estão ali no fundo, porque são muitas, mesmo. E vai puxando, igual eu expliquei anteriormente, vai puxando aqueles fiozinhos de água bem lá no fundo mesmo, teria que ter poço artesianos para puxar essa água, a raiz vai fazendo isso. Aí vai puxando para cima, vai tendo aqueles fiozinhos de água e vai fazendo aquelas nascentes.*

O conceito de floresta invertida tem relação intrínseca com a importância de conservação do Cerrado, pois a supressão desse bioma contribui para a diminuição das chuvas, afeta o clima e as bacias hidrográficas (Salmona *et al.*, 2023). A orientação para que, durante a SEI, os estudantes explorassem o conceito de floresta invertida se deu na intenção de estimular a turma a descobrir o valor ambiental desse bioma, que é tão desprezado e, por isso mesmo, degradado. Muitas vezes isso ocorre pela falta de exuberância que algumas formações do Cerrado podem apresentar, se comparado às florestas tropicais, o bioma é considerado de menor importância na fila da preservação.

Conforme os autores estudados, as raízes dessas árvores podem atingir até 15 metros de profundidade, sendo que 70% da biomassa dessa vegetação, nas formações florestais do Cerrado, está no subsolo (Goudie, 2004; Pires, 2019). O estudante E11, claramente exagerou ao falar dessa metragem, contudo ele explicou detalhadamente o conceito. Após a gravação da entrevista, o estudante foi lembrado do tamanho possível dessas estruturas radiculares das árvores do Cerrado. De forma geral, os estudantes construíram conhecimentos significativos sobre essa questão.

Com relação à questão-problema, reorganizada pelos próprios estudantes a partir das questões problematizadoras iniciais, “Como podemos contribuir para a preservação do Cerrado?”, os resultados apresentados por eles nas entrevistas finais incluíram: estudar o assunto, conhecer o Cerrado, divulgar as informações científicas para a comunidade escolar, denunciar a destruição do Cerrado, não desmatar, não fazer queimadas, não destruir o solo, participar de movimentos sociais e plantar mudas de árvores nativas. Nessas respostas, os estudantes também demonstraram um avanço significativo de seus conhecimentos sobre o Cerrado, como observado nos trechos:

*E1 – Sim. Eu acho que não fazendo queimadas, não destruindo o solo, não cortando as árvores, essas coisas, não destruindo o Cerrado.*

*E2 – Eu acho que a população deveria ser mais consciente, né? Não desmatar, evitar queimada, evitar colocar lixo lá nos lugares, e ajudar a avisar a população, né?*

*E3 – Ter mais consciência, porque se a gente tiver consciência, a gente tem aquela coisa: não vou jogar lixo ali, porque é errado; não vou desmatar, não vou arrancar, não vou fazer isso porque é errado, porque vai prejudicar a natureza, não só a minha pessoa, vai prejudicar o mundo também.*

*E4 – Porque acho que quando não preserva às vezes pode impactar a gente com as bacias hidrográficas secando, a gente preserva as matas ciliares, aí muitas vezes a gente prejudica a fauna local e até nos mesmos. Podemos fazer nossa parte no dia a dia, né? Igual a gente nunca descartar o lixo de forma incorreta ou até mesmo colaborando, tem movimentos assim voluntários que a gente pode até participar.*

*E5 – Sim, cada um com sua parte. Aquele lixo que a gente joga no meio da rua, isso vai para um bueiro ou às vezes vai para o rio mesmo. E isso pode afetar animais que vivem lá. Ou um cigarro que joga pela janela de um carro, que pode pegar fogo e isso causa uma grande chama, que queima muitas espécies de vegetais e até mesmo os animais são queimados.*

*E6 – Eu acho que podemos contribuir sim. Claro que não tem como sumir com isso de uma vez, mas acho que se você vê e ignorar, não denunciar, se você cuidar, não sair queimando, sair desmantando... por exemplo, alguém tem um rancho e vai sair cortando tudo lá, não é assim. Então eu acho que cada um pode fazer sua parte, mesmo que não seja possível erradicar de uma vez. Porque a gente acaba criando uma consciência, passa para os nossos pais, os nossos pais passam para os amigos, os amigos passam para os amigos... é uma rede que continua.*

*E7 – Não desmatando, não botando fogo e diversas outras coisas.*

*E8 – Diminuindo as queimadas, não deixando mais desmatar para plantação, porque já é suficiente, desmatou foi 70, 60%, já está bom, está suficiente, não precisa mais.*

*E9 – Plantando mudas, toda vez que ver alguém botando fogo em algum quintal, algum lugar de Cerrado, ir lá e falar para ele não colocar fogo, denunciar. Não maltratar os animais silvestres quando ver um, entendeu? Quando for passar em algum lugar que tiver placa de animais que atravessam a rua, passar devagar para não atropelar.*

*E10 – Se cada um de nós hoje, oito bilhões de pessoas, plantar uma árvore, já ajuda muito, seriam oito bilhões de árvores no mundo a mais. Não jogar resíduos sólidos no chão, na natureza, porque a gente tem que preservar o nosso bioma, porque se a gente começar a jogar resíduos sólidos assim vai poluir mais o solo, não vai ter como a gente plantar nada, então a gente meio que vai ficar sem comida.*

*E11 – Podemos, principalmente com divulgação de pesquisas verdadeiras, que disparar fake news aí faz é piorar. Mas pesquisando bem, espalhando verdades, e você também não comprando... é difícil, assim, pelo dinheiro que a gente tem é difícil, mas você evitar de comprar coisas ilegais, no caso comprar uma cadeira que é feita de madeira ilegal, porque você está contribuindo. Um minério ali, que também tem bastante minas ilegais... é difícil, mas é bom evitar mesmo, porque vai desmantando, vai acabando, e como eu expliquei anteriormente isso afeta demais o meio ambiente.*

Salienta-se que, embora tenham avançado bastante, muitos estudantes mencionaram a questão de não jogar lixo, que não é um problema tão grande na zona rural, em biomas nativos, sendo mais impactante na região urbana. Além disso, nas respostas, observa-se que a maioria dos estudantes ainda não incorporou os processos coletivos da questão ambiental, citando mais as ações individuais. Essa visão ingênua ou reducionista da educação ambiental relaciona-se à concepção apresentada por Loureiro (2004, p. 80), ao explicar que essa tendência de educação ambiental é concebida como:

Ato comportamental pouco articulado à ação coletiva e à problematização e transformação da realidade de vida, despolitizando a práxis educativa. Como consequência, parte-se da crença ingênua e idealista de que as mudanças das condições objetivas se dão pelo desdobramento das mudanças individuais, faltando complexidade no entendimento das relações constituintes do ser.

Com o conjunto de atividades e produções realizadas, bem como as respostas das entrevistas iniciais e finais, os estudantes mostraram um avanço significativo nas aprendizagens. Contudo, com relação à educação ambiental, os estudantes mostraram que estão em processo de formular uma compreensão mais ampla e crítica sobre os problemas complexos envolvendo a relação entre o ser humano, a sociedade e o meio ambiente.

Com base no exposto, voltando ao eixo estruturante ensino por investigação, percebe-se que foram desenvolvidas aprendizagens importantes no decorrer do processo investigativo, como a construção de conhecimentos científicos significativos sobre o bioma Cerrado, na perspectiva da educação ambiental crítica, como também habilidades de autonomia, criatividade, criticidade e participação. Acerca de tal averiguação, Zompero e Laburú (2016, p. 27) admitem “[...] que as atividades de investigação podem promover a aprendizagem dos conteúdos conceituais, como também dos conteúdos procedimentais que envolvem a construção do conhecimento

científico”. Nesse sentido, infere-se que, em todas as etapas os estudantes aprenderam um pouco sobre o Cerrado e que aos poucos foram assimilando informações, construindo conceitos, consolidando os conhecimentos científicos.

Faz-se relevante salientar que os conceitos não são ensinados ou transferidos dos docentes para os estudantes em aulas diretivas ou expositivas. A apropriação de conceitos, princípios ou postulados são abstrações construídas internamente e individualmente pelo aprendiz. É uma tarefa intencional e ativa que exige a atenção dos estudantes durante as mediações e estímulos realizados pelos docentes durante as aulas, nas quais, ao lançar mão de diferentes técnicas, aumenta as possibilidades de internalização. Ou seja, “[...] a aprendizagem de conceitos se dá por aproximações sucessivas [...] referem-se à construção ativa das capacidades intelectuais para operar com símbolos, ideias, imagens e representações que permitem organizar a realidade” (Brasil, 1997, p. 51).

No âmbito da construção de conhecimentos por meio de práticas e processo investigativos, Zompero e Laburú (2016, p. 28) colocam que:

Apesar da polissemia associada ao termo atividades de investigação, e da falta de consenso quanto às características das referidas atividades, admitimos que algumas delas devem estar presentes nas atividades investigativas como: o engajamento dos alunos para realizar as atividades; o levantamento de hipóteses, nas quais é possível identificar os conhecimentos prévios dos alunos; a busca por informações, tanto dos experimentos, como pela bibliografia que possa ser consultada pelos alunos para ajudá-los na resolução do problema proposto na atividade.

Além disso, assim como em todas as etapas da investigação, o momento da comunicação dos resultados dos estudos é essencial para consolidar as aprendizagens, pois “[...] tal como ocorre na Ciência, para que o aluno possa compreender, além do conteúdo, também a natureza do conhecimento científico que está sendo desenvolvido por meio dessa metodologia de ensino” (Zompero; Laburú, 2016, p. 28).

Considerando a forma como foi conduzido o processo da sequência de ensino investigativo pela pesquisadora e em consonância com a professora regente, por meio do método pesquisa participante, em que, em várias etapas, foi oferecido aos estudantes a oportunidade de decidir, em conjunto, as atividades a serem desenvolvidas, o planejamento inicial foi modificado. Esta modificação se fez necessária para propiciar a liberdade intelectual para os estudantes reconstruírem o problema de pesquisa, partindo das questões problematizadoras iniciais. Analisando

a participação e o envolvimento dos estudantes em todas as etapas e atividades da sequência de ensino investigativo, pode-se afirmar que foi concretizado um ensino por investigação, o qual pode ser classificado entre os graus 4 e 5. Conforme Carvalho (2018, p. 769), o grau 4 “[...] representa uma classe mais madura, já acostumada com o ensino por investigação, na qual os alunos estão acostumados a trabalhar em grupo e a tomar decisões para resolver os problemas”. Já no grau 5, o tema de estudo e o problema são “[...] escolhidos e propostos pelo aluno ou grupo de alunos, sendo muito raro nos cursos fundamentais e médio” Carvalho (2018, p. 769).

A autora coloca que, no ensino básico, esse grau 5 de autonomia investigativa dos estudantes é encontrado raramente nos projetos de feira de Ciências, uma vez que, nas atividades investigativas, é mais comum que o professor direcione os trabalhos e a elaboração das situações ou questões-problema já no início das pesquisas teóricas e aulas práticas realizadas com os estudantes. Isso ocorre devido às dificuldades dos estudantes em realizar as problematizações, já que estas têm relação com organizações teóricas complexas, assentadas em “[...] visões epistemológicas e sociais da construção do conhecimento científico. Essa ação pode, aos poucos, ser deixada para os estudantes, pois sempre o professor pode voltar a esses pontos na discussão das conclusões” (Carvalho, 2018, p. 771).

As autoras afirmam que, “[...] para o início do processo de alfabetização científica é importante que os alunos travem contato e conhecimento de habilidades legitimamente associadas ao trabalho do cientista” (Sasseron; Carvalho, 2008, p. 337). A forma com a qual os estudantes agem, no processo de discussão de um problema, tem relação com a presença de habilidades relacionadas ao fazer científico (Sasseron; Carvalho, 2008). Nessa direção, as autoras defendem que, no percurso do ensino de Ciências, surgem indicadores de que as habilidades científicas estão sendo trabalhadas pelos docentes e desenvolvidas pelos estudantes, apontando que a alfabetização científica está em processo de construção. Os indicadores de alfabetização científica têm relação com determinadas competências que podem ser aplicadas na “[...] resolução, discussão e divulgação de problemas em quaisquer das Ciências quando se dá a busca por relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levem ao entendimento dele” (Sasseron; Carvalho, 2008, p. 338).

As autoras organizam os indicadores em três grupos, em que cada um engloba um conjunto de atitudes e práticas que são acionadas na resolução de um

problema. De forma sintetizada, os três grupos de indicadores da alfabetização científica são: 1) atividades relacionadas ao tratamento dos dados obtidos em aulas investigativas (seriação, organização e classificação das informações); 2) atividades relacionadas à formação do pensamento científico, raciocínio lógico e proporcional; 3) atividades relacionadas ao “entendimento da situação analisada”, que se convergem no “levantamento de hipótese, teste de hipótese, justificativa, previsão, explicação” (Sasseron; Carvalho, 2008, p. 339).

Nesse processo de ensino e aprendizagem, é preciso lembrar que os estudantes fazem “[...] uso de diferentes indicadores em cada situação, conforme a tarefa com a qual estejam envolvidos” (Sasseron; Carvalho, 2008, p. 338). Ao contar com a curiosidade, a criatividade e a disposição típicas dos jovens, tem-se que as atividades investigativas em Ciências são “[...] verdadeiramente estimulantes e interessantes como fator de motivação para o trabalho” (Sasseron; Carvalho, 2008, p. 338). Assim, as autoras reforçam a “[...] ideia de que o ensino de Ciências deva ocorrer por meio de atividades abertas e investigativas nas quais os alunos desempenhem o papel de pesquisadores” (Sasseron; Carvalho, 2008, p. 338).

Conclui-se que, por meio da realização das atividades da sequência de ensino dessa pesquisa, os níveis de investigação podem ser classificados entre os graus 4 ou 5, que apresentam maior liberdade intelectual e autonomia para os estudantes e que os estudantes avançaram na alfabetização científica, uma vez que as reconstruções dos conhecimentos perpassam pela alfabetização científica.

Sasseron e Carvalho (2008, p. 335) relacionam os indicadores da alfabetização científica com a consolidação de três eixos estruturantes, sendo eles: a compreensão elementar de termos, conceitos e conhecimentos “[...] científicos fundamentais; compreensão da natureza da Ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente”. Isso posto, nessa pesquisa, conforme o nível de liberdade intelectual e produções realizadas pelos estudantes, ao final do processo, verifica-se que ocorreram significativas reconstruções, tendo em vista que os estudantes passaram dos saberes cotidianos e construíram conhecimentos científicos sobre o bioma Cerrado. Essas evidências indicam aproximações com uma alfabetização científica dos estudantes.

## 6.2 O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NA VISÃO DOS DOCENTES

Nessa seção, são apresentados os resultados da pesquisa empírica realizada com oito docentes da área Ciências da Natureza da Escola Domingos. A aplicação de questionários, contendo perguntas objetivas e dissertativas, deu-se com o objetivo de conhecer como os docentes dessa área incluem metodologias investigativas e desenvolvem temáticas da educação ambiental em suas práticas pedagógicas. E, dessa forma, identificar as possibilidades da construção de conhecimentos científicos por meio do ensino por investigação, sobretudo no campo da educação ambiental. Contudo, diante do fato de que a aprendizagem é um processo complexo, que envolve múltiplos fatores, a pesquisa também se propôs a identificar os desafios ou dificuldades do trabalho com as metodologias investigativas e com educação ambiental na percepção dos docentes.

A partir da análise sequencial dos discursos desses participantes, expressos nas respostas às questões propostas, foram abstraídas as unidades de significado. Com relação às possibilidades de construção de conhecimentos por meio do ensino por investigação, as unidades de significado, destacadas nos discursos dos participantes foram: o trabalho com projetos pedagógicos, promoção da alfabetização científica e desenvolvimento de habilidades, como curiosidade, criticidade, autonomia e participação. Quanto aos desafios da construção de conhecimentos por meio do ensino por investigação, as unidades de significado destacadas, a partir dos discursos dos participantes foram: a falta de formação continuada específica, a desvalorização da carreira docente e a precarização da educação.

### 6.2.1 As práticas investigativas dos docentes

As questões dirigidas aos docentes foram pautadas nos dois eixos estruturantes que guiaram esse estudo, sendo que, na primeira parte do instrumento de pesquisa, as perguntas foram relacionadas ao ensino por investigação e na segunda parte, as perguntas à educação ambiental com abordagem crítica.

A primeira questão proferida para os professores buscou saber se eles já tinham desenvolvido projetos de pesquisa ou atividades investigativas com suas turmas. Dos oito sujeitos, seis docentes responderam sim e dois responderam que ainda não realizaram esse tipo de atividade. Quando indagados se consideram

importante trabalhar com metodologias investigativas com os estudantes do ensino básico, os oito docentes responderam afirmativamente, justificando que:

*D1 – Sim. Acredito que produz bons resultados pelo envolvimento que os alunos desenvolvem, já que eles se responsabilizam pelo processo.*

*D2 – Sim, as metodologias ativas proporcionam aos estudantes se sentirem parte no processo ensino aprendizagem, também desenvolve o protagonismo e o senso crítico conforme o objeto investigado.*

*D3 – Sim. Porque permite aos estudantes a construção de novos conhecimentos, colocando-os em situações que eles lhes permitam pensar, investigar, discutir, para que sejam estimulados a adquirir novos aprendizados por meio da pesquisa.*

*D4 – Sim, acho importante, pois estimula a autonomia, mas dar liberdade é bem diferente de aceitar tudo que é entregue pelo aluno. A função nesse caso do professor é nortear, corrigir e fazer com que os alunos por exemplo consigam filtrar informações de fontes seguras e confiáveis.*

*D5 – Sim, para buscar novas ideias.*

*D6 – Sim, pois através da pesquisa eles constroem o seu conhecimento de maneira mais efetiva.*

*D7 – Sim, isso desenvolve melhor a curiosidade deles e autonomia.*

*D8 – Muito importante, pois somente a partir da investigação o aluno tem a possibilidade de desenvolver uma autonomia frente ao conteúdo que será assimilado.*

As respostas dos docentes indicam que eles reconhecem os aspectos positivos do ensino por investigação, buscando distanciar-se, quando possível, do ensino tradicional. Os participantes, ao comentarem essa resposta, apresentam argumentos relacionados ao desenvolvimento de habilidades científicas e atitudinais como: envolvimento; participação; protagonismo; raciocínio; argumentação; autonomia; curiosidade e construção de conhecimentos.

Na questão sobre já terem desenvolvido projetos para as Mostras Culturais ou Feiras de Ciências, sete docentes informaram que sim e um docente informou que nunca desenvolveu. Para os sete docentes que responderam afirmativamente, foi questionado se, nesse projeto, os estudantes foram autônomos para pesquisar, criar, desenvolver os trabalhos demonstrativos e apresentar suas aprendizagens. Como respostas, seis disseram que sim, que os estudantes tiveram liberdade intelectual e autonomia para desenvolver as atividades do projeto. Um docente respondeu que não e justificou sua resposta argumentando que:

*D4 – Pouquíssimos foram os alunos que realmente pesquisaram para saber sobre o que estavam falando, muitos não sabiam filtrar as informações, pegavam na internet a primeira que aparecia no google e tinha essa como verdade absoluta. Com relação a execução a maioria se dedicou, ajudando a arquitetar o projeto e as maquetes.*

Esse docente aponta alguns desafios para o desenvolvimento de atividades investigativas, como o desinteresse por parte dos estudantes e as dificuldades que eles possuem para realizar pesquisas confiáveis, do ponto de vista científico, na internet. Na sequência, foi questionado se os estudantes se envolveram satisfatoriamente no processo e os sete docentes que já desenvolveram projetos informaram que sim, sendo que alguns teceram comentários, como os descritos abaixo:

*D2 – É notório o envolvimento da maioria dos estudantes no processo.*

*D3 – Alguns estudantes não gostaram da parte da construção teórica do projeto, porém todos gostaram da construção prática para a exposição e apresentação na amostra.*

*D4 – Os alunos adoraram a atividade, mas não porque realmente era legal, senti que muito era pelo “enrolar” que na cabeça deles estava acontecendo, não tinha apostila, não tinha textos. Levei até uma caixa de som para ouvir música enquanto a oficina funcionava, porém, muitos, mesmo com todos os estímulos para participar insistiam em ficar apenas no celular.*

*D6 – A participação tem um percentual muito satisfatório, pois surge muitas curiosidades para serem respondidas.*

*D7 – Em todo projeto que eles se sentem mais autônomos eu observo que eles tendem a desenvolver muito o lado da curiosidade e irem atrás das respostas das perguntas. O lado da criatividade também aflora e muito.*

*D8: Cada estudante se comporta de maneira diferente, mas de forma geral eles se envolvem e mostram muitas habilidades que antes não eram demonstradas.*

Nessa questão, alguns docentes apontaram aspectos positivos, como o envolvimento, a autonomia e a criatividade. Contudo, muitos revelaram os aspectos negativos, como o fato de que os estudantes gostaram mais das atividades práticas e menos das atividades teóricas. Esse fato se assemelha com alguns resultados da SEI desenvolvida na parte empírica dessa pesquisa. Ao serem indagados se acreditam que os estudantes aprenderam novas habilidades no trabalho com projetos pedagógicos, dos sete docentes, seis responderam que sim e um docente respondeu

que não. O docente que respondeu negativamente a essa questão justificou sua resposta argumentando que:

*D4 – Percebi que, apesar de ser muito lúdico e diferente, eles aprenderam mais com minha explicação e os vídeos que preparei em forma de slide, explicando, desenhando, mostrando com qualidade nas imagens o que era aquilo que estávamos estudando.*

O docente D4 reforça seu entendimento da questão anterior, em que os estudantes não desenvolvem aprendizagens relevantes com o ensino investigativo. Em sua visão, aprendem mais por meio de aulas expositivas. Já os docentes que responderam afirmativamente, argumentando favoravelmente à abordagem investigativa, apontaram que as novas habilidades desenvolvidas pelos estudantes, estão relacionadas à:

*D1 – Habilidades de autonomia, capacidade de pesquisar e senso crítico.*

*D2 – Entre as habilidades que é tocante a iniciação científica, ao letramento científico descritas no documento da BNCC que aponta as competências específicas das Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental e do SAEB eixo 1 – matéria e energia B3 e B4 que aponta as investigações científicas, é observado o sentimento de pertencimento, de curiosidade, da dúvida, da tomada de decisão, entre outros.*

*D3 – Alguns estudantes compreenderam como se deve ocorrer a construção de um projeto de pesquisa, desde a parte da leitura, até a parte da escrita. Percebeu-se em todas as turmas um avanço no letramento científico, formando a habilidade oral no momento da apresentação, as diferentes formas de se expressar e como se desenvolveram e resolveram situações problemas nos grupos que foram montados para a construção do projeto.*

*D6 – Oralidade, pintura, técnicas de artesanato, construção de maquetes. E autonomia, que ajuda os estudantes a tomarem decisões por si mesmos, se responsabilizarem por essas decisões, a curiosidade, ajuda a prender a atenção e descobrir coisas novas, e a criticidade, estimula a capacidade de pensar de forma crítica, avaliar informações e argumentos de maneira lógica e objetiva.*

*D7 – Sim com toda certeza, desenvolvem autonomia, criatividade, responsabilidade em participar e trabalham melhor em grupo.*

*D8: Habilidades de expressão, pintura, artesanais. Habilidades de investigação, letramento científico, escrita e apresentação.*

Na questão sobre já terem trabalhado com metodologias investigativas em suas aulas e o trabalho com projetos para mostras culturais ou feiras científicas, nas respostas dos docentes, destacam-se o desenvolvimento de habilidades como a

tomada de decisão, a autonomia, a curiosidade, a criticidade e o letramento científico. Acerca dessas habilidades, em sua obra *Pedagogia da autonomia*, Freire (2016) faz um paralelo entre a curiosidade e a criticidade. Para o autor, a curiosidade ingênua tem a mesma essência da curiosidade epistemológica, que produz o conhecimento científico. A primeira, ao receber orientação politizada e crítica, tem potencial para tornar-se cada vez mais metódica, podendo superar o saber do senso comum e aproximar-se do objeto cognoscível. O autor elucida que:

A curiosidade como inquietação indagadora, como inclinação ao desvelamento de algo, como pergunta verbalizada ou não, como procura de esclarecimento, como sinal de atenção que sugere alerta, faz parte integrante do fenômeno vital. Não haveria criatividade sem a curiosidade que nos move e que nos põe pacientemente impacientes diante do mundo (Freire, 2016, p. 33).

O autor ressalta a importância da valorização da curiosidade naqueles que estão aprendendo, sem a qual não haveria novos saberes. Partindo dessa premissa, aquele que ensina deve orientar aquele que aprende no sentido da superação da curiosidade ingênua para o despertar da criticidade. Esse processo não ocorre “[...] automaticamente, uma das tarefas precípuas da prática educativo-progressista é exatamente o desenvolvimento da curiosidade crítica, insatisfeita, indócil” (Freire, 2016, p. 33). Nessa direção, um ponto que merece destaque no ensino de Ciências por meio de metodologias investigativas é a possibilidade do estímulo à criticidade e autonomia dos estudantes. Se os conhecimentos científicos forem trabalhados sem estimular o pensamento crítico e questionador, esse ensino não contribuirá para a emancipação, para a autonomia e exercício consciente da cidadania. Chassot, 2018, p. 77) ao tratar sobre a alfabetização científica como instrumento da construção da cidadania corrobora que:

A nossa responsabilidade maior no ensinar Ciência é procurar que nossos alunos e alunas se transformem, com o ensino que fazemos, em homens e mulheres mais críticos. Sonhamos que, com o nosso fazer educação, os estudantes possam tornar-se agentes de transformações - para melhor - do mundo em que vivemos.

Nesse sentido, para além de apresentar aos estudantes os conceitos científicos prontos da área Ciências da Natureza, uma possibilidade para estimular a criticidade dos estudantes está em propiciar o debate e o questionamento sobre quais as motivações dos grupos que financiam e, por isso, direcionam os avanços científicos. Os recursos são provenientes da iniciativa pública ou da iniciativa privada?

São assentes em responsabilidade social e ambiental? Priorizam o bem comum? O que priorizam?

Considerando esse ponto de vista, ao debater criticamente sobre a Ciência, Chassot (2018, p. 115) afirma que:

Assim, observamos que não podemos ver na Ciência apenas a fada benfazeja que nos proporciona conforto no vestir e na habitação, nos enseja remédios mais baratos e mais eficazes ou até alimentos mais saborosos e mais nutritivos ou ainda facilita nossas comunicações. Ela pode ser - ou é - também uma bruxa malvada que programa grãos ou animais que são fontes alimentares da humanidade para se tornarem estéreis numa segunda reprodução.

Nesse sentido, com o cuidado de não recair no negacionismo científico, faz-se relevante que os docentes orientem os estudantes em relação ao questionamento crítico e à reflexão sobre os motivos pelos quais a Ciência desenvolve-se mais em alguns campos, como a pesquisa espacial, por exemplo, em detrimento de outros como a questão ambiental e o abastecimento de alimentos para superar a fome mundial.

Com relação às habilidades de autonomia e protagonismo, citadas pelos docentes, Freire (1985) defende que os conteúdos não devem ser estendidos ou transmitidos de sujeitos ativos, que os detêm e os seleciona a partir de seus critérios próprios, para sujeitos que os recebem passivamente e acriticamente o chamado conhecimento elaborado. O trabalho do educador reflexivo, que “[...] juntamente com outros, busca realmente conhecer, o que significa sua inserção nesta dialogicidade dos sujeitos em torno do objeto cognoscível, não faz extensão” (Freire, 1985, p. 28). Ao contrário, ao buscar promover a construção de conhecimentos, o educador entende que esse processo requer dos estudantes como sujeitos históricos:

[...] uma presença curiosa em face do mundo. Requer sua ação transformadora sobre a realidade. Demanda uma busca constante. Implica em invenção e em reinvenção. Reclama a reflexão crítica de cada um sobre o ato mesmo de conhecer, pelo qual se reconhece conhecendo e, ao reconhecer-se assim, percebe o "como" de seu conhecer e os condicionamentos a que está submetido seu ato (Freire, 1985, p. 27).

O autor ainda sublinha que conhecer é um trabalho ativo de sujeitos que exercem sua plena cidadania e não de sujeitos objetificados. Razão pela qual, nas situações de aprendizagem, “[...] só aprende verdadeiramente aquele que se apropria do aprendido, transformando-o em apreendido, com o que pode, por isto mesmo, reinventá-lo; aquele que é capaz de aplicar o aprendido-apreendido a situações existenciais concretas” (Freire, 1985, p. 27).

Freire ainda argumenta que as reflexões filosóficas acerca do papel do educador e função da Educação não são meros verbalismos retóricos, vazios de sentido ou mera substituição de uma forma de ensinar por outra, mas ao contrário, possibilitam “[...] a compreensão, em termos dialéticos, das diferentes formas como o homem conhece, nas suas relações com o mundo” (Freire, 1985, p. 27). Assim entendido, o acesso e a atenção às dimensões teórico-filosóficas do ensino e da aprendizagem por parte dos educadores são imprescindíveis para a superação da visão “[...] ingênua do conhecimento humano, na qual muitas vezes nos conservamos. Ingenuidade que se reflete nas situações educativas em que o conhecimento do mundo é tomado como algo que deve ser transferido e depositado nos educandos” (Freire, 1985, p. 27).

Nesse prisma, compreende-se que a verdadeira fonte de conhecimento não é ingênua, passiva e estática, mas ativa, perspicaz, sagaz, em constante reflexão crítica, confrontado o estado das coisas no mundo. Em última instância, envolve decisões politizadas, não neutras, com a consciência de qual visão ideológica orienta este ensino, se ele serve à classe dominante ou à classe trabalhadora, e se tende à formação do pensamento transformador ou mantenedor da realidade.

### **6.2.2 As possibilidades do ensino por investigação**

Com relação aos pontos positivos ou às possibilidades que os docentes observaram em suas experiências com atividades investigativas junto aos estudantes, um docente não respondeu e os demais relataram que:

*D1 – Possibilitar que os alunos sejam proativos no processo de aprendizagem.*

*D2 – Um ponto que se destacou foi que os estudantes em geral entenderam que fazer Ciências é produção de conhecimento, desvincularam a ideia de ciência apenas ao componente curricular. Entenderam que o conhecimento é com base no método científico que pode ou não comprovar uma hipótese. Também perceberam a importância da observação atenta e crítica no levantamento da situação problema.*

*D3 – Os pontos positivos foi permitir com que alguns estudantes se desenvolvessem na escrita e se mostrassem mais abertos a escrever, analisar e perceber sobre a importância da pesquisa científica, não apenas sobre conteúdos escolares, mais de contextos e realidades diversas.*

*D4 – Os pontos positivos é que realmente teve interesse aproveitou, aprendeu genuinamente.*

*D6 – Interatividade, trabalho em grupo, curiosidade, criticidade, autonomia e participação.*

*D7 – Os estudantes desenvolvem muito mais as habilidades de autonomia para resolver problemas, percepção de trabalho e desenvolvimento em grupo, responsabilidade e criatividade.*

*D8 – O resultado final é sempre positivo, eles ficam orgulhosos do processo que passaram, o que fortalece o empoderamento de muitos.*

Entre os discursos dos docentes, destacam-se como possibilidades exitosas para o trabalho com ensino por investigação: o trabalho com projetos pedagógicos e atividades investigativas que levam à construção de conhecimentos científicos. Com base nesses resultados, a aplicação do ensino Ciências por investigação, no Ensino Médio, apresenta muitas vantagens ou pontos positivos. Destacam-se aqui duas dimensões importantes, sendo elas: a possibilidade de estimular o desenvolvimento de habilidades relacionadas às práticas e processos investigativos, como curiosidade, criatividade, interesse, motivação, autonomia e participação democrática, conforme debatido na seção anterior e a possibilidade promover a construção de conhecimentos e conceitos científicos, que conduzem à alfabetização e ao letramento científico, por meio de sequências investigativas ou projetos.

Os projetos pedagógicos desenvolvidos na escola pela maioria dos docentes, de acordo com a forma de implementação, integram as metodologias investigativas. Em relação aos projetos pedagógicos organizados para feiras de Ciências ou mostras culturais, Souza, Oliveira e Silveira (2020, p. 76) argumentam que:

A escolha da escola por projetos que envolvam pesquisas científicas em suas feiras de Ciências ou mostras culturais, mostra uma importante metodologia no desenvolvimento de novas competências nos estudantes, ao mesmo tempo que a realização dessas feiras contribui para a formação de um importante espaço de desenvolvimento da cultura científica.

Os autores complementam que participar desses eventos desperta o interesse dos estudantes para a pesquisa e a compreensão de “[...] assuntos relacionados a diferentes áreas do conhecimento, proporcionando uma aprendizagem contínua, necessária para as novas formas de acesso ao conhecimento” (Souza; Oliveira; Silveira, 2020, p. 76). Ressalta-se que, o ensino de Ciências, não tendo mais como propósito a formação de cientistas, permite que docentes, ao buscarem desenvolver o planejamento das aulas por meio de práticas e processos investigativos, não precisam, necessariamente, seguir todas as etapas estanques do então chamado método científico.

As atividades investigativas podem ser desenvolvidas da forma que melhor se encaixarem na rotina pedagógica (Zompero; Laburú, 2016). Carvalho (2018, p. 769) acrescenta que o grau 5 de liberdade intelectual, “[...] no qual o problema é escolhido e proposto pelo aluno ou grupo de alunos, é muito raro nos cursos fundamentais e médios. Encontramos, muito raramente, esses casos em feiras de Ciências”.

No transcorrer dos trabalhos com sequências investigativas, é importante que os estudantes sejam orientados a relatarem como se sentiram durante os trabalhos e como chegaram à resolução de um problema ou à compreensão de um experimento. Nesse processo dialógico, Freire (2016) argumenta que:

O educador já não seria o que apenas educa, mas o que, enquanto educa, é educado, em diálogo com o educando que, ao ser educado, também educa. O próprio objeto de conhecimento que medeia a relação deixa de ser propriedade de quem ensina e passa a ser o foco de atenção de ambos, educador e educando (p. 23).

Esse é um aspecto fundamental da prática pedagógica transformadora, a valorização da experiência subjetiva e do diálogo como parte do processo investigativo na educação, não perdendo de vista a função de mediador dos estudantes no desenvolvimento dos projetos e atividades investigativas.

No tocante às contradições nos discursos dos professores sobre os projetos escolares para as mostras ou feiras de Ciências, os docentes precisam refletir sempre sobre suas práticas, cuidando para que a maior parte dos esforços e das atividades não sejam realizadas apenas sobre eles mesmos. Muitas vezes, interessados em apresentar trabalhos bem-sucedidos e interessantes, os docentes se desdobram para produzir ricos materiais e conteúdos, mas os estudantes continuaram passivos, sem poder de decisão e criação. Para o espectador, parece que os estudantes tiveram grandes experiências investigativas, mas, em seu desenvolvimento concreto, as aulas transcorreram mais próximas de um ensino diretivo e reprodutivo.

Um dos pontos positivos do trabalho com o ensino por investigação é a possibilidade de promover a alfabetização ou o letramento científico dos estudantes, como citado pelos docentes. A BNCC (2018) usa o termo letramento científico, já outros autores abordados nesse estudo usam o termo alfabetização científica. Optou-se nesse texto por não aprofundar nas diferenciações conceituais desses dois termos e utilizar o termo alfabetização como sinônimo de letramento, com base no entendimento de Freire (1967). O autor distancia-se da ideia de alfabetização enquanto processo puramente mecânico, considerando que estar alfabetizado

pressupõe uma “[...] tomada de consciência, na imersão que fizera no processo de nossa realidade” (Freire, 1967, p. 103). Nesse sentido,

A alfabetização é mais do que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio dessas técnicas, em termos conscientes. É entender o que se lê e escrever o que se entende. É comunicar-se graficamente. É uma incorporação (Freire, 1967, p. 110).

Para Freire (1967), a alfabetização está diretamente ligada à democratização da cultura, ao desenvolvimento do pensamento crítico e a características de vivacidade, criação e reivindicação, razão pela qual ela “[...] não pode ser feita de cima para baixo, como uma doação ou uma imposição, mas de dentro para fora, pelo próprio analfabeto, apenas com a colaboração do educador” (Freire, 1967, p. 110).

Chassot (2003) sustenta que a Ciência pode ser entendida como uma linguagem que expressa as propriedades, elementos e características da natureza. Nesse sentido, quando ocorre a apropriação dos códigos dessa linguagem, com a qual se pode ler a natureza, a alfabetização científica é alcançada. Na escola, “[...] a alfabetização científica pode ser considerada como uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida” (Chassot, 2003, p. 91). Em sua obra publicada em 2018, o autor discorre sobre a terminologia alfabetização científica, informando que um primeiro requisito é saber ler e escrever, já o adjetivo científico aqui se refere às Ciências exatas e naturais. Assimilando conceitos de literacia e letramento, o autor considera a alfabetização científica “[...] como o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem” (Chassot, 2018, p. 84). Nessa perspectiva, como cidadãos críticos, podem compreender as demandas por mudanças sociais e se colocarem a serviço da transformação do mundo para melhor (Chassot, 2018).

Sasseron e Carvalho (2011, p. 65), a partir de um estudo extenso sobre o tema, apresentam a concepção de que uma pessoa alfabetizada cientificamente não precisa “[...] saber tudo sobre as Ciências (mesmo aos cientistas isso não é possível!), mas que deve ter conhecimentos suficientes de vários campos delas e saber sobre como esses estudos se transformam em adventos para a sociedade”.

Mesmo diante da relevância do letramento e da alfabetização científica dos estudantes, com vistas à inclusão social, em função do espaço ocupado pela Ciência e Tecnologia na sociedade atual, faz-se importante analisar esse aspecto por meio de uma visão mais ampla. A esse respeito, Krasilchik (1992) faz uma ponderação a

respeito do movimento da alfabetização científica, a autora salienta que o fato de cada disciplina das diferentes áreas do conhecimento, como as Ciências da Natureza, precisar de uma alfabetização específica, indica que a alfabetização inicial pode estar com grave defasagem. Logo, conforme a autora, seria mais frutífero concentrar os esforços nacionais na alfabetização inicial.

A autora explica que o surgimento dessa tendência no ensino de Ciências “[...] está estreitamente relacionado à própria crise educacional e à incapacidade de a escola em dar aos alunos os elementares conhecimentos necessários a um indivíduo alfabetizado” (Krasilchik, 1992, p. 6). Nessa direção, no intuito de alcançar melhoria na qualidade do ensino de Ciências, há que se observar “[...] o contexto geral da condição atual da escola” (Krasilchik, 1992, p. 3), para planejar e prover melhorias na Educação como um todo.

Reconhecendo que a promoção de alfabetização em Ciências nas escolas foi questionada por alguns autores, Cachapuz *et al.* (2005, p. 19) argumentam em favor de que as propostas de alfabetização científica para todos devem incorporar aspectos mais profundos do que o entendimento verbal de termos científicos. Para os autores, a educação científica e tecnológica tornou-se um fator “[...] essencial do desenvolvimento das pessoas e dos povos”, tanto para o momento atual, quanto para a permanência de inclusão no mundo futuro.

Os autores reconhecem que o domínio de conhecimentos científicos específicos não garante a tomada de decisões corretas do ponto de vista ambiental e humanitário, por exemplo. Contudo, possibilitam que os problemas sejam contemplados de forma mais ampla, podendo refletir sobre as causas e as consequências das ações tanto em médio quanto em longo prazo. Reiterando que as pessoas que não são cientistas ou especialistas podem contribuir:

[...] com perspectivas e interesses mais amplos, sempre que possuam um mínimo de conhecimentos científicos específicos sobre a problemática estudada, sem os quais é impossível compreender as opções em jogo e participar na adoção de decisões fundamentadas (Cachapuz *et al.*, 2005, p. 25).

Os autores defendem, também, que a organização pedagógica de qualquer projeto ou planejamento de educação científica deve estar em consonância com as propostas e necessidades da Educação. Ou seja, promover a alfabetização científica e a educação científica incorpora a demanda por melhorias para a Educação em geral, como também para o ensino de Ciências.

O ensino por investigação direcionado para a alfabetização científica não se trata de um método apenas. Ele também faz parte das habilidades que devem ser desenvolvidas com os estudantes na área Ciências da Natureza, portanto, compõe o currículo juntamente com os conceitos e objetos do conhecimento já construídos pela Ciência. Conforme a BNCC, o ensino de Ciências pressupõe:

Organizar as situações de aprendizagem partindo de questões que sejam desafiadoras e, reconhecendo a diversidade cultural, estimulem o interesse e a curiosidade científica dos alunos e possibilitem definir problemas, levantar, analisar e representar resultados; comunicar conclusões e propor intervenções (Brasil, 2018, p. 322).

Conduzir um processo de ensino e aprendizagem nessa área, com foco na alfabetização científica, implica que os estudantes, para além de aprenderem teorias e conceitos científicos prontos, podem participar de processos e práticas científicas, desenvolvendo autonomia na construção dos conhecimentos científicos (Sasseron; Carvalho, 2008; Chassot, 2018).

### **6.2.3 Os desafios do ensino por investigação**

Referente à questão sobre os principais desafios ou dificuldades encontradas no trabalho com o ensino investigativo com os estudantes, na escola, os docentes relataram que:

*D1 – Pouco costume por parte deles de usar o raciocínio lógico, e seu hábito de debruçar exclusivamente em dados da internet (nem sempre confiáveis) ao invés de usar sua mente prioritariamente.*

*D2 – O primeiro desafio é o tempo, o segundo é obter materiais necessários ao desenvolvimento de maquetes, o terceiro é realizar aulas de campo quando necessária. Quero também registrar aqui que é necessário estar atento ao envolvimento de todos os estudantes, pois alguns demonstraram desmotivados e o professor precisa trazê-los juntos aos demais.*

*D3 – Os principais desafios é fazer com que os estudantes sentem e façam leituras de textos e artigos para a construção do projeto. A falta de materiais para os projetos, muitas vezes temos que tirar do bolso.*

*D4 – Uso desenfreado dos celulares e a sensação de pleno PODER que os alunos têm perante o professor, como se eles mandassem e demandassem, como se aquilo não fosse uma obrigação acadêmica, muito tratam como opção, e sabemos que não é. Sinto essa desvalorização pelos alunos e pelo governo.*

*D5 – Faltam formações sobre novas metodologias para nós professores.*

*D6 – Atender o grande número de alunos em sala, sendo que alguns ainda possuem grande dificuldade na escrita e na interpretação, para realização da parte escrita e compreensão dos conceitos.*

*D7 – Um dos principais desafios com toda certeza é tempo hábil para desenvolver os projetos com os alunos, e as vezes a falta de material também acaba desanimando e tornando o trabalho mais complicado.*

*D8 – As turmas lotadas, o que impede uma orientação mais próxima.*

Com relação aos principais desafios ou dificuldades para promover práticas investigativas em sala de aula, os docentes apontaram a falta de formação continuada de qualidade na área, tanto no campo do ensino por investigação, quanto da educação ambiental. Também foi destacada a desvalorização docente, que pode ser observada nas condições de trabalho, como carga horária extenuante, excesso de burocracias pedagógicas, grande quantidade de alunos por turma e falta de tempo para a preparação de metodologias diversificadas. Outro aspecto apontado como desafio ou dificuldade relaciona-se à precarização da educação em geral, visto que há falta de espaços adequados na escola, limitação de materiais e investimentos insuficientes na estrutura escolar, o que compromete a criação de ambientes acolhedores para a comunidade escolar.

Observa-se que, em geral, os docentes concordam sobre a importância de aplicar novas metodologias de ensino. Muitas vezes, por meio das formações conhecem e dominam teoricamente as abordagens investigativas e críticas. Contudo, deparam-se, no contexto escolar, com dificuldades concretas relacionadas à precarização da Educação, falta de espaço adequado, falta de equipamentos e materiais em quantidade suficiente para todas as turmas usarem, *internet* de baixa qualidade e a própria rotina escolar extenuante.

Dando sequência, na questão que interroga se os docentes já participaram de formações continuadas sobre a metodologia conhecida como *ensino de Ciências por investigação*, três responderam que sim e cinco docentes responderam que nunca participaram. E se já participaram de formações continuadas sobre os temas relacionados à educação ambiental, como meio ambiente, questão ambiental ou sustentabilidade, cinco docentes informaram que sim e três docentes informaram que não participaram, até o momento.

Pedro Demo (2015, p. 1) sublinha a importância da transposição didática de métodos investigativos para o ensino escolar, isso significa adotar um enfoque

pedagógico “[...] ligado ao desafio de construir a capacidade de (re)construir, na Educação Básica e Superior, qualidade formal e política”. Nesse processo, em que se busca a formação de competências humanas, os estudantes não são vistos como alvo de um ensino diretivo, mas sujeitos participativos ou parceiros de trabalho na aplicação das estratégias investigativas. Dentre as vantagens em educar pela pesquisa, o autor destaca a possibilidade de promover conhecimentos inovadores, criativos e críticos e éticos, sendo o questionamento reconstrutivo um aspecto diferencial da pesquisa, que deve englobar “[...] teoria e prática, qualidade formal e política, inovação e ética. Do ponto de vista da educação, trata-se da ética da competência” (Demo, 2015, p. 1).

Ainda que, no ensino acadêmico, essa perspectiva metodológica tenha tido mais adesão pelos professores do que na Educação Básica, ela pode ser desenvolvida com estudantes de todas as etapas da escolarização. Para educar pela pesquisa, antes, o professor tem que ser um pesquisador, não necessariamente um pesquisador profissional, mas que possa manejar “[...] a pesquisa como princípio científico e educativo e a tenha como atitude cotidiana” (Demo, 2015, p. 2).

Contudo, o autor ora citado reconhece os desafios que um roteiro pautado no ato de educar pela pesquisa implica nas dificuldades cotidianas enfrentadas pelos professores da Educação Básica, visto que os principais problemas giram em torno da necessidade de resgatar nos professores as competências relativas às práticas da pesquisa em sala de aula. Em geral, a classe educadora é “[...] vítima de todas as mazelas do sistema, desde a precariedade da formação original, a dificuldade de capacitação permanente adequada, até a desvalorização profissional extrema, em particular na Educação Básica (Demo, 2015, p. 2).

Acerca da falta de professores pesquisadores na Educação Básica e sua relação com a precarização da Educação como um todo, Paro (2001, p. 30) pontua que:

Parece não haver dúvidas de que essa situação de alheamento educadores escolares se deve a uma multiplicidade de fatores, entre os quais se destacam sua inadequada formação, bem como as precárias condições em que exercem seu ofício, as quais não lhes proporcionam oportunidades mais sistemáticas de reflexão; sem esquecer o próprio meio social, permeado pela ideologia dominante, que reforça a postura acrítica diante dos problemas.

Partindo de uma visão crítica, é possível compreender que esse cenário faz parte de um projeto de sociedade, injusta e desigual, que não prioriza a educação,

concebendo-a como um ônus e não como um investimento na qualidade de vida dos indivíduos. Em sua obra “Pedagogia do Oprimido”, Freire (2016, p. 74) explica que:

A realidade social, objetiva, que não existe por acaso, mas como produto da ação dos homens, também não se transforma por acaso. Se os homens são os produtos desta realidade e se esta, na “inversão da práxis”, se volta sobre eles e os condiciona, transformar a realidade opressora é tarefa histórica dos homens.

Em consonância com Freire (2016), a garantia de educação de qualidade para todos pode influenciar positivamente na emancipação e humanização dos sujeitos oprimidos e na transformação social. É o que, nas sociedades democráticas dos países desenvolvidos, é chamado de bem-estar social, cuja educação de qualidade é garantida mesmo em uma sociedade capitalista industrial.

Gatti (2021), ao analisar diversos programas de formação de professores do Brasil, sustenta que um dos grandes desafios desses cursos reside na falta de continuidade de políticas governamentais que os viabilizam, uma vez que, “[...] em educação bons resultados, que é o que visam as políticas, levam muito tempo para emergir e demandam coerência e continuidade de ações por muitos anos, o que só é possível com consensos duradouros” (Gatti, 2021, p. 13). A autora aponta a relação da descontinuidade das políticas de formação docente com problemas educacionais concretos, como os níveis de defasagem da aprendizagem dos estudantes, por exemplo. Segundo Gatti, mesmo com as “[...] boas intencionalidades e justificativas bem teorizadas para diferentes políticas encetadas nos diferentes governos, continuamos com problemas educacionais” (Gatti, 2021, p. 13). A autora acrescenta que essas políticas educacionais ainda têm muito o que avançar no sentido da “[...] valorização e reconhecimento do trabalho dos professores na Educação Básica” (Gatti, 2021, p. 13). Contudo, é preciso reconhecer que:

Houve esforços políticos em gestões educacionais na perspectiva de se alcançar atualização formativa dos docentes, melhoria de carreira e condições de trabalho, especialmente nas duas últimas décadas. Porém, observa-se que entre propor políticas e realizá-las tivemos descompassos, hiatos, reformulações sucessivas, que acabam por não conduzir aos efeitos qualitativos desejados expressos nas intenções dos documentos que sustentam as propostas construídas (Gatti, 2021, p. 14).

Ante o exposto, enfatiza-se que, com o ritmo acelerado das novas gerações das quais os estudantes fazem parte, para concretizar bons resultados educacionais, os docentes necessitam buscar constantemente por atualizações formativas que estimulem a reflexão, o repensar e o replanejar de ações de forma consciente,

intencional e dialética. Para isso, torna-se necessário que o poder público garanta a continuidade e a qualidade das políticas educacionais voltadas para a formação inicial e continuada para os docentes do ensino básico. Dada a importância desses novos entendimentos e novas metodologias de ensino, ressalta-se a insuficiência de tempo para que os docentes possam realizar formações continuadas de qualidade, devido à dupla jornada de trabalho em sala de aula e ao excesso de burocracias extraclasse.

No quesito da precarização, a desvalorização dos docentes faz com que muitos professores trabalhem em mais de uma escola para que possam compor a renda mensal e essa situação também contribui com essa realidade. Outros pontos levantados que corroboram com a desvalorização e sobrecarga dos profissionais da educação são: falta de segurança nas escolas, falta de porteiros, a escola já foi assaltada mais de uma vez; situações de falta de respeito com os professores por parte de estudantes e responsáveis; grande quantidade de estudantes por turma, sobretudo no Ensino Médio; estrutura física precária e que não atende à demanda, como bibliotecas, laboratórios, banheiros, sala de professores sucateada, falta de espaços adequados para as aulas de apoio; excesso de burocracia sobre o fazer docente e salários defasados.

Sobre os desafios da carreira docente no ensino básico, que acabam refletindo na procura pelos cursos de licenciatura, pode-se afirmar que têm estreita relação com a desvalorização dos profissionais da educação, desvalorização esta materializada nos já conhecidos “[...] baixos salários, quando comparados a outras profissões que exigem formação superior” (Lyra; Soares, 2022, p. 141). Conforme Lyra e Soares (2022, p. 153), a partir da pesquisa realizada com acadêmicos de um curso de Ciências Biológicas, os aspectos considerados como principais entraves ou desafios para a atuação na carreira docente, na visão dos participantes da referida investigação “[...] são a desvalorização social (62%) e a precariedade das condições de trabalho (67%). Outros fatores apontados como muito importantes são a baixa remuneração (57%) e a falta de apoio da escola e/ou governo (57%).

Contudo, por mais importantes que sejam os investimentos na infraestrutura escolar, ressalta-se que é igualmente fundamental investir na valorização da carreira docente. De nada adianta investir apenas na estrutura física, em laboratórios ou em equipamentos sofisticados se não houver investimentos na pessoa do professor, em sua qualidade de vida, no atendimento às necessidades básicas e às questões de saúde mental, muitas vezes agravadas pela sobrecarga de trabalho, pois não haverá

resultados de excelência. O professor também precisa ser bem cuidado para que possa cuidar, pois são os docentes que irão utilizar a estrutura, os equipamentos e colocar em prática novas metodologias. Se não estiverem bem, motivados e preparados, não farão uso eficaz desses recursos.

No quesito “superar os desafios por meio da criticidade e transformação”, como visto, mesmo diante dos desafios, a maioria dos docentes busca superar as dificuldades e esforça-se para realizar aulas diferentes, como o desenvolvimento de projetos para mostras ou feiras científicas. No que tange à superação das dificuldades para alcançar uma educação de qualidade, torna-se relevante analisar esse cenário pela óptica do pensamento crítico. Nas sociedades modernas urbano-industriais, cujo crescimento é orientado segundo o viés economicista capitalista, se reproduzem a injustiça e a desigualdade social para uma grande parcela da população. Este modelo de sociedade não prioriza a universalização e a garantia de Educação para todos, concebendo-a como um ônus e não como um investimento na qualidade de vida da população. Acerca desse assunto, em sua obra, *Pedagogia do oprimido* Freire (2016) explica que:

A realidade social, objetiva, que não existe por acaso, mas como produto da ação dos homens, também não se transforma por acaso. Se os homens são os produtos desta realidade e se está, na “inversão da práxis”, se volta sobre eles e os condiciona, transformar a realidade opressora é tarefa histórica dos homens (p. 74).

Em consonância com Freire (2016), a garantia de Educação de qualidade para todos pode influenciar positivamente na emancipação e humanização dos sujeitos oprimidos na direção da transformação social. Em conformidade com o autor, uma possibilidade para alcançar a máxima qualidade educacional está na concretização de uma escola em que a dialogicidade, a democracia, a esperança, o estímulo à curiosidade e à alegria dos estudantes são vistos como categorias próprias do ensino.

#### **6.2.4 A educação ambiental na área Ciências da Natureza**

Quanto à questão que objetivava saber se os docentes, participantes da pesquisa, já tinham desenvolvido algum trabalho de educação ambiental em suas aulas, lembrando que todos são da área Ciências da natureza, os oito docentes responderam positivamente e consideram de grande importância desenvolver esses

trabalhos. Sobre o entendimento dos docentes em que consiste a educação ambiental, as definições apresentadas foram:

*D1 – A educação ambiental é uma área importante para que o aluno tenha uma visão macro de mundo, pois percebo que geralmente os alunos/pessoas tem dificuldade de enxergar que os seres humanos também integram a natureza, e que não são o aspecto central dela.*

*D2 – Meu entendimento sobre a educação ambiental é demonstrar aos estudantes o quanto o planeta sofre e que um dia não dará conta dos recursos naturais que utilizamos. Neste sentido a educação ambiental vai além da conscientização e nela deve estar inseridas atividades investigativas para que os estudantes elaborem suas conclusões de forma crítica e possam não inserir como também influências ações a favor do ambiente.*

*D3 – O tema educação ambiental é um tema amplo que discute desde a sustentabilidade até temáticas sobre reciclagem e seus cuidados para manter a geração futura.*

*D4 – Entendo que é o modo que nós professores, seres humanos que estamos todos no mesmo barco podemos utilizar para que os alunos se entendam como tal, que fazem parte no meio ambiente, assim como qualquer outro ser vivo.*

*D5 – São aulas voltadas à pesquisa e ao diálogo, buscando modificar as atitudes em relação ao meio ambiente, interrelacionando os seres humanos e o meio ambiente.*

*D6 – É o processo pelo qual se busca desenvolver a compreensão e a consciência sobre o meio ambiente, promovendo atitudes e comportamentos sustentáveis, capacitando indivíduos a tomar decisões informadas e a agir de maneira responsável para proteger e melhorar o meio ambiente.*

*D7 – É o desenvolvimento de decisões e práticas que possam agredir menos o meio ambiente.*

*D8 – Uma discussão que precisa ir além de pedir ao aluno para economizar água, enquanto sabemos que o agronegócio consome esse recurso de forma ilimitadamente maior. A educação ambiental precisa fornecer ao estudante subsídios para um debate político, para uma reflexão que vai além de hábitos individuais.*

As proposições nas quais os docentes abordam aspectos comportamentais e práticos, como a reciclagem ou o fato de que os estudantes precisam compreender que fazem parte na natureza para, portanto preservá-la, aproximam-se de uma educação ambiental inserida na macrotendência pragmática (Layrargues; Lima, 2014; Guimarães, 2004), como visto nas definições dos docentes D3, D4, D5 e D7.

Já os docentes D1, D2, D6 e D8 trazem para o discurso questões como visão ampla e crítica, relacionam a educação ambiental às pautas sociais, como o

agronegócio e o capitalismo, aproximam-se da macrotendência crítica (Layrargues; Lima, 2014; Guimarães, 2004; Loureiro, 2012). Na tentativa de entender mais sobre a visão crítica dos docentes, foi indagado se, em suas concepções, existe relação entre o modo de vida nas sociedades capitalistas e os problemas ambientais. Todos os docentes responderam afirmativamente. Alguns teceram comentários como:

*D4 – Sim, isso é muito claro, a maioria dos problemas e soluções hoje em dia são frutos do capitalismo, não conseguimos mudar. O que pode acontecer é a falsa sensação de conseguir driblar, mas não acredito que isso um dia vá mudar.*

*D6 – Sim. O capitalismo é um sistema econômico baseado na busca do lucro e na expansão contínua, tem várias implicações ambientais, tais como consumismo e obsolescência programada.*

*D8: – O capitalismo é a causa majoritária de todos os problemas enfrentados e as grandes tragédias que tem acontecido, como aconteceram as inundações recentes.*

Nessas asserções, percebe-se a visão crítica e reflexiva dos docentes D4, D6 e D8 em relação aos problemas socioambientais gerados pelo capitalismo. Embora metade dos docentes tenha apresentado uma definição de educação ambiental menos crítica, é relevante o fato de que todos esses participantes já terem desenvolvido trabalhos em educação ambiental com seus alunos. Diante da realidade atual, trabalhar com as temáticas ambientais torna-se cada vez mais imprescindível para a educação em todas as áreas de ensino, sobretudo na área de Ciências da Natureza, em que o currículo apresenta muitas confluências com temas da questão ambiental. Os impactos ambientais e sociais relacionados a todo tipo de degradação ambiental estão cada vez mais pungentes, sobretudo no que tange à poluição atmosférica acarretada por excessivas emissões de gases de efeito estufa e aquecimento global.

Nesse sentido, a escola precisa preparar os estudantes para a emergência das mudanças climáticas. Artaxo (2020, p. 53) atesta que, “[...] a Ciência vem alertando para o risco das mudanças climáticas, desde muito antes da Conferência Rio-92, principalmente sobre os riscos que a perda da biodiversidade provoca em muitas áreas da vida no planeta”. Dickmann e Liotti (2020, p. 12) defendem que as ações escolares voltadas para a questão ambiental devem ser pautadas na visão crítica, participativa e dialógica:

A complexidade da crise socioambiental ganhou concretude na vida cotidiana e está relacionada com o desenvolvimento de uma crise civilizatória mundial sem precedentes na história da humanidade e, diferentemente, de todas as

demais experiências humanas vividas anteriormente, o que incita a necessidade de indagarmos e refletirmos sobre um conjunto de riscos e ameaças que podem agravar situações adversas nas quais estamos inseridos, e que envolve uma série de elementos políticos, econômicos, sociais, ecológicos, educacionais, epistemológicos, tecnológicos, comunicativos e ético-culturais. Ou seja, a compreensão da multidimensionalidade da Educação Ambiental.

Desde as décadas de 1960 a 1980, quando a questão ambiental ficou em evidência, a reboque dos graves problemas ambientais, os cientistas alertavam sobre os riscos de não se saber quais as consequências que os impactos da poluição, da contaminação, da extinção de espécies ou destruição de ecossistemas inteiros poderiam acarretar ao meio ambiente. Atualmente, diante da perda de biodiversidade, perda de grande percentual de água potável e de terra agricultável, além das mudanças climáticas, discute-se se haverá condições habitáveis para o ser humano no planeta. Grandisoli, *et al.* (2020, p. 9) sustentam que:

Os tempos atuais são marcados por elevados níveis de incertezas sistêmicas, confronto de valores e diversos conflitos de interesses, o que nos coloca a necessidade de ampliar os processos de aprendizagem pautados pelo diálogo entre saberes. Temos hoje e pela frente grandes desafios relacionados ao fortalecimento das bases dialógicas e processos de aprendizagem social por meio do engajamento de um conjunto de atores e práticas que potencializem sinergias sociais.

Por esta razão, é vital que a escola promova o diálogo sobre a questão ambiental e suas implicações para a manutenção da existência humana no Planeta Terra, a fim de propiciar a (re) construção de saberes, a mudança de mentalidades e de olhares sobre as relações entre o ser humano e a natureza, em favor da mitigação dos problemas emergentes no sistema mundo.

Na busca por transformação, faz-se, inicialmente, necessário mudar e ampliar as concepções, ideias e entendimentos sobre as relações entre o ser humano, a sociedade e o meio ambiente, o que constitui um dos papéis centrais da educação ambiental. A partir disso, a transformação poderá alcançar as conjunturas políticas, econômicas e jurídicas que orientam as atuações humanas nos âmbitos individual e coletivo (Guimarães, 2020). Dado o exposto, o papel do ensino de Ciências e da educação ambiental, alinhado com o pensamento crítico, é condição preponderante para compreender a situação de dominação e exploração nas sociedades capitalistas.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa foi realizada com o intuito de compreender as possibilidades e os desafios da construção de conhecimentos sobre o bioma Cerrado, na perspectiva da educação ambiental crítica. A partir da percepção de docentes da área Ciências da Natureza e do desenvolvimento de uma sequência de ensino investigativo (SEI), com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio, de uma escola estadual de Rondonópolis-MT.

Com base nas evidências apresentadas, pode-se afirmar que o ensino de Ciências por investigação constitui um instrumento pedagógico potente para a construção de conhecimentos no campo da educação ambiental sob perspectiva crítica.

Nas sondagens acerca dos saberes prévios dos estudantes, viabilizadas por meio de rodas de conversa e entrevistas iniciais, realizadas antes da aplicação da sequência de ensino investigativo, os estudantes demonstraram possuir um conhecimento mais amplo sobre educação ambiental em geral, mas apresentaram menor domínio sobre os aspectos específicos do bioma Cerrado.

Após a realização das atividades da SEI, os alunos demonstraram uma reconstrução significativa de seus conhecimentos sobre o bioma Cerrado. Observou-se a formulação de novos entendimentos e aprendizagens, além de uma reestruturação dos saberes prévios, resultando em maior criticidade em relação às questões ambientais.

A maioria dos estudantes apresentou formulações assertivas, em consonância com a literatura científica, sobre o conceito de bioma, incluindo noções de ecossistemas, fatores bióticos e abióticos. Ampliaram seus conhecimentos básicos sobre as características gerais do Cerrado, como a distribuição geográfica do Cerrado nos estados brasileiros; tipo de clima, exemplos de árvores e animais nativos.

Ademais, apresentaram percepções mais aprofundadas acerca das razões históricas e atuais do desmatamento no Cerrado, vinculando-as às principais atividades econômicas desenvolvidas no estado de Mato Grosso. Além disso, aumentam consideravelmente seus entendimentos sobre os conceitos de floresta invertida e berço das águas, dois temas importantes do ponto de vista da valorização do Cerrado.

Com relação à questão-problema “Como podemos contribuir para a preservação do Cerrado?”, os resultados apresentados pelos estudantes nas entrevistas finais evidenciaram a construção de conhecimentos científicos compatíveis com a terceira etapa do ensino investigativo, a qual se refere à contextualização, aplicação e comunicação dos saberes desenvolvidos.

As respostas contemplaram propostas de ação, como: estudar o assunto, conhecer o Cerrado, divulgar as informações científicas para a comunidade escolar, denunciar a destruição do Cerrado, não desmatar, não fazer queimadas, não destruir o solo, participar de movimentos sociais e plantar mudas de árvores nativas. Estas encontram-se alinhados com premissas da educação ambiental crítica, em suas falas, os estudantes apresentaram reflexões significativas e coerentes com os desafios ambientais locais, abrangendo aspectos essenciais para a conservação do bioma e apontando caminhos para ações concretas.

Esses indicadores apontam avanços no processo de alfabetização científica dos estudantes. Além disso, conforme o envolvimento e a participação da turma, de forma motivada, pode-se afirmar que os estudantes desenvolveram habilidades relacionadas à pesquisa, como autonomia, criatividade, curiosidade, criticidade, interesse, motivação e participação. Para que isso ocorresse, ao longo da sequência investigativa, buscou-se, por meio da dialogicidade e da horizontalidade, ou seja, sem imposição de visões, instigar a reflexão crítica e promover a autonomia dos estudantes na condução dos trabalhos sob uma perspectiva crítica.

No que diz respeito à pesquisa realizada com os docentes, identificaram-se como principais possibilidades do ensino de Ciências por investigação o desenvolvimento de projetos pedagógicos e a realização de práticas que favoreçam a alfabetização científica. Entre os principais desafios dessa abordagem, destacam-se a ausência de formação continuada específica, as condições precárias de trabalho e a contínua desvalorização da carreira docente, fatores estes que se traduzem em turmas superlotadas e sobrecarga de tarefas para os professores.

Ainda assim, apesar das adversidades, todos os docentes participantes reconheceram a relevância das atividades investigativas no contexto escolar, destacando que tais práticas costumam gerar resultados positivos e contribuem para o desenvolvimento da autonomia e do pensamento crítico dos estudantes.

No que concerne à relação ser humano, sociedade e meio ambiente, cabe colocar à luz que o modelo de economia, produção e consumo nas sociedades

modernas tem como consequência uma sobreposição de problemas ambientais que vão desde a exploração e extração predatória dos recursos da natureza, a fabricação de poluentes e substâncias tóxicas ou não biologicamente degradáveis, o consumo excessivo de produtos supérfluos, até o descarte incorreto de resíduos, que acarreta poluição e contaminação nos solos, nas águas e no ar atmosférico.

Durante as décadas iniciais do século XX, as denúncias sobre a degradação do meio ambiente e até mesmo dos crimes ambientais, ficavam restritas a pequenos grupos de cientistas, acadêmicos, professores ou estudiosos desse tema, denotando estar distante de ser um assunto de interesse coletivo. A partir da década de 1960, a questão ambiental deixou de ser uma ocupação de grupos restritos, ou de profetas do apocalipse, para se tornar um tema recorrente no campo das disputas políticas e sociais dos séculos XX e XXI, ocupando lugar de destaque nos debates internacionais relacionados à economia, à produção agrícola e industrial e à Educação. Contudo, para além de fazer parte dos discursos e dos currículos educacionais, a questão ambiental precisa ser levada em conta nas tomadas de decisões atinentes aos problemas sociais, em que a busca de soluções inclua a participação social no fortalecimento das democracias.

Na prática, diante do novo cenário ambiental, os planos de governo nos níveis locais e globais, antes de tudo, precisam contemplar estratégias para mitigar e combater as consequências dos danos ambientais, como as enchentes, a seca e o calor excessivo, que resultam de degradações contínuas aos biomas como, desmatamentos e queimadas. Essas ações devem visar à criação de novas sociabilidades, relações de trabalho e geração de renda, que contemplem a diminuição das desigualdades sociais e a promoção da justiça climática e da sustentabilidade socioambiental.

Nesse viés, um caminho possível está no fortalecimento das relações de sociobiodiversidade, pois há muito o que se aprender com as sociedades que há séculos coexistem harmonicamente com outras espécies vivas nos ambientes naturais, a exemplo das comunidades tradicionais, ribeirinhos, dos quilombolas e dos povos indígenas. O modo de vida, a cultura, o sustento e a economia desses grupos estão ligados ao do manejo de produtos florestais ou de outros biomas de forma equânime com os ciclos da natureza, conservando assim a biodiversidade e os territórios por gerações, com base em práticas agroflorestais, de silvicultura, de agricultura sintrópica, entre outros.

Contudo, mesmo diante de toda a estrutura jurídica para proteção do meio ambiente e das atuações exitosas no campo da educação ambiental e da agroecologia, observa-se que os direitos conquistados e os avanços não são permanentes. Em tempos de crises políticas, econômicas e ideológicas, essas conquistas são atacadas por agentes do pensamento conservador que desconsideram a relevância das pautas ambientais, trabalhistas e identitárias, causando retrocessos substanciais.

Nesse sentido, conclui-se que é altamente relevante enfatizar a questão socioambiental no contexto do ensino de Ciências, visto que, nos últimos anos, a preocupação com os problemas ambientais e sociais tem aumentado cada vez mais em função de evidências incontestáveis das alterações nos ciclos terrestres. Tais evidências resultam de pesquisas científicas com uso de recursos tecnológicos, como aquelas voltadas para a criação de técnicas de recuperação dos solos, prevenção da erosão, despoluição de corpos d'água, manutenção da composição do ar atmosférico, da conservação das áreas de preservação permanente e prevenção de eventos climáticos extremos. Em virtude do aumento na incidência de catástrofes ambientais, a comunidade científica especializada compreende que recuperar áreas degradadas, combater o desmatamento e a poluição, mantendo o equilíbrio dos ambientes significa preservar a vida humana.

A Ciência se intersecciona com a questão ambiental, a partir da estruturação do modelo de sociedade moderna, urbano-industrial e capitalista, no qual os conhecimentos científicos e tecnológicos foram aplicados em prol do avanço desenvolvimentista, resultando em intensa degradação ambiental. Esses fatores evidenciaram a necessidade de incorporar uma dimensão ambiental à Educação, como tentativa de contribuir para a mitigação dos problemas socioambientais.

Nesse cenário, é imprescindível reconhecer que o uso inadequado da Ciência, especialmente a partir da industrialização, desempenhou um papel significativo no processo de degradação ambiental. Os desafios do ensino de Ciências vão além da superação de paradigmas metodológicos; envolvem também o esforço contínuo de aproximar os estudantes do conhecimento científico, visando à compreensão crítica dos problemas ambientais contemporâneos e à construção de alternativas para sua mitigação. Sobretudo no contexto atual, marcado por uma crise sanitária e humanitária de escala global, a crise ambiental se revela ainda mais alarmante. Monitoramentos e pesquisas na área ambiental apontam para a destruição massiva de biomas, o avanço

do desmatamento e o uso incessante de poluentes atmosféricos, como os combustíveis fósseis, como principais causas do aumento da temperatura global. Essa realidade tem provocado mudanças climáticas abruptas, agravando situações de vulnerabilidade, como o crescimento do número de pessoas desabrigadas e o aumento da insegurança alimentar.

Em vista dos argumentos apresentados, depreende-se que tanto o ensino de Ciências quanto a educação ambiental estão concatenados com a questão ambiental, isto é, com a compreensão das relações entre o ser humano, o meio ambiente e a sociedade. Por meio da Ciência, a humanidade desenvolveu tecnologias que levaram a maiores adaptações do ser humano aos diferentes ambientes terrestres e por meio da melhoria das condições de vida em várias esferas, como a alimentação e a saúde, garantiu a sua sobrevivência da espécie. Esse desenvolvimento extraordinário foi responsável por um aumento demográfico proporcional, que resultou no aumento do uso de recursos para atender as necessidades básicas.

Entretanto, o modo de vida capitalista, cujo consumo vai além da busca pela qualidade de vida e pelo bem comum, cooptando o domínio dos conhecimentos científicos tornou-se a força motriz da incessante dilapidação dos recursos da natureza e da degradação ambiental. Os impactos resultantes desse modelo societário são percebidos com maior intensidade pelas comunidades em situação de vulnerabilidade socioambiental. No período em que a sociedade moderna atingiu alto grau de complexidade, fortemente estruturada na racionalidade técnica, com foco no atendimento dos fetiches capitalistas e não na qualidade de vida, emerge o movimento ambientalista buscando a reconciliação entre a humanidade e a natureza. Ainda que este fato não represente mais do que uma pequena rachadura no *status quo*, esse fenômeno contribuiu para a formulação de legislações e políticas educacionais que regulamentaram e contribuíram para reformular algumas atividades que causam impactos ambientais.

A causa ambiental impele à mudança de paradigma societário e não adaptação à situação posta. Contudo, para além de cuidar do meio ambiente, há que se cuidar do ser humano. Isso exige remanejamento das atividades econômicas e não exclusão das populações vulneráveis dos processos decisórios. A luta de classes por condições dignas para os trabalhadores, a luta por reforma agrária, por segurança alimentar, por demarcações de terras indígenas, pela proteção dos territórios, dos ecossistemas e culturas dos povos tradicionais, pela garantia dos direitos humanos,

pelo acesso à educação de qualidade, pela manutenção do estado democrático de direitos são lutas que se fundem com os princípios do Ensino de Ciências com compromisso social e da educação ambiental crítica. Estes, amparando-se na cultura científica e na pedagogia da autonomia, respectivamente, voltam a atenção para as relações históricas e sociais que atravessam os dilemas sociais da atualidade com vistas a compreender as contradições e opressões presentes na sociedade sob os domínios da economia capitalista.

Com base nos aspectos observados, apreende-se que o ensino na área de Ciências da Natureza, especialmente na parte em que ele se sobrepõe com a educação ambiental, pode ser muito promissor se desenvolvido por meio de metodologias investigativas em que, ao propor um problema, o problema ambiental, o diálogo entre professor e estudantes estimule uma cadeia de práticas investigativas que favoreçam a curiosidade, a criticidade e a autonomia dos aprendentes na construção de conhecimentos. A escolha desse tipo de abordagem teórico-metodológica contribui para a formação de cidadãos aptos para a atuação política e crítica na sociedade, que participam na proposição de ideias e soluções para as questões sociais.

Considerando o que foi apresentado, depreende-se que para concretizar um ensino de Ciências comprometido tanto com o conhecimento científico quanto com as questões sociais, é fundamental assumir uma postura crítica perante as relações historicamente constituídas entre o ser humano, o meio ambiente e a sociedade, tendo como foco uma Ciência com abordagem participativa, democrática, inclusiva e sustentável.

No ensino por investigação, as práticas de leitura, as atividades investigativas mais complexas, como a liberdade intelectual dos estudantes para a elaboração de problemas, hipóteses, dados e conclusões são férteis, no sentido de tornar o ensino menos monótono, mais atrativo, dinâmico e plural. Isto porque, além da construção de conhecimentos que conduzem ao letramento científico, esse ensino também promove o desenvolvimento de habilidades relacionadas à investigação, como a curiosidade, a criatividade, a autonomia e a participação democrática.

Em função dos desafios e dificuldades apresentados, relacionados ao ensino por investigação, mas que tangem o ensino em geral, infere-se que não é possível desenvolver práticas investigativas em todo o tempo do cotidiano escolar. Por outro lado, os docentes concordam que também não é proveitoso que o ensino de Ciências

e educação ambiental sejam majoritariamente desenvolvidos por meio de metodologias tradicionais, diretivas ou para testagem. Desse modo, é possível intercalar atividades investigativas no planejamento didático quando as condições materiais forem viáveis.

Como visto, a busca por inovações no ensino de Ciências não é algo novo, várias perspectivas teórico-metodológicas já foram propostas nos documentos oficiais, como o método científico, o ensino por projetos, a resolução de problemas, a alfabetização científica, a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), as metodologias ativas e o ensino por investigação. Contudo, os aspectos citados como desafios para/pelos docentes e estudantes são gargalos conhecidos que compõem a precarização da Educação brasileira. Se estes desafios não forem superados, o uso de metodologias específicas não será capaz de garantir êxito no desenvolvimento das aprendizagens essenciais para todos os estudantes.

Ante o exposto, infere-se que nenhuma técnica ou método de ensino será eficaz isoladamente e, nesse prisma, faz-se necessário: que os docentes tenham tempo em quantidade suficiente para a formulação de bons planejamentos de aulas, organizando os materiais e os espaços necessários; haja formação continuada de qualidade para que os docentes reforcem seu embasamento teórico; a valorização da carreira docente para que os docentes não precisem trabalhar com mais de um vínculo empregatício, favorecendo sua motivação e disponibilidade emocional e física para a aplicação de diversificadas estratégias de ensino, como também a escolha de temas contextualizados e contemporâneos que façam sentido para os estudantes.

Por fim, a pesquisa revelou que as sequências investigativas podem contribuir com a construção de conhecimentos acerca de temas relacionados à educação ambiental, inseridos no ensino na área Ciências da Natureza. Tais práticas estimularam a construção de conhecimentos e habilidades relacionados à autonomia e participação democrática dos estudantes, de forma reflexiva, crítica e emancipatória. Contudo, estudantes e professores do Ensino Médio vivenciam dificuldades relacionadas à falta de formação específica, tempo e infraestrutura para apreender temas da educação ambiental de forma crítica, por meio de práticas investigativas.

## REFERÊNCIAS

- ABÍLIO, Francisco José Pegado; SATO, Michèle. (Org.). **Educação ambiental: do currículo da Educação Básica às vivências educativas no contexto do semiárido paraibano**. João Pessoa, PB: Editora universitária da UFPB, 2012.
- ACIR. Associação Comercial, Industrial e Empresarial de Rondonópolis. **Perfil Rondonópolis**. 7. ed. Rondonópolis, MT: IPA, 2018.
- AGUIAR, Diana; LOPES, Helena. (Org.). **Saberes dos povos do Cerrado e biodiversidade**. 1. ed. Rio de Janeiro: ActionAid Brasil, 2020.
- ALBERICI, Vinícius *et al.* **Bichos do Cerrado**: a biodiversidade no seu quintal. 1. ed. Campo Grande, MS: Natureza em Foco: Instituto de Conservação de Animais Silvestres, 2020.
- ALMEIDA, Semírames Pedrosa de; PROENÇA, Carolyn Elinore B.; SANO, Sueli Matiko; RIBEIRO, José Felipe. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina, DF: Embrapa, 1998.
- ALVES, Gustavo Benedito Medeiros *et al.* Análise ambiental do desmatamento em área de assentamento rural no Cerrado (Mato Grosso, Brasil). **Terra Plural**, v. 14, p. 1-13, 2020. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/tp/article/view/15189/209209213807>. Acesso em: 10 set. 2022.
- ALVES, José Eustáquio Diniz. Exame humano? **EcoDebate**. Laboratório de Demografia e Estudos Populacionais. Edição nº 1924, de 20/09/2013. Disponível em: <https://www.ufjf.br/ladem/2013/09/28/exame-humano-artigo-de-jose-eustaquio-diniz>. Acesso em 10 abril. 2022.
- ANDERY, M. A. P. A. *et al.* **Para compreender a Ciência**: uma perspectiva histórica. 6. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Espaço e Tempo. São Paulo: EDUC, 1996.
- ANDRÉ, M. E. D. A. de. A produção acadêmica sobre formação de professores: um estudo comparativo das dissertações e teses defendidas nos anos de 1990 e 2000. **Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação Docente**, Belo Horizonte, v. 01, n. 01, p. 41-56, ago./dez. 2009. Disponível em: <https://www.revformacaodocente.com.br/index.php/rbpf/article/view/4> . Acesso em: 12 jul. 2021.
- ANGROSINO, Michel. **Etnografia e observação participante**. (tradução de José Fonseca). São Paulo: Artmed, 2009.
- ARTAXO, Paulo. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas. **Estudos avançados**, v. 34, p. 53-66, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/TRsRMLDdZxRsz85QNYFQBHs/?format=html>. Acesso em: 06 mar. 2024.

AZEVEDO, Lidiany Bezerra Silva de; FIREMAN, Elton Casado. Sequência de ensino investigativa: problematizando aulas de Ciências nos anos iniciais com conteúdos de eletricidade. **Revista Entre Saberes**, Práticas e Ações, Palmeira dos Índios, AL, v.1 n.1, p.1-180, mar./jun. 2021. Disponível em: <https://palmeiradosindios.al.gov.br/wp-content/uploads/2021/06/SEQU%C3%8ANCIA-DE-ENSINO-INVESTIGATIVA.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2024.

BAUMAN, Z. **Vida para consumo**: a transformação das pessoas em mercadoria. Tradução Carlos Alberto Medeiros. Rio de Janeiro: Zahar, 2008.

BOGDAN, Robert C.; BIBKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Tradução Maria João Alvarez; Sara Bahia dos Santos; Telmo Mourinho Baptista. Portugal: Porto Editora, 1994.

BRANDÃO, Carlos Rodrigues. **Repensando a pesquisa participante**. (Org.). 3. ed. São Paulo: Brasiliense, 2008.

BRASIL. **Diretrizes e Bases para o Ensino de 1º e 2º graus**. Lei Federal nº 5.692 de 11 de agosto de 1971. Publicada no DOU-I de 12 de agosto de 1971. Ministério da Educação/Governo do Estado de Mato Grosso.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. **Política Nacional de Educação Ambiental**. Lei nº 9.795, de 27.4.1999. DOU 28.4.1999. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9795.htm)>. Acesso em 12 set. 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências Naturais. 3ª. ed. Brasília: MEC/SEF, 2001.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. 1988. 25. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2007.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a Proteção da Vegetação Nativa. Institui o novo código florestal brasileiro. 2012. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2012/lei-12651-25-maio-2012-613076-normaatualizada-pl.pdf>. Acesso em 15 de mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade na Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental**. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013a.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade na Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação**

**Básica.** Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013b.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental. Departamento de Educação Ambiental. **Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA):** educação ambiental por um Brasil sustentável. 4. ed. Brasília: MMA, 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mapeamento do uso e cobertura do Cerrado:** Projeto Terra Class Cerrado 2013. Brasília, DF, 2015. Disponível em: [https://www.dpi.inpe.br/tccerrado/Metodologia\\_TCCerrado\\_2013.pdf](https://www.dpi.inpe.br/tccerrado/Metodologia_TCCerrado_2013.pdf). Acesso em: 14 de nov. 2023.

BRASIL. **LDB: Lei de diretrizes e bases da educação nacional:** Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. 14 ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular:** educação é a base. 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518-versaofinal\\_sit e.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_sit e.pdf). Acesso em: 23 set. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Coordenação Geral de Temas Transversais da Educação Básica e Integral. **Temas contemporâneos transversais na BNCC:** contexto histórico e pressupostos pedagógicos. Brasília: MEC:SEB, 2019.

BRASIL. **Política Nacional do Meio Ambiente.** Lei nº 6.938 de 31/08/1981. DOU 02/09/1981. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938compilada.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938compilada.htm). Acesso em 12 set. 2022.

CAMPOS, José Galúcio; SENA, Daniel Richardson de Carvalho. Aspectos teóricos sobre o ensino de Ciências por investigação. **Ensino em Revista**, v. 27, n. Especial, p. 1467–1491, 2020. DOI: 10.14393/ER-v27nEa2020-13. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/emrevista/article/view/57447>. Acesso em: 18 mai. 2024.

CARSON, Rachel. **Primavera silenciosa.** 2. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1962.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.** Vol.18, n. 3, p. 765–794. Dezembro, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: abr. 2022.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação:** condições para implementação na sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2020.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; CACHAPUZ, António Francisco; GIL-PÉREZ, Daniel. (Orgs.). **O ensino das Ciências como compromisso científico e social:** os caminhos que percorremos. São Paulo: Cortez, 2012.

CERQUEIRA, Daniel; BUENO, Samira. (coord.) Atlas da violência 2024: retrato dos municípios brasileiros. Brasília: Ipea; FBSP, 2024.

CHASSOT, Á. **A Ciência através dos tempos**. Coleção polêmica. São Paulo: Moderna, 1994.

CHASSOT, Á. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 8ª. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2018.

CHIZZOTTI, Antônio. **Pesquisa qualitativa em Ciências humanas e sociais**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006.

CONTRERAS, José. **A autonomia de professores**. Trad. Sandra Trabuco Valenzuela. São Paulo: Cortez, 2002.

CORTES JUNIOR, L. P.; SÁ, L. P. Conhecimento pedagógico do conteúdo no contexto da educação ambiental: uma experiência com mestrandos em ensino de Ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 19, 2017. Disponível em: <  
<https://www.scielo.br/j/epec/a/9t4ScVDssJ7zH69gnNxybr/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 07 dez. 2021.

COSTA, Cesar Augusto; LOUREIRO, Carlos Frederico. A interdisciplinaridade em Paulo Freire: aproximações político-pedagógicas para a educação ambiental crítica. **Revista Katálysis**, v. 20, n. 1, p. 111-121, 2017.

COUTINHO, Leopoldo Magno. **Biomass brasileiros**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=KILdDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT8&dq=related:rlSxEC3\\_aSAJ:scholar.google.com/&ots=sk55xslok&sig=aown3vn3VII9wCR8ef0o1gl3ZrU#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=KILdDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT8&dq=related:rlSxEC3_aSAJ:scholar.google.com/&ots=sk55xslok&sig=aown3vn3VII9wCR8ef0o1gl3ZrU#v=onepage&q&f=false). Acesso em: 15 set. 2024.

DASHEFSKY, H. Steven. **Dicionário de Ciência ambiental: guia de A a Z**. São Paulo: Gaia, 1997.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 3. ed. São Paulo, Cortez, 2009.

DEMO, Pedro. **Pesquisa participante: mito e realidade**. Brasília: UnB/MEC/INEP, 1982.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação ambiental: princípios e práticas**. São Paulo: Gaia, 1992.

DICKMANN, Ivo. LIOTTI, Luciane Cortiano. **Educação ambiental crítica: experiências e vivências**. (Orgs.). Chapecó: Livrologia, 2020.

DUBOC, Eny. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Cultivo de espécies nativas do bioma Cerrado**. Comunicado 110. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/569243/1/comtec110.pdf>. Acesso em 20 de set. 2022.

ESCOLA ESTADUAL PROF. DOMINGOS APARECIDO DOS SANTOS. 2024. **Projeto Político Pedagógico – PPP**. (Material digital interno).

EZPELETA, Justa; ROCKWELL, Elsie. **Pesquisa participante** (traduzido por Francisco Salatiel de Alencar Barbosa). São Paulo: Cortez: Autores Associados, 1989. (Coleção educação contemporânea).

FERREIRA, N. S. de A. As pesquisas denominadas “Estado da Arte”. **Educação & Sociedade**, Campinas, ano XXIII, nº 79, ago. de 2002. Disponível em: <<https://repository.globethics.net/handle/20.500.12424/1545329>>. Acesso em 13 de jul. de 2021.

FERRO, Maria da Glória Duarte; PAIXÃO, Maria do Socorro Santos Leal. Psicologia da aprendizagem: fundamentos teórico-metodológicos dos processos de construção do conhecimento. Teresina: EDUFPI, 2017. E-Book. Disponível em: [https://ufpi.br/arquivos\\_download/arquivos/ppged/arquivos/files/LIVRO%20PSICOLOGIA%20DA%20APRENDIZAGEM\\_e-book\\_.pdf](https://ufpi.br/arquivos_download/arquivos/ppged/arquivos/files/LIVRO%20PSICOLOGIA%20DA%20APRENDIZAGEM_e-book_.pdf). Acesso em: 16 abr. 2024.

FOLLMANN, José Ivo. (org.). **Ecologia Integral**: abordagens (im)pertinentes. Volume I. São Leopoldo/RS: Casa Leiria, 2020.

FRANCO, Maria Amélia do Rosário Santoro. **Pedagogia e prática docente**. São Paulo: Cortez, 2012.

FREIRE, Paulo. **A educação como prática da liberdade**: Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1967.

FREIRE, Paulo. **Educação e Mudança**. Trad. Moacir Gadotti. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou comunicação?** Trad. Rosisca Darcy de Oliveira. 7. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou Comunicação?** Tradução de Rosisca Darcy de Oliveira. 8. ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1985.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Esperança**: um reencontro com a Pedagogia do Oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

FREIRE, Paulo. **Professora sim, tia não**: cartas a quem ousa ensinar. São Paulo: a Olho d'Água, 1997.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 43. ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 2005.

FREIRE, Paulo. **À sombra desta mangueira**. 11. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 53ª ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz & Terra, 2016a.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 60. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2016b.

GATTI, Bernardete. Formação de professores no Brasil: políticas e programas. **Revista Paradigma**, vol. XLII, n. 2, p. 01-17, 2021. Disponível em: <https://revistaparadigma.com.br/index.php/paradigma/article/view/1044/941>. Acesso em: 25 nov. 2024.

GAUTHIER, Clermont; TARDIF, Maurice. (Org.). **A pedagogia**. Teorias e práticas da Antiguidade aos nossos dias. Tradução Lucy Magalhães. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

GIARDELLI, Gil. Você é o que você compartilha: e-agora: como aproveitar as oportunidades de vida e trabalho na sociedade em rede. Editora Gente, 2016. Disponível em: <  
<https://books.google.com.br/books?id=HWioAAAAQBAJ&lpg=PT5&dq=Gil%20Giardelli&hl=pt-BR&pg=PT5#v=onepage&q=Gil%20Giardelli&f=false>>. Acesso em 15 fev. 2022.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GÓMEZ, J.; LATORRE, A.; SÁNCHEZ, M.; FLECHA, R. Metodología comunicativa crítica. Barcelona: El Roure, 2006.

GOUDIE, Andrew S. Encyclopedia of Geomorphology. London: Routledge: International Association of Geomorphologists, 2004.

GRANDISOLI, Edson; SOUZA, Daniele Tubino Pante de; JACOBI, Pedro Roberto; MONTEIRO, Rafael de Araújo Arosa. (Orgs.). Educar para a sustentabilidade: visões de presente e futuros. São Paulo: IEE-USP, Reconnectta, Editora Na Raiz, 2020.

GRIJALVA, G. R. D.; GÓMEZ, B. C.; LOMELÍ, D. G.; MIRÓN JUÁREZ, C. A. Revista Eletrônica Internacional de Educação Ambiental, v. 11 n.1 p.42-57, 2021. Disponível em: <  
<https://eric.ed.gov/?q=environmental+education&pr=on&ft=on&id=EJ1281546>>. Acesso em 08 dez. 2021.

GUERRA, J. A. S. Pedagogia de projetos: técnicas para ensino de Ciências. Curitiba: Appris, 2018.

GUIMARÃES, M. Educação ambiental crítica. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Diretoria de Educação Ambiental. Philippe Pomier Layrargues (coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

GUIMARÃES, M. **Caminhos da educação ambiental: da forma à ação**. (Org.). Campinas, SP: Papyrus, 2006. (Coleção Papyrus Educação).

GUIMARÃES, M. **A dimensão ambiental na educação**. 8. Ed. Campinas, SP: Papyrus, 2007.

GUIMARÃES, Mauro. **A dimensão ambiental na Educação**. 2. ed. Campinas, SP: Papyrus, 2020.

GUIMARÃES, Mauro. (Org.). **Educação ambiental e a “convivência pedagógica”**: Emergências e transformações no século XXI. Campinas, SP: Papyrus, 2021.

HARARI, Y. N. **Sapiens**: uma breve história da humanidade. Tradução Jorio Dauster. São Paulo: Companhia das Letras, 2020.

HARVEY, D. 17 contradições e o fim do capitalismo. Tradução: Rogério Bettoni. São Paulo: Boitempo Editorial, 2017.

HERNÁNDEZ, F. Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho. Porto Alegre: Artmed, 1998.

HOBBSAWM, Eric. J. **Era dos Extremos**: o breve século XX: 1914-1991. 2. ed. Tradução Marcos Santarrita; Revisão técnica Maria Célia Paoli. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

HOBBSAWM, Eric. J. **A era das revoluções**: 1789-1848. 33. ed. Tradução Maria Tereza Teixeira e Marcos Penchel. São Paulo: Paz e Terra, 2015. (recurso digital).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama do município de Rondonópolis**, Mato Grosso. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/rondonopolis/panorama>. Acesso em: 15 set. 2021

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil**: relatórios metodológicos, v. 45. Rio de Janeiro: Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2019. Disponível em: [https://www.ibge.gov.br/apps/biomass/pdf/Lim08\\_BiomSist.pdf](https://www.ibge.gov.br/apps/biomass/pdf/Lim08_BiomSist.pdf). Acesso em: 20 de jun. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. Brasil. Mato Grosso. **Rondonópolis**. Panorama. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/rondonopolis/panorama>. Acesso em: 22 mar. 2024.

INEP-Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo Escolar 2021**: divulgação dos resultados. Brasília: MEC, 2021. Disponível: [https://download.inep.gov.br/censo\\_escolar/resultados/2021/apresentacao\\_coletiva.pdf](https://download.inep.gov.br/censo_escolar/resultados/2021/apresentacao_coletiva.pdf). Acesso em 05 abr 2024.

JAPIASSÚ, Hilton; MARCONDES, Danilo. Dicionário básico de filosofia. 4.ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2006.

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

KRASILCHIK, Myriam. Caminhos do ensino de Ciências no Brasil. **Em Aberto**, v. 11, n. 55, p. 3-8, 1992. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/000858160>. Acesso em: 28 jun. 2023.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e cidadania**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2007.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. ver. E ampl., 6. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2019.

LAYRARGUES, Philippe Pomier; LIMA, Gustavo Ferreira da Costa. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. **Ambiente & sociedade**, v. 17, p. 23-40, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/8FP6nynhjdZ4hYdqVFdYRtx/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 maio 2024.

LAYRARGUES, Philippe Pomier. O cinismo da reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental. In: LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo; LAYRARGUES, Philippe Pomier; CASTRO, Ronaldo Souza de. **Educação Ambiental: repensando o espaço da cidadania**. (Orgs.). 5. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

LEAKEY, R. E. **A origem da espécie humana**. Tradução Alexandre Tort. Rio de Janeiro: Rocco, 1995.

LEFF, Enrique. **Ecologia, capital e cultura: a territorialização da racionalidade ambiental**. Tradução: Jorge E. Silva. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.

LEITE-FILHO, Argemiro Teixeira. **Interações entre desmatamento, mudanças climáticas e produção agrícola no Cerrado e na Amazônia brasileira**. Tese (Doutorado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte: PPGAMSA, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/59112>. Acesso em: 16 mar. 2024.

LEITE-FILHO, Argemiro Teixeira; SOARES-FILHO, Britaldo Silveira; DAVIS, Juliana Leroy. *et al.* O desmatamento reduz as chuvas e as receitas agrícolas na Amazônia brasileira. **Nature Communications**, vol. 12, n. 2591, 2021. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-021-22840-7>. Acesso em: 20 set. 2021.

LIMA, G. F. C. Questão ambiental e educação: contribuições para o debate. **Ambiente & Sociedade**, NEPAN/UNICAMP, Campinas, ano II, n. 5, p. 135-153, jul./dez. 1999. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/94241096/QUESTAO-AMBIENTAL-E-EDUCACAO>. Acesso em: 17 jan. 2017.

LOUREIRO, Carlos Frederico. B. Educação ambiental transformadora. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Diretoria de Educação Ambiental. Philippe Pomier Layrargues (coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

LOUREIRO, Carlos Frederico. B. **Trajatória e fundamentos da educação ambiental**. 4ª. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

LOUREIRO, Carlos Frederico B.; LAMOSA, Rodrigo de A. C. (Orgs.). **Educação ambiental no contexto escolar: um balanço crítico da década da Educação para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Quartet, CNPq, 2015.

LYRA, Franciéli Gonçalves; SOARES, Natália Aparecida. Profissão docente: expectativas e perspectivas na atualidade. **Revista Conhecimento Online**, v. 1, p. 136-164, 2023. Disponível em:

<https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistaconhecimentoonline/article/view/2498/3143>. Acesso em: 28 nov. 2024.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em Educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

LUZ, R.; PRUDÊNCIO, C. A. V.; CAIAFA, A. N. Contribuições da educação ambiental crítica para o processo de ensino e aprendizagem em Ciências visando à formação cidadã. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 23, n. 3, 2018.

Disponível em:

<https://pdfs.semanticscholar.org/f4b2/18a73928fc546086069c086bcef33b4ebd.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2021.

MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira; BATISTA, Michel Corci Batista. (Org.). **Metodologia da pesquisa em educação e ensino de Ciências**. 2. ed. Ponta Grossa, PR: Atena, 2023.

MARQUES, R.; XAVIER, C. R. Os desafios e dificuldades dos professores na inserção e prática da educação ambiental no currículo escolar. **Revista Internacional de Ciências Sociais e da Educação**, v.2, n.1, p. 49-56, 2020. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1264000.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2021.

MARTINS, J. P. de A.; SCHNETZLER, R. P. Formação de professores em educação ambiental crítica centrada na investigação-ação e na parceria colaborativa. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 24, n. 3, p. 581-598, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/dnDQYDqzr4SnwnQQbCs7D5r/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 02 dez. 2021.

MATO GROSSO. Secretaria de Agricultura e Assuntos Fundiários. Instituto de Terras de Mato Grosso-INTERMAT. Projeto Lar Legal-Regularização Fundiária Urbana. **Núcleo Habitacional São José I, II, III**: Rondonópolis-MT. Cuiabá, 2002. (material impresso).

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso. **Proposta de Eletivas e Trilhas de aprofundamento**. Cuiabá, MT: Seduc, 2020.

MATO GROSSO. **Sistema Estruturado de Ensino de Mato Grosso**: Muitas possibilidades de intervenção pedagógica. Fundação Getúlio Vargas (FGV). Cuiabá, MT: SEDUC MT, 2021.

MATURANA, H. R.; VARELA, F. J. A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana. São Paulo: Palas Athena, 2001.

MINAYO, Maria Cecília de Souza; DESLANDES, Suely Ferreira; GOMES, Romeu. (org.). **Pesquisa Social**: teoria, método e criatividade. 28. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.

OLIVEIRA, Maria Marly de. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 7ª. ed. Revisada e atualizada. Petrópolis, RJ: Vozes, 2016.

LOVERDE-OLIVEIRA, Simoni Maria; NASCIMENTO, Flávio Antônio da Silva. **Ecologia e história do vale do rio São Lourenço**. Rondonópolis, 2004.

PARO, V. H. Políticas educacionais: considerações sobre o discurso genérico e a abstração da realidade. In: DOURADO, L. F.; PARO, V. H. (orgs.). *Políticas públicas & Educação Básica*. São Paulo: Xamã, 2001.

PEDRINI, Alexandre Gusmão. (Org.). **Metodologias em Educação Ambiental**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

PEIXOTO, S. C.; DALLA NORA, L. D.; ORTIZ, A. C. M.; TOPOLSKI, D. K.; ORSELLI, M. i. V.; NUNES, J. F. A dimensão interdisciplinar na construção da educação ambiental: uma proposta de sequência didática. **Research, Society and Development**, 10.5. 2021: E15710514808. Web. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14808/13270>. Acesso em: 07 dez. 2021.

PEREIRA, E. G. C.; FONTORURA, H. A. Da. Educação Ambiental (EA) na perspectiva do ensino de Ciências. *Interacções*, v. 11, n. 39, 2015. Disponível em: <<https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/8759>>. Acesso em 14 dez. 2021.

PIMENTA, Sema garrido; PETEROSSO, Helena Gemignani; FAZENDA, Ivani Catarina Arantes Fazenda; FUSARI, Maria Felisminda de Rezende. **Anotações sobre metodologia e prática de ensino na Escola de 1º Grau**. São Paulo: Loyola, 1988.

PIRES, Carolina. Patrimônio (in)visível. **Darcy**: revista de jornalismo científico e cultural da universidade de Brasília-UnB. Edição nº. 21, janeiro a março de 2019. ISSN 2176-638X. Disponível em: <https://revistadarcy.unb.br/edicao-n-21>. Acesso em: 12 ago. 2022.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel. Ángel Gómez. A solução de problemas nas Ciências da Natureza. In: POZO, J. I. **A solução de problemas**: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel. Ángel Gómez. **A aprendizagem e o Ensino de Ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Tradução Naila Freitas. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRIGOGINE, Ilya. **O fim das certezas**: tempo, caos e as leis da natureza. Tradução Roberto Leal Ferreira. 2. ed. São Paulo: Unesp, 2011.

PRIMACK, Richard B.; RODRIGUES, Efraim. **Biologia da conservação**. Londrina: Planta, 2001.

PUCCI, Bruno. Teoria Crítica e Educação. In: PUCCI, Bruno. (Org.). **Teoria Crítica e Educação**: a questão da formação cultural na Escola de Frankfurt. 4. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

RAMOS, Alexander Webber Perlandim *et al.* Padrões de desmatamento nos biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal na Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai, Mato

Grosso-Brasil. **Revista Geográfica Acadêmica**, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/76281>. Acesso em: 20 de mar. 2023.

REIGOTA, M. Meio ambiente e representação social. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2010. (Coleção questões da nossa época; v. 12).

REIGOTA, M. **O que é educação ambiental**. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 2014. (Coleção Primeiros Passos; 292).

REYNALDO, Ney Iared; LOVERDE-OLIVEIRA, Simoni Maria. **Usos sociais da biodiversidade de Mato Grosso**. Cuiabá-MT: Edufmt, 2015.

RESENDE, Marina de Lourdes Fonseca; GUIMARÃES, Luciano de Lima. Inventários da biodiversidade do bioma Cerrado: biogeografia de plantas. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: **IBGE**, 2007. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95776.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2024.

RIBEIRO, José Felipe; WALTER, Bruno Machado Teles. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, Planaltina: Embrapa, 2008.

RONDONÓPOLIS. **Bacia Hidrográfica do Córrego Arareau**: Projeto de Recuperação Sócio-Econômico-Ambiental. Prefeitura Municipal de Rondonópolis-MT: Secretaria Municipal de Agricultura e Pecuária, 1995.

RONDONÓPOLIS. Lei Complementar nº 043, de 28 de dezembro de 2006. Institui o **Plano Diretor do Município de Rondonópolis** e dá outras providências. Rondonópolis, MT, 2006. Disponível em: <http://www.rondonopolis.mt.gov.br>. Acesso em: 25 abr. 2024.

ROSENTHAL, Gabriele. **Pesquisa social interpretativa: uma introdução**. 5. ed. Alemanha: Göttingen University Press, 2018.

RUSCHEINSKY, Aloisio. (Org.). **Educação ambiental: abordagens múltiplas**. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

SACRISTÁN, J. G.; PÉREZ GÓMEZ, A. I. **Compreender e transformar o ensino**. Tradução Ernani F. da Fonseca Rosa. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SALMONA, Yuri Botelho *et al.* A worrying future for river flows in the Brazilian Cerrado provoked by land use and climate changes. **Sustainability**, v. 15, n. 5, p. 4251, 2023. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/sustainability-15-04251.pdf>. Acesso em 23 de fev. 2024.

SANO, Sueli Matiko; ALMEIDA, Semíramis Pedrosa de; RIBEIRO, José Felipe. **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2008.

SANTANA, Uilian dos Santos; SEDANO, Luciana. Estruturação de perguntas no ensino de Ciências por investigação: uma proposta visando a alfabetização científica. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 16, n. 1, p. 207-

234, 2023. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/87409/53194>. Acesso em: 28 jun. 2024.

SANTOS, César Sátiro dos. *Ensino de Ciências: abordagem histórico-crítica*. 2. Ed. Campinas, SP: Armazém do Ipê, 2012.

SANTOS, Diana Aguiar Orrico; LOPES, Helena Rodrigues. (Org.). *Saberes dos povos do cerrado e biodiversidade*. Rio de Janeiro: Actionaid Brasil, 2020.

SANTOS, F. L. B. **Uma história da onda progressista sul-americana (1998-2016)**. São Paulo: Editora Elefante, 2019. Disponível em:

<https://literatureseweb.wordpress.com/wp-content/uploads/2020/11/uma-historia-da-onda-progressista-sul-americana-by-santos-fabio-luis-barbosa-dos-z-lib.org-1.pdf>. Acesso em 14 de nov. 2023.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Almejando a alfabetização Científica no Ensino Fundamental: A Proposição e a procura de Indicadores do processo. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008. Disponível em:

[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID199/v13\\_n3\\_a2008.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID199/v13_n3_a2008.pdf). Acesso em: 16 nov. 2024.

SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1061-1085, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4833>. Acesso em 06 dez. 2021.

SAUVÉ, Lucie. Uma cartografia das correntes em educação ambiental. In: SATO, Michèle; CARVALHO, Isabel Cristina Moura. **Educação Ambiental: pesquisa e desafios**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 11. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2013.

SAWYER, Donald; MESQUITA, Beto; COUTINHO, Bruno; ALMEIDA, Fábio Vaz de; FIGUEIREDO, Isabel; ELOY, Ludivine. (Org.). **Perfil do ecossistema: hotspot de biodiversidade do Cerrado**. Brasília, DF: Supernova, 2017.

SEGURA, Denise de Souza Baena. *Educação ambiental na escola pública: da curiosidade ingênua à consciência crítica*. São Paulo: Annablume: Fapesp, 2001.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

SILVA, Andrerika Vieira Lima; PAULO, Fernanda dos Santos; TESSARO, Mônica. (Org.). *Educação popular e pesquisas participativas*. 1.ed. Veranópolis: Diálogo Freiriano, 2020.

SILVA, L. F. da. *Educação Ambiental Crítica: entre ecoar e recriar*. Jundiá, Paco Editorial: 2014.

SILVA, M. S. da; CAMPOS, C. R. P. Atividades investigativas na formação de professores de Ciências: uma aula de campo na Formação Barreiras de Marataízes, ES. *Ciência & Educação* (Bauru), v. 23, p. 775-793, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/zxrVcnPRkzs6TgBJDMvqkCj/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 26 nov. 2021.

SILVA, Tamiris de Almeida; SOUZA, Silvana Paulina de; FIREMAN. Ensino de Ciências por investigação: contribuições da leitura para a alfabetização científica nos anos iniciais. **ACTIO**, Curitiba, v. 4, n. 3, p. 346-366, set./dez. 2019. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/10526/7032>. Acesso em 25 mai. 2024.

SOLINO, A. P.; GEHLEN, S.T. Abordagem temática freireana e o ensino de Ciências por investigação: possíveis relações epistemológicas e pedagógicas. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 19, n. 1, p. 141-162, 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/100-204-1-SM.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2021.

SOUZA SANTOS, Boa Ventura de. **Um discurso sobre as Ciências**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

SOUZA, Francisco Herculano Carneiro de; SIMÃO, Maria Olívia de Albuquerque Ribeiro; OLIVEIRA, Irlane Maia de. Educação ambiental escolar: espaço de (in)coerências na formação das sociedades Sustentáveis. Curitiba: Appris, 2019.

SOUZA, Meydson Gutemberg de; OLIVEIRA, Maria Marly de; SILVEIRA, Thiago Araújo da. Análise hermenêutica do ensino por investigação em uma escola privada do Recife-PE. In: OLIVEIRA, Maria Marly de. **Dialogicidade e complexidade no processo de análise hermenêutica dialética-interativa** (Orgs.). Recife: Edupe, 2020. Disponível em: <http://www.edupe.com.br/produto.php?codigo=115>. Acesso em 09 ago. 2021.

STEDILE, João Pedro. (Org.). 2. ed. **A questão agrária no Brasil**: o debate na década de 1990. São Paulo: Expressão Popular, 2013.

TAVOLARO, Sérgio Barreira de Faria. **Movimento ambientalista e modernidade**: sociabilidade, risco e moral. São Paulo: Annablume/Fapesp, 2001.

THIOLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 8ª. ed. São Paulo: Cortez, 1998.

WASELFISZ, Julio Jacobo. **Mapa da Violência 2016**: homicídios por arma de fogo no Brasil. Brasil: Flacso, 2016. Disponível em: [http://www.mapadaviolencia.org.br/pdf2016/Mapa2016\\_armas\\_web.pdf](http://www.mapadaviolencia.org.br/pdf2016/Mapa2016_armas_web.pdf). Acesso em: 22 out. 2022.

ZABALA, Antoni. **Enfoque globalizador e pensamento complexo**: uma proposta para o currículo escolar. Trad. Ernani Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2002.

ZOMPERO, A. F; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas para as aulas de Ciências**: um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa. Curitiba: Appris, 2016.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



**UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL**

Recredenciada pela Portaria Ministerial nº 906 de 17/08/2016 – D.O.U. de 18/08/2016  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

PRÓ-REITORIA ACADÊMICA

DIRETORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

#### 1. IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título do Projeto: **O ensino de Ciências com ênfase na questão ambiental: possibilidades e desafios das metodologias investigativas com abordagem crítica.**

Área do Conhecimento: Ensino de Ciências e Matemática      Número de participantes: 20

Curso: Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática      Unidade: ULBRA/Canoas/RS

Projeto Multicêntrico	Sim	x	Não	x	Nacional	Internacional	Cooperação Estrangeira	Sim	x	Não
-----------------------	-----	---	-----	---	----------	---------------	------------------------	-----	---	-----

Patrocinador da pesquisa: Lucimara Afonso Castilho

Instituição onde será realizado: Escola Estadual Professor Domingos Aparecido dos Santos

Nome dos pesquisadores e colaboradores: Lucimara Afonso Castilho e Letícia Azambuja Lopes

Você está sendo convidado (a) para participar do projeto de pesquisa acima identificado. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua colaboração neste estudo será de muita importância para nós, mas, se desistir, a qualquer momento, isso não causará nenhum prejuízo para você.

#### 2. IDENTIFICAÇÃO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA

Nome:	Data de Nasc.:	Sexo:
Nacionalidade:	Estado Civil:	Profissão:
RG:	CPF/MF:	Telefone:
E-mail:		
Endereço:		

#### 3. IDENTIFICAÇÃO DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL

Nome: Lucimara Afonso Castilho	Telefone: (66) 99982 0160
Profissão: Professora/ Estudante	Registro no Conselho Nº: não se aplica.
E-mail: luaffonso3@gmail.com	
Endereço: Rua Domingos de Lima, nº 224, Jardim Santa Marta, CEP: 78.710-404, Rondonópolis/MT.	

Eu, participante da pesquisa, abaixo assinado(a), após receber informações e esclarecimento sobre o projeto de pesquisa, acima identificado, concordo de livre e espontânea vontade em participar como voluntário(a) e estou ciente:

#### 1. Da justificativa e dos objetivos para realização desta pesquisa.

Devido à importância da Ciência e da tecnologia na sociedade contemporânea, um dos papéis da escola é desenvolver junto aos estudantes habilidades e conhecimentos próprios do fazer científico, com vistas à inclusão social. No concernente à educação ambiental, conforme as políticas

educacionais, os temas devem ser trabalhados de forma transversal, perpassando todas as áreas do conhecimento, de forma permanente e contínua com foco na sustentabilidade. Contudo, observa-se que na Educação Básica nem sempre os docentes conseguem colocar em prática as metodologias investigativas e garantir a consolidação dos princípios da educação ambiental. Por outro lado, mesmo diante de limitações muitos professores desenvolvem atividades investigativas relacionados à questão ambiental no decorrer dos projetos das mostras culturais. Nessa perspectiva, objetivamos acompanhar e participar das atividades da mostra cultural de uma escola estadual do município de Rondonópolis-MT. Conhecer como o corpo docente desenvolve os trabalhos relacionados aos projetos. E, por meio da interação dialógica com os participantes da pesquisa, contribuir com a reflexão e formulação de sequências investigativas com abordagem crítica sobre temas da questão ambiental. Como objetivo geral buscaremos compreender os desafios e as possibilidades da construção de conhecimentos acerca da questão ambiental por meio das metodologias investigativas com abordagem crítica. Assim, a relevância dessa pesquisa justifica-se pela oportunidade de instigar a reflexão e o pensamento crítico acerca da Ciência e da sustentabilidade socioambiental.

## **2. Do objetivo de minha participação.**

O objetivo de sua participação é poder dialogar, refletir e contribuir para o crescimento da área de Ciências da natureza ao colaborar com a pesquisadora na compreensão dos desafios e as possibilidades da construção de conhecimentos acerca da questão ambiental por meio de metodologias investigativas com contribuições da abordagem crítica em uma escola de Educação Básica do município de Rondonópolis-MT.

## **3. Do procedimento para coleta de dados.**

Como procedimentos para coleta de dados da pesquisa, utilizaremos questionários impressos que serão respondidos pelos professores, coordenares e membros do apoio pedagógico da escola. No referido questionário, constam perguntas objetivas e dissertativas relacionadas à educação ambiental e metodologias utilizadas, que poderão ser respondidas no período destinado para as atividades pedagógicas da escola, em função da autorização da gestão e do Conselho Deliberativo Escolar para a realização da pesquisa. O tempo destinado ao preenchimento das questões pode variar conforme cada participante, sendo estimado entre quarenta a sessenta minutos aproximadamente.

## **4. Da utilização, armazenamento e descarte das amostras.**

Os dados coletados por meio desta investigação (filmagem, fotos e diário de bordo) serão armazenados por um período de 5 anos pelo pesquisador de forma segura e sigilosa.

## **5. Dos desconfortos e dos riscos.**

Considera-se que esse projeto de pesquisa é de risco mínimo à dignidade e integridade física e psíquica dos voluntários da pesquisa, pois os procedimentos que serão adotados, não sujeitarão os participantes a riscos maiores do que os encontrados nas suas atividades cotidianas. Contudo, os participantes poderão sentir um desconforto por estarem sendo filmados. Mas ressaltamos que a qualquer momento da entrevista; os participantes entrevistados poderão abdicar de participar desta pesquisa.

## **6. Dos benefícios.**

Ao participar desta pesquisa, entendemos que os participantes terão a oportunidade de dialogar, refletir (re)construir seus conhecimentos sobre o ensino de Ciência, sobre as metodologias investigativas e a questão ambiental com abordagem crítica. Nessa perspectiva ao compartilhar e socializar seus saberes, os participantes estarão contribuindo também com a melhoria da aprendizagem na área de Ciências da natureza.

**7. Da isenção e ressarcimento de despesas.**

O participante ficará isento de qualquer despesa e não receberá pagamento pela atividade.

**8. Da forma de acompanhamento e assistência.**

O participante tem direito a desistir em qualquer momento da pesquisa. Tem a garantia do sigilo referente a seus dados pessoais. O desenvolvimento da pesquisa com os alunos é de responsabilidade do pesquisador, ficando a disposição para possíveis esclarecimentos

**9. Da liberdade de recusar, desistir ou retirar meu consentimento.**

Tenho a liberdade de recusar, desistir ou de interromper a colaboração nesta pesquisa no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação. A minha desistência não causará nenhum prejuízo à minha saúde ou bem-estar físico, como também não acarretará nenhum constrangimento ou prejuízo ao exercício profissional.

**10. Da garantia de sigilo e de privacidade.**

Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados.

**11. Da garantia de esclarecimento e informações a qualquer tempo.**

Tenho a garantia de tomar conhecimento e obter informações, a qualquer tempo, dos procedimentos e métodos utilizados neste estudo, bem como dos resultados finais desta pesquisa. Para tanto, poderei consultar a **pesquisadora responsável Lucimara Afonso Castilho**. Em caso de dúvidas não esclarecidas de forma adequada pelo(s) pesquisador (es), de discordância com os procedimentos, ou de irregularidades de natureza ética, poderei ainda contatar o **Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Ulbra Canoas (RS)**, com endereço na Rua Farroupilha, 8.001 – Prédio 14 – Sala 224, Bairro São José, CEP 92425-900 - telefone (51) 3477-9217, e-mail [comitedeetica@ulbra.br](mailto:comitedeetica@ulbra.br).

Declaro que obtive todas as informações necessárias e esclarecimento quanto às dúvidas por mim apresentadas e, por estar de acordo, assino o presente documento em duas vias de igual conteúdo e forma, ficando uma em minha posse.

Rondonópolis, MT, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Lucimara Afonso Castilho

---

Participante da pesquisa e/ou Responsável

## APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO E ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



**UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL**

Recredenciada pela Portaria Ministerial nº 906 de 17/08/2016 – D.O.U. de 18/08/2016  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

PRÓ-REITORIA ACADÊMICA  
DIRETORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

#### 1. IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título do Projeto: **O ensino de Ciências com ênfase na questão ambiental: possibilidades e desafios das metodologias investigativas com abordagem crítica.**

Área do Conhecimento: Ensino de Ciências e Matemática      Número de participantes: 20

Curso: Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática      Unidade: ULBRA/Canoas/RS

Projeto Multicêntrico	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Nacional	Internacional	Cooperação Estrangeira	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-----------------------	--------------------------	-------------------------------------	--------------------------	-------------------------------------	----------	---------------	------------------------	--------------------------	-------------------------------------	--------------------------

Patrocinador da pesquisa: Lucimara Afonso Castilho

Instituição onde será realizado: Escola Estadual Professor Domingos Aparecido dos Santos

Nome dos pesquisadores e colaboradores: Lucimara Afonso Castilho e Letícia Azambuja Lopes

Seu filho (e/ou menor sob sua guarda) está sendo convidado(a) para participar do projeto de pesquisa acima identificado. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua autorização para que ele participe neste estudo será de muita importância para nós, mas, se retirar sua autorização, a qualquer momento, isso não lhe causará nenhum prejuízo.

#### 2. IDENTIFICAÇÃO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA

Nome:		Data Nasc.:	Sexo:
Nacionalidade:		Estado Civil:	Profissão:
RG:	CPF:	Telefone:	E-mail:
Endereço:			

#### 3. IDENTIFICAÇÃO DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL

Nome: Lucimara Afonso Castilho		Telefone: (66)99982 0160
Profissão: Professora de Ciências e Biologia	Registro no Conselho Nº: não se aplica	E-mail: luaffonso3@gmail.com
Endereço: Rua Domingos de Lima, nº 224, Jardim Santa Marta, CEP: 78.710-404, Rondonópolis/MT.		

Eu, responsável pelo menor acima identificado, após receber informações e esclarecimento sobre este projeto de pesquisa, autorizo, de livre e espontânea vontade, sua participação como voluntário(a) e estou ciente:

#### 1. Da justificativa e dos objetivos para realização desta pesquisa.

Devido à importância da Ciência e da educação ambiental na sociedade contemporânea, um dos papéis da escola é desenvolver junto aos estudantes habilidades e conhecimentos próprios do fazer científico, com vistas à inclusão social e à sustentabilidade socioambiental. Muitos professores

desenvolvem atividades investigativas relacionados à questão ambiental no decorrer dos projetos das mostras culturais. Nessa perspectiva, objetivamos acompanhar e participar das atividades da mostra cultural de uma escola estadual do município de Rondonópolis-MT. Conhecer como os professores e estudantes desenvolvem os trabalhos relacionados aos projetos. E, por meio do diálogo com os participantes da pesquisa pretendemos contribuir com a formulação de atividades investigativas sobre temas da questão ambiental. Como objetivo geral, buscaremos compreender os desafios e as possibilidades da construção de conhecimentos acerca da questão ambiental por meio das metodologias investigativas com abordagem crítica. Assim, a relevância dessa pesquisa justifica-se pela oportunidade de instigar a reflexão e o pensamento crítico acerca da Ciência e da sustentabilidade socioambiental.

## **2. Do objetivo de minha participação.**

O objetivo da participação do seu(a) filho(a) é contribuir para o crescimento da área de Ciências da Natureza voltado para estudantes do Ensino Fundamental e Ensino Médio, visando a melhoria do ensino e da aprendizagem de educação ambiental nas disciplinas Ciências e Biologia.

## **3. Do procedimento para coleta de dados.**

Como procedimentos para coleta de dados da pesquisa com os estudantes do Ensino Fundamental e do Ensino Médio serão realizadas entrevistas gravadas em áudio, que depois serão transcritas, impressas e retomadas para leitura e reconstrução dos saberes, segundo a técnica do Círculo Hermenêutico-Dialético. Cada entrevista individual terá duração de aproximadamente quarenta minutos, contendo dezoito perguntas discursivas abertas, relacionadas às experiências escolares de educação ambiental dos estudantes. Serão realizadas dentro das aulas de Ciências e Biologia da professora pesquisadora Lucimara Afonso Castilho.

## **4. Da utilização, armazenamento e descarte dos dados coletados.**

O material coletado será armazenado nas pastas pessoais no computador pessoal e no Google Drive sob a responsabilidade da pesquisadora identificada acima, pelo período de no mínimo 5 anos, sendo utilizado para a escrita da tese de doutorado e atividades acadêmicas.

## **5. Dos desconfortos e dos riscos.**

Os eventuais riscos que possam vir a surgir são: o constrangimento dos participantes ao saberem que estão fazendo parte de uma pesquisa, bem como a quebra de confidencialidade, no entanto, ressalta-se que a participação é de cunho voluntário e haverá o máximo cuidado para manter o sigilo das informações coletadas pelo pesquisador. Os resultados obtidos nessa pesquisa poderão ser publicados, mas a equipe de pesquisa garante o sigilo, as respostas não serão vinculadas a identidade do participante.

## **6. Dos benefícios.**

Ao participar desta pesquisa, entendemos que os participantes terão a oportunidade de dialogar, refletir e (re)construir seus conhecimentos sobre o ensino de Ciência, sobre as metodologias investigativas e a questão ambiental com abordagem crítica. Nessa perspectiva ao compartilhar e socializar seus saberes, os participantes estarão contribuindo também com a melhoria da aprendizagem na área de Ciências da Natureza.

## **7. Da isenção e ressarcimento de despesas.**

O participante ficará isento de qualquer despesa e não receberá pagamento ou remuneração financeira pela atividade.

**8. Da forma de acompanhamento e assistência.**

O participante tem direito a desistir em qualquer momento da pesquisa. Tem a garantia do sigilo referente a seus dados pessoais. O desenvolvimento da pesquisa com os alunos é de responsabilidade do pesquisador, ficando a disposição para possíveis esclarecimentos.

**9. Da liberdade de recusar, desistir ou retirar meu consentimento.**

Tenho a liberdade de recusar, desistir ou de interromper meu consentimento para a colaboração do meu filho(a) nesta pesquisa quando desejar, sem necessidade de qualquer explicação. A desistência por minha parte e/ou do meu filho(a) não lhe causará nenhum prejuízo à saúde, bem-estar físico, mental ou financeiro. Como também não causará nenhum prejuízo ao processo de aprendizagem que meu filho(a) tem desenvolvido na escola.

**10. Da garantia de sigilo e de privacidade.**

Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que os dados pessoais do meu filho(a) não sejam mencionados.

**11. Da garantia de esclarecimento e informações a qualquer tempo.**

Tenho a garantia de tomar conhecimento e obter informações, a qualquer tempo, dos procedimentos e métodos utilizados neste estudo, bem como dos resultados finais desta pesquisa. Para tanto, poderei consultar a **pesquisadora responsável: Lucimara Afonso Castilho**. Em caso de dúvidas não esclarecidas de forma adequada pelo(s) pesquisador(es), de discordância com os procedimentos, ou de irregularidades de natureza ética, poderei ainda contatar o **Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Ulbra Canoas (RS)**, com endereço na Rua Farroupilha, 8.001 – Prédio 14 – Sala 224, Bairro São José, CEP 92425-900, telefone (51) 3477-9217, e-mail [comitedeetica@ulbra.br](mailto:comitedeetica@ulbra.br).

Declaro que obtive todas as informações necessárias e esclarecimento quanto às dúvidas por mim apresentadas e, por estar de acordo, assino o presente documento em duas vias de igual conteúdo e forma, ficando uma em minha posse.

Rondonópolis, MT \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Participante da Pesquisa

---

Responsável pelo Participante da Pesquisa

---

Pesquisador Responsável pelo Projeto

## APÊNDICE C - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



PRÓ-REITORIA ACADÊMICA  
 DIRETORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
 COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS

### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA MENORES DE 12 a 18 ANOS - Resolução 466/12)

Convidamos você, após autorização dos seus pais [ou dos responsáveis legais], para participar como voluntário (a) da pesquisa: O ensino de Ciências com ênfase na questão ambiental: possibilidade e desafios das metodologias investigativas com abordagem crítica.

Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora: **Lucimara Afonso Castilho**, endereço: Rua Domingos de Lima, nº 224, Jardim Santa Marta, CEP: 78.710-404, Rondonópolis/MT, telefone/e-mail (inclusive para ligações a cobrar): (66) 9 9982-0160, e-mail: luaffonso3@gmail.com, que está sob a orientação da prof. Dra. Letícia Azambuja Lopes, Telefone: (51) 9 9973 8030, e-mail: leticia.lopes@ulbra.br.

Este Termo de Consentimento pode conter informações que você não entenda. Caso haja alguma dúvida, pergunte à pessoa que está lhe entrevistando para que esteja bem esclarecido (a) sobre sua participação na pesquisa. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer pagamento para participar. Você será esclarecido(a) sobre qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. Após ler as informações a seguir, caso aceite participar do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é para ser entregue aos seus pais para guardar e a outra é do pesquisador responsável. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema se desistir, é um direito seu. Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

#### INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

##### DESCRIÇÃO DA PESQUISA:

Essa pesquisa faz parte do projeto de tese do Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática e tem como título “O ensino de Ciências com ênfase na questão ambiental: possibilidades e desafios das metodologias investigativas com abordagem crítica”. A importância dessa pesquisa justifica-se pela oportunidade de estimular a reflexão e o pensamento crítico acerca do ensino de Ciências e temas da educação ambiental por meio das atividades investigativas. Como objetivo geral buscaremos compreender os desafios e as possibilidades da construção de conhecimentos sobre a questão ambiental por meio das metodologias investigativas. Para tanto, por meio dos objetivos específicos pretendemos: acompanhar e participar das atividades da mostra cultural da Escola Estadual Prof. Domingos Aparecido dos Santos, como também da Escola Estadual Silvestre Gomes Jardim visando conhecer como os professores e estudantes desenvolvem os trabalhos relacionados aos projetos; contribuir com a formulação de atividades investigativas sobre temas da questão ambiental, por meio do diálogo com os participantes da pesquisa. Para a coleta de dados com os estudantes do Ensino Fundamental I e do Ensino Médio serão realizadas entrevistas gravadas em áudio, que depois serão

transcritas, impressas e retomadas para leitura e reconstrução dos saberes. Cada entrevista individual terá duração de aproximadamente quarenta minutos, contendo dezoito perguntas discursivas, relacionadas às suas experiências escolares de educação ambiental, que serão realizadas dentro das aulas de Ciências e Biologia no decorrer do desenvolvimento dos projetos para a Mostra Cultural.

#### **ESCLARECIMENTO DO PERÍODO DE PARTICIPAÇÃO DO VOLUNTÁRIO NA PESQUISA:**

A pesquisadora encontrar-se-á com os estudantes no mínimo duas vezes no decorrer do desenvolvimento dos projetos para a Mostra Cultural, para a realização da entrevista inicial e final, que ocorrerão entre os meses de maio a julho de 2022. Os dados serão coletados a partir de observação direta e entrevistas em que serão feitos os registros dos diálogos com os estudantes.

#### **DOS RISCOS DIRETOS**

Os eventuais riscos que possam vir a surgir são: o constrangimento dos participantes ao saberem que estão fazendo parte de uma pesquisa, bem como a quebra de confidencialidade, no entanto, ressalta-se que a participação é de cunho voluntário e haverá o máximo cuidado para manter o sigilo das informações coletadas pelo pesquisador. Os resultados obtidos nessa pesquisa poderão ser publicados, mas a equipe de pesquisa garante o sigilo e as respostas não serão vinculadas à identidade do participante.

#### **BENEFÍCIOS DIRETOS E INDIRETOS PARA OS VOLUNTÁRIOS.**

Entendemos que os participantes dessa pesquisa terão a oportunidade de dialogar, refletir e (re)construir seus saberes sobre o ensino de Ciência e a questão ambiental com abordagem crítica. Dessa forma, ao compartilhar e socializar seus saberes, os participantes estarão contribuindo também com a melhoria da aprendizagem na área de Ciências da Natureza.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa: questionários, imagens, gravações ou fotos, ficarão armazenados nas pastas pessoais no computador pessoal e no drive virtual sob a responsabilidade das pesquisadoras identificadas acima, pelo período de no mínimo 5 anos. Nem você e nem seus pais [ou responsáveis legais] pagarão nada para você participar desta pesquisa. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da sua participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Este documento passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos que está no endereço: Av. Farroupilha, nº 8.001 – prédio 14, sala 224 – Bairro: São José – Canoas/RS, CEP: 92425-900, Tel.: (51) 3477-9217 – e-mail: [comitedeetica@ulbra.br](mailto:comitedeetica@ulbra.br).

---

Assinatura do pesquisador (a)

#### **ASSENTIMENTO DO MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO VOLUNTÁRIO**

Eu, \_\_\_\_\_, portador (a) do documento de Identidade \_\_\_\_\_, abaixo assinado, concordo em participar como voluntário (a) do estudo cujo título é: **“O ensino de Ciências com ênfase na questão ambiental: possibilidades e desafios das metodologias investigativas com abordagem crítica”**, fui informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) Lucimara Afonso Castilho sobre como a pesquisa será realizada, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação.

Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus pais precisemos pagar nada.

Local e data:

Rondonópolis, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Assinatura do (da) menor

Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do/a voluntário/a em participar.

2 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE D - CARTA DE ANUÊNCIA DA ESCOLA ONDE DAR-SE-Á A PESQUISA



Governo do Estado de Mato Grosso  
SEDUC – Secretaria de Estado de Educação

**E.E. PROF. DOMINGOS APARECIDO DOS SANTOS**  
Rua Clementina Duarte Aquino S/N Conj. São José II  
Rondonópolis-MT - Fone: (66) 3426-1899 / (66) 99648-6264  
Decreto de Criação nº 2147/1982  
Credenciamento Port nº 300/2007-CEE/MT  
Aut. Ens Fund e Médio Atº nº 287/2018-CEE/MT

### CARTA DE ANUÊNCIA

Ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Luterana do Brasil/RS

Prezados Senhores,

Declaro que tenho conhecimento e autorizo a realização do projeto de pesquisa intitulado: **“O ensino de ciências com ênfase na questão ambiental: possibilidades e desafios das metodologias investigativas com abordagem crítica”**, proposto pela pesquisadora: Lucimara Afonso Castilho, sob orientação da Prof.<sup>a</sup> Dra. Leticia Azambuja Lopes.

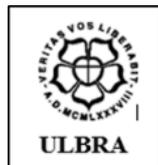
O referido projeto será realizado em E.E. Professor Domingos Aparecido dos Santos, junto a professores e estudantes do ensino fundamental e ensino médio, sendo que poderá ter início a partir da apresentação do Parecer de Aprovação do Colegiado do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Luterana do Brasil/RS.

Rondonópolis/MT, 29 de novembro de 2021.

Assinatura e carimbo do diretor da escola

**Pedro Valuz Ribeiro**  
Diretor  
Port. Nº 014/2021/GS/SEDUC/MT

## APÊNDICE E - ROTEIRO DA ENTREVISTA INICIAL COM OS ESTUDANTES



UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL  
DOUTORADO ACADÊMICO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Caro/a estudante participante da pesquisa,

Convido você a responder às questões dessa entrevista, que será gravada em áudio e depois transcrita para texto grafado. Levará poucos minutos. Estas questões constituem um instrumento que faz parte de minha pesquisa de doutorado em Ensino de Ciências e Matemática e tem como objetivo compreender as práticas pedagógicas relacionadas ao ensino e a aprendizagem na área de Ciências da Natureza. Suas respostas são confidenciais e sua identidade será mantida em sigilo. Observação: A entrevista será gravada e poderá ser interrompida a qualquer momento.

Doutoranda: Prof. Ma. Lucimara Afonso Castilho

Orientadora: Prof. Dra. Letícia Azambuja Lopes

### QUESTÕES:

- 1) Inicialmente, você **concorda** em responder as questões que seguem?
  
- 2) Qual seu **nome** completo? (seu nome não será divulgado).
  
- 3) Qual sua **idade**? Há quanto tempo você estuda na escola?
  
- 4) Qual a **disciplina** que você mais gosta? E por quê?
  
- 5) O que vem à sua cabeça quando houve a palavra **investigação**?
  
- 6) Na escola, você já **participou** de alguma atividade de **investigação**?

7) De qual ou quais dessas **atividades diferentes** você já participou na escola? Nesses trabalhos conte do que você mais gostou e do que você menos gostou.

- Apresentou seminários ( )
- Apresentou teatro na escola ( )
- Participou de gincanas ( )
- Participou de festas juninas ( )
- Participou de aulas de campo fora da escola ( )

8) Quais trabalhos ou **atividades práticas** você já fez ou já participou? Nesses trabalhos conte do que você mais gostou e do que você menos gostou.

- Cartazes, painéis ou murais na escola ( )
- Maquetes? Em qual disciplina ( )
- Experimentos no laboratório de Ciências ( )
- Pesquisas no laboratório de informática ( )
- Leitura na biblioteca da escola ( )

9) Você já participou do desenvolvimento de **projetos para a Mostras Culturais** ou Feira de Ciências? Se lembra quando e como foi?

10) Vou citar alguns temas relacionados à **questão ambiental** e você tenta lembrar qual deles já foi ensinado na sua escola?

- Poluição do solo, problemas relacionados ao lixo, resíduos sólidos, reciclagem ( )
- Poluição da água, desperdício, escassez da água ( )
- Poluição do ar, mudanças climáticas, aquecimento global, efeito estufa ( )
- Biodiversidade, biomas do Mato Grosso, animais em extinção ( )
- Conservação das áreas verdes, florestas, importâncias das árvores ( )
- Conservação dos espaços da escola, dos jardins, dos canteiros ( )
- Sustentabilidade Ambiental ( )
- Outros temas: \_\_\_\_\_

- 11) O que você mais **lembra** que aprendeu sobre o meio ambiente?
- 12) Você considera importante estudar assuntos relacionados ao meio ambiente? Por quê?
- 13) Você já visitou uma área de **Cerrado nativo** preservado? Como ela era?
- 14) Em nosso estado, Mato Grosso, existem **três biomas**. Lembra quais são?
- 15) Quais as **características** principais do bioma Cerrado?
- 16) Existem **tipos de formações** vegetais diferentes dentro do Cerrado?
- 17) Em quais **Estados do Brasil** nós temos o Cerrado?
- 18) Você conhece algumas **espécies de árvores nativas** do Cerrado?
- 19) E espécies de **animais nativos** do Cerrado?
- 20) Por que ou para que o Cerrado foi e ainda é **desmatado**?
- 21) **É importante preservar** nossos biomas nativos? Por quê?

Agradeço imensamente sua colaboração!

**APÊNDICE F - PERFIL DOS ESTUDANTES**

NOME COMPLETO: _____
IDADE: _____ SEXO: _____ ESTADO CIVIL: _____
TEM FILHOS/AS? _____ TEM IRMÃOS/QUANTOS? _____
BAIRRO: _____
COM QUEM VOCÊ MORA? _____
RENDA FAMILIAR (APROXIMADA): _____
PROFISSÃO DOS PAIS OU RESPONSÁVEIS: _____
VOCÊ JÁ TRABALHA? EM QUAL FUNÇÃO? _____
O QUE MAIS GOSTA DE FAZER NO TEMPO LIVRE? _____
GOSTA DE ESTUDAR? _____
VOCÊ JÁ REPETIU DE ANO? _____
A QUANTO TEMPO ESTUDA NA ESCOLA DOMINGOS? _____

**APÊNDICE G - QUESTIONÁRIO APLICADO COM OS DOCENTES****UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL  
DOUTORADO ACADÊMICO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

Caro/a professor/a,

Convido você a responder o presente questionário contendo questões objetivas e dissertativas. Para respondê-lo você levará entre 40 e 60 minutos aproximadamente. Este questionário é um instrumento que faz parte de minha pesquisa de doutorado em Ensino de Ciências e Matemática e tem como objetivo compreender suas práticas pedagógicas relacionadas ao ensino na área Ciências da Natureza e à educação ambiental. Suas respostas são confidenciais e sua identidade será mantida em sigilo. Desde já, agradeço imensamente sua colaboração!

Doutoranda: Prof. Ma. Lucimara Afonso Castilho

Orientadora: Prof. Dra. Letícia Azambuja Lopes

**1) INICIALMENTE**, você concorda em responder as questões que seguem?

( ) Sim

( ) Não

**2) HISTÓRIA DE VIDA** (Observação: As perguntas abaixo, da questão número 2, objetivam traçar um perfil das/dos professoras/es participantes da pesquisa).

a) Qual seu nome completo? (Ao tabular os resultados seu nome não será divulgado).

b) Idade:

Naturalidade:

Sexo:

c) Estado civil:

Possui filhos, quantos?

d) Você mora próximo à escola?

e) Em qual bairro você mora?

f) Há quanto tempo você leciona?

g) Há quanto tempo você leciona nessa escola?

h) Trabalha em outra escola também? Possui outro emprego ou outra fonte de renda? Qual?

i) Qual disciplina você leciona?

j) Em que ano você concluiu a sua graduação?

k) Além da que você leciona, você possui mais uma graduação? Qual?

l) Possui pós-graduação? Qual?

m) Você já atuou em outras funções da Educação? Qual/is?

### 3) QUESTÕES SOBRE SUAS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS EM CIÊNCIAS:

3.1) Você já desenvolveu **projetos de pesquisa ou atividades investigativas** com os estudantes em suas aulas?

( ) Sim ( ) Não

3.2) Qual(is) **metodologias diferentes** das tradicionais você já utilizou?

3.3) Você considera importante trabalhar com **metodologias investigativas** junto aos estudantes da Educação Básica? Por quê?

3.4) Se a resposta da questão 3.1 foi sim, os estudantes puderam **escolher as temáticas** dos projetos e elaborar a **questão-problema** de pesquisa?

( ) Sim

( ) Não

Comente como esse processo foi realizado?

3.5) Se a resposta da questão 3.1 foi sim, os estudantes foram orientados a **escrever os textos** pertinentes ao projeto de pesquisa, como objetivos, justificativa, metodologia, resultados, considerações finais e referências bibliográficas?

( ) Sim

( ) Não

Comente como esse processo foi realizado?

3.6) Você, juntamente com os estudantes, já desenvolveu **projetos para as Mostras Culturais** ou Feiras de Ciências?

( ) Sim

( ) Não

Comente como esse processo foi realizado?

3.7) Se a resposta da questão 3.1 foi sim, no decorrer das pesquisas e da montagem e exposição do projeto para a Mostra Cultural ou Feira de Ciências, por favor, responda aos itens abaixo:

a) Os estudantes foram **autônomos** para pesquisar, criar, desenvolver os trabalhos demonstrativos e apresentar suas aprendizagens?

( ) Sim

( ) Não

Por favor, comente:

b) Os estudantes se **envolveram** satisfatoriamente no processo?

( ) Sim

( ) Não

Por favor, comente:

c) Comparando com as aulas expositivas, você acredita que os estudantes aprenderam **novas habilidades** com o trabalho de projetos?

( ) Sim

( ) Não

Se sim, quais habilidades novas? Por favor, comente suas percepções:

4) Em sua opinião, quais os **principais desafios ou dificuldades** encontradas no trabalho com projetos de pesquisa ou atividades investigativas juntos aos estudantes?

5) Em sua opinião, quais são os **pontos positivos ou as possibilidades** que você observou em suas experiências no trabalho com projetos de pesquisa ou atividades investigativas juntos aos estudantes?

6) Em sua opinião é importante estimular e buscar desenvolver a **autonomia**, a **curiosidade**, a **críticidade** e o **letramento científico** dos estudantes?

( ) Sim

( ) Não

Por favor, comente:

7) Você acredita que o trabalho com **metodologias investigativas** pode contribuir com essa tarefa?

( ) Sim

( ) Não

Por favor, comente:

8) Você já estudou ou participou de **formações (inicial ou continuada)** sobre a metodologia conhecida como “**Ensino de Ciências por investigação**”?

( ) Sim

( ) Não

Se sim, qual o título da formação? Por favor, comente:

### **9) QUESTÕES SOBRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL:**

a) Você já estudou ou participou de **formações (inicial ou continuada)** sobre os temas relacionados à **educação ambiental**?

( ) Sim

( ) Não

Por favor, comente:

b) O que você **entende** por Educação Ambiental?

c) Você já desenvolveu algum **trabalho de educação ambiental** em suas aulas na área de Ciências?

( ) Sim

( ) Não

d) De que forma você **inseriu (ou insere)** a educação ambiental em suas aulas? Isto é, quais os temas de Ciências da natureza e as metodologias utilizadas?

e) Você considerou **satisfatórios os resultados** do trabalho com a educação ambiental?

( ) Sim

( ) Não

Por favor, comente:

f) Em suas concepções, existe **relação** entre o modo de vida nas sociedades capitalistas e os problemas ambientais?

( ) Sim

( ) Não

Por favor, comente:

g) Marque abaixo os temas relacionados à questão ambiental que já foram abordados em suas aulas ou trabalhados por meio de projetos para as Mostras Culturais ou Feira de Ciências:

( ) poluição do solo, problemas relacionados ao lixo, resíduos sólidos, reciclagem;

( ) poluição da água, desperdício, escassez da água;

( ) poluição do ar, mudanças climáticas, aquecimento global, efeito estufa;

( ) biodiversidade, biomas do Mato Grosso, animais em extinção;

( ) conservação das áreas verdes, florestas, importâncias das árvores;

( ) Conservação dos espaços da escola, dos jardins, dos canteiros;

( ) Sustentabilidade Ambiental

( ) Outros temas:

h) Você considera importante **a escola trabalhar** assuntos relacionados ao meio ambiente?

( ) Sim

( ) Não

Por favor, comente:

Muito obrigada por sua participação nessa pesquisa!





**Quem já visitou uma área de Cerrado nativo preservado?**

**Como ela era?**

7



**Em nosso estado, Mato Grosso, existem três biomas.**

**Lembra quais são?**

8



**Quais as características principais do bioma Cerrado?**

9



**Existem tipos de formações vegetais diferentes dentro do Cerrado?**

10



**Em quais Estados do Brasil nós temos o Cerrado?**

11



**Por que ou para que o Cerrado foi e ainda é desmatado?**

12



**É importante preservar nossos biomas nativos?**

**Porque?**

13



**Como podemos contribuir para a preservação do Cerrado?**

14



**Cartunista Evandro Alves**



Nasceu em 1976 em Itabira (MG), mas foi criado na pequena e fluida fronteira que divide e amarra o espaço rural e urbano da cidade de Lagoa Santa (MG).

Minha relação com o Cerrado vem de muito cedo, desde que comecei a me entender por gente, lá no comecinho dos anos oitenta do século passado. Lembro-me da primeira casa que minha família morou em Lagoa Santa fazia fronteira com uma gruta e do outro se abria um belo campo cerrado com um bem bom pequiheiro no centro.

Autodidata, começou a desenhar cartuns, charges, tiras e histórias em quadrinhos no ano de 1993 e não parou mais. Publicou seus trabalhos no jornal "O Estado de Minas (MG)".

Cartunista Evandro Alves



Comente as mensagens contidas nessa charge:



21

Comente as mensagens contidas nessa charge:



22

Comente as mensagens contidas nessa charge:



23

Comente as mensagens contidas nessa charge:



24

Principais  
característica do  
Cerrado

Vídeos sobre o  
Cerrado

## APÊNDICE I – SLIDES PRODUZIDOS A PARTIR DAS PESQUISAS DOS ESTUDANTES



**TURMA 1º ANO D  
ELETIVA DE CIÊNCIAS DA  
NATUREZA**

Profª Lucimara Afonso Castilho  
Profª Michele Cristina da S. Oliveira

### II RODA DE CONVERSA SOBRE O BIOMA CERRADO E SUA BIODIVERSIDADE

### O que é um Bioma?

Bioma é um **conjunto de vida vegetal e animal**, constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação que **são próximos** e que podem ser identificados em nível regional, com condições de **geologia e clima semelhantes** e que, historicamente, sofreram os mesmos processos de formação da paisagem, resultando em uma **diversidade de flora e fauna própria** (IBGE, 2010).

### Regiões do Brasil

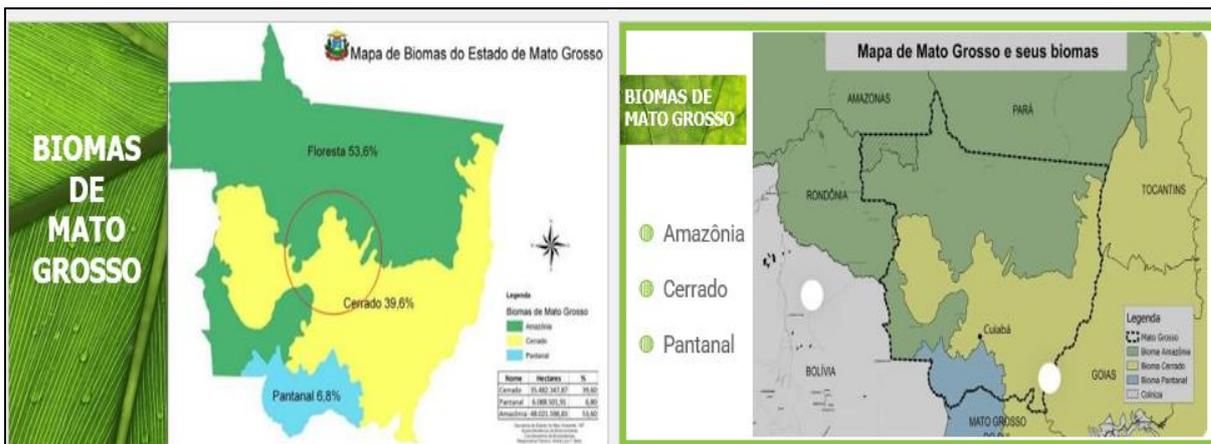


### Principais Biomas do Brasil



Biomas	
	Amazônia
	Cerrado
	Mata Atlântica
	Pampa
	Pantanal
Sistema	
	Costeiro-Marinho





**Amazônia**



É a maior floresta tropical do mundo e 60% de sua área está em território brasileiro. Constitui uma grande reserva de água doce da Terra. Nessa região o clima é quente e úmido. Na Floresta Amazônica existe grande variedade de espécies animais e vegetais, encontrados em todos os ambientes da floresta.

**Pantanal**

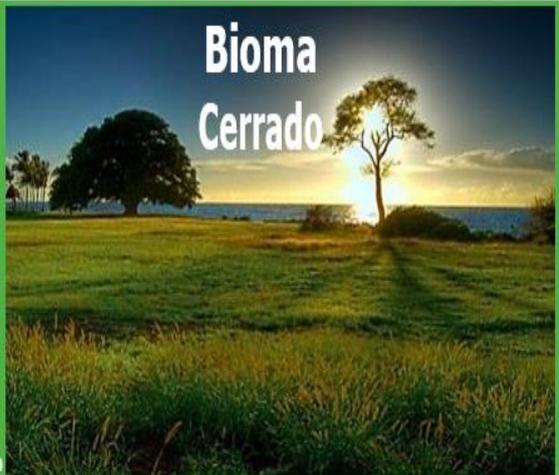


Situa-se nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, estendendo-se até a Bolívia e o Paraguai. O verão é quente e úmido, e o inverno, seco. Há uma mistura de campos, florestas tropicais, cerrado e vegetação típica de áreas alagadas, além de extensos capinzais.

**Cerrado**



Localizam-se em regiões tropicais e temperadas que recebem uma quantidade moderada de chuvas. Isso dificulta o desenvolvimento de árvores grandes e facilita o surgimento de gramíneas. A vegetação rasteira permite a sobrevivência de muitos animais herbívoros e carnívoros.



**Bioma Cerrado**

**Principais características do Cerrado**

- Também conhecido como **savana brasileira**, é o **segundo** maior bioma do Brasil e da América do Sul. Caracteriza-se por grande biodiversidade, potencial aquífero e diversos tipos de vegetações.
- Abrange cerca de **22% do território** brasileiro, o que equivale a 200 milhões de quilômetros quadrados.
- Distribui-se** pelos estados: Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal, além de alguns enclaves (terreno dentro de outro) no Amapá, Amazonas e Roraima.
- Compreende também territórios do nordeste do Paraguai e do leste da Bolívia.

**Clima**

A área abrangida pelo bioma Cerrado localiza-se na região de clima **tropical sazonal**. Esse tipo de clima apresenta duas estações bem-definidas: **verões chuvosos** e **invernos secos**.

O período de seca começa no mês de **maio** e finaliza-se no mês de **setembro**. A umidade do ar nessa época pode chegar a 15%. O período chuvoso inicia-se em **outubro** e estende-se até o mês de **abril**. A temperatura média fica em torno de 22° C, variando ao longo dos períodos.




## Solo

No bioma Cerrado, é possível encontrar solos como o latossolo e o solo podzólico ou argiloso.

→**Latossolo**: solo **ácido** com coloração avermelhada e **pobre** em nutrientes.

→**Podzólico**: solo que apresenta coloração mais escura em tons avermelhados. É suscetível a processos **erosivos**.



13

## Biodiversidade

Sua grande biodiversidade atrai muitos olhares da comunidade científica e de turistas. São encontradas no Cerrado cerca de 11 627 espécies nativas.

As árvores encontradas no Cerrado podem alcançar até **20 metros de altura**. Em áreas de chapadões, são encontrados **cactos e orquídeas**. Em virtude da grande incidência solar na área abrangida por esse bioma, sua vegetação apresenta cores que variam do tom verde aos tons amarelados, provenientes do descoloramento.

As vegetações que compõem o Cerrado são formadas com **troncos tortuosos, arbustos e gramíneas**.



14

## Vegetação no Cerrado

A vegetação desse bioma é distribuída em três formações:

Formações Florestais



Formações Savânicas



Formações Campestres



15



16

As **espécies de plantas** encontradas no Cerrado, como as arbóreas, as herbáceas, as arbustivas e os cipós, dividem-se em dois estratos:

- **Estrato lenhoso**: constituído por árvores longas e arbustos com troncos grossos e tortuosos. Suas **raízes podem chegar a 15 metros de profundidade**, o que possibilita que essa vegetação encontre água para se manter no período das secas.
- **Estrato herbáceo**: constituído por subarbustos e ervas. É formado ainda por vegetações mais baixas cujas **raízes chegam a 30 centímetros de profundidade**. No período das secas, os ramos secam e ficam propícios a queimadas.

17

## Algumas espécies vegetais importantes do Cerrado

- Ipê
- Pau-terra
- Angico
- Barbatimão
- Pequi
- Ingá
- Aroeira
- Copaíba



Ipê



Pau-terra



Angico



Barbatimão



Pequi



Ingá



Aroeira



Copaíba

18

## Existem tipos de Cerrado?

Não existem tipos de Cerrado. O que de fato **existem são fitofisionomias**, que se diversificam de acordo com as características das regiões abrangidas.

A existência dessas fitofisionomias deve-se ao fato de que esse bioma, além de **muito extenso, limita-se com diversos outros**.



## TIPOS DE FITOFISIONOMIAS DO CERRADO

### FITOFISIONOMIAS DO BIOMA CERRADO



FITOFISIONOMIA	CARACTERÍSTICAS
1-CAMPOS LIMPOS	Fitofisionomia cuja vegetação é composta por gramíneas. Nela, não há estrato lenhoso. É propícia ao deslocamento de animais, como tamanduá-bandeira e onça-pintada.
2-CAMPO SUJO	Conhecida como Cerrado Ralo, apresenta vegetação composta por plantas do estrato herbáceo, predominando os arbustos.
3-CERRADO STRICTO SENSO	Vegetação predominante no bioma. É constituída, em sua maioria, por espécies arbustivas e por árvores de pequeno porte. Seus arbustos não são densos e adaptam-se às condições ambientais. As raízes dessa vegetação alcançam os lençóis freáticos.
4-MATA SECA	Vegetação encontrada longe dos cursos d'água. Nela, é possível encontrar espécies como ipê e aroeira. Em decorrência da pouca disponibilidade de água, as árvores perdem suas folhas.

5-CERRADÃO	Vegetação que transita entre a Mata Seca e o Cerrado <i>Stricto Senso</i> . As espécies de árvores apresentam muitas folhas e ramos tortuosos. Apresenta vegetação com porte maior que o dos arbustos, podendo atingir até nove metros de altura.
6-MATAS DE GALERIAS	Vegetação conhecida como Mata Úmida. Encontrada ao longo dos cursos d'água, apresenta árvores de grande porte, que podem alcançar até 30 metros de altura. Os troncos são lisos, e as folhas são pequenas e verdes durante todo o ano.
7-VEREDAS	Vegetação bastante exuberante conhecida como Área de Várzeas. É encontrada em áreas de nascentes de diversas bacias hidrográficas. Uma das espécies de plantas predominantes é o buriti.
8-CERRADO RUPESTRE	Vegetação formada em ambientes com características rochosas, como em serras. As espécies encontradas nessa vegetação são: caju, papiro, murici, mangaba.

### Fauna

A fauna do bioma Cerrado conta com um diversificado número de espécies animais, dos quais se destacam os insetos. Essa variedade é decorrente da limitação que esse bioma faz com os demais. Essa fauna é composta por:

- 837 espécies de **aves**, das quais 29 são endêmicas;
- 185 espécies de **répteis**, das quais 24 são endêmicas;
- 194 espécies de **mamíferos**, das quais 19 são endêmicas;
- 150 espécies de **anfíbios**, das quais 45 são endêmicas;
- cerca de 14425 espécies de **invertebrados**.

## Fauna do Cerrado: principais representantes



Lobo-guará, jaranaca, veado-campeiro, anta, tatu, cachorro-do-mato, papagaio, seriema, tucano, ema, tamanduá-bandeira, onça-pintada, entre outros.



25

## Importância do Cerrado



O Cerrado abrange uma área habitada há muitos anos, principalmente por **populações indígenas**, como os Karajás, Avá-Canoeiros, Xerentes, Bororos. Essas populações extraem do próprio bioma os recursos naturais que garantem seu sustento.

Cerca de **200 espécies nativas** do Cerrado apresentam não só potencial econômico, mas também **medicinal**. Algumas dessas espécies, inclusive, já foram patenteadas por indústrias farmacêuticas.

Em virtude dessa **grande biodiversidade**, por estar localizado em uma região de extremo **potencial aquífero**, abastecendo diversas bacias hidrográficas, e por abrigar diversas populações, é de **extrema importância a conservação desse bioma**.

26

## Impactos ambientais no Cerrado

A devastação e a perda da biodiversidade já é uma realidade que assola o bioma Cerrado. Em cinquenta anos, a vegetação original foi reduzida em 50%, sendo que 30% da área foi destinada para fins **pecuários**.

O Cerrado é hoje o bioma que mais concentra **atividades agropecuárias**. Essa ocupação iniciou-se no ano de 1970, quando o governo passou a estimulá-la alegando que as características da área abrangida pelo Cerrado eram propícias ao desenvolvimento agrícola e à produção pecuária.

Essas atividades intensificam a **degradação do Cerrado**, visto que seu desenvolvimento requer desmatamento de grandes áreas. Além de prejudicar a biodiversidade, em decorrência da falta de habitat, o **desmatamento provoca também diversas alterações climáticas** e descaracteriza a paisagem do bioma.

27

## Conceitos importantes

### Cerrado: floresta invertida



29

### Cerrado: berço das águas

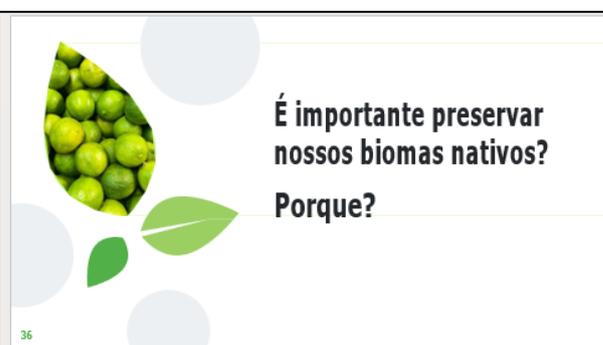
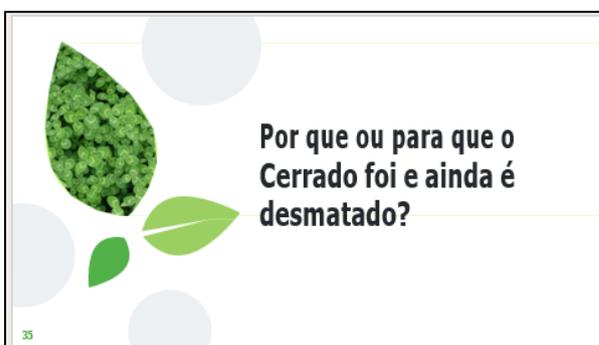
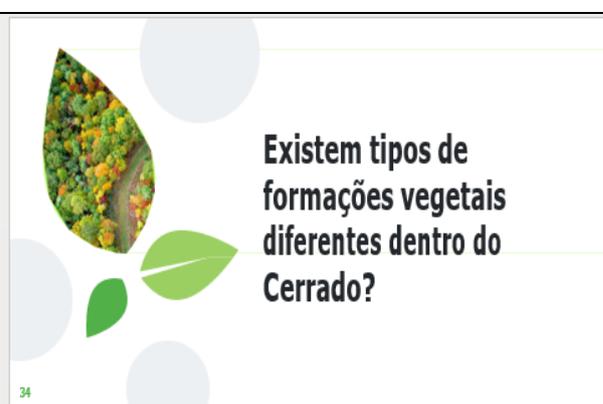
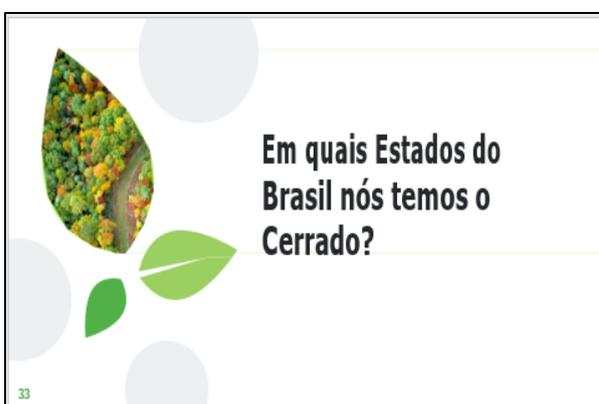
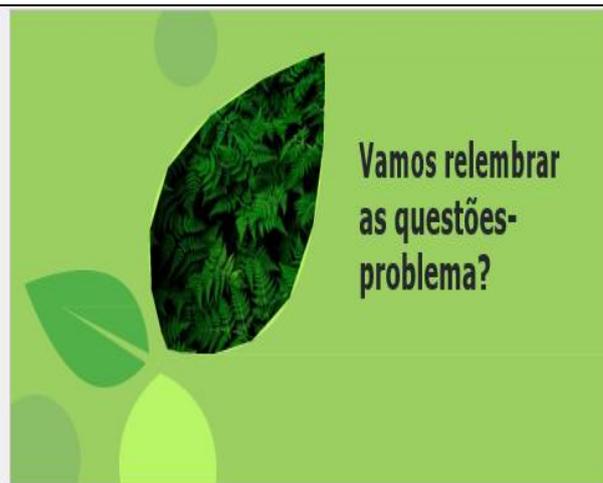
É importante ressaltar também que o bioma Cerrado compreende uma área formada por **diversas bacias hidrográficas** e por grandes **aquíferos**, representando cerca de **8%** da disponibilidade **de água** a nível nacional.

O **desmatamento intenso** provoca o **assoreamento** das áreas das bacias hidrográficas, o que acarreta **contaminação das águas**, principalmente em virtude do uso excessivo de agrotóxicos nas plantações.

30

## Cerrado: bioma de ligação

É o único bioma da América do Sul a limitar-se com vários outros biomas. Ao **norte**, faz fronteira com a Amazônia; ao **nordeste e a leste**, com a Caatinga; a **sudeste**, faz limite com a Mata Atlântica; e a **sudoeste**, com o Pantanal.



## APÊNDICE J - ENTREVISTA FINAL

Após ter participado das **atividades investigativas** sobre o Cerrado, responda:

1- Em sua opinião, quais as **dificuldades ou pontos negativos** de fazer os projetos?

(Pesquisas no computador; escrever os resumos no caderno; apresentar seminário; aula de campo, fazer materiais concretos, apresentar na mostra)

2- Em sua opinião, quais os **pontos positivos ou as vantagens** de fazer projetos na escola?

3- Qual **material concreto** seu grupo montou? O que você achou?

4- Explique com suas palavras o que é um **bioma**.

5- O nosso estado, Mato Grosso, possui **três biomas**. Quais são eles?

6- Fale as principais **características** do bioma Cerrado.

7- Existem **tipos de formações vegetais** diferentes dentro do Cerrado? Cite as que você lembra.

8- Em quais estados do Brasil o Cerrado está **distribuído**?

9- Escreva as espécies de **árvores nativas** do Cerrado que você lembrar.

10-Escreva as espécies de **animais nativos** do Cerrado que você lembrar.

11- Por que ou para que o Cerrado foi e ainda é **desmatado**?

12-É importante **preservar** nossos biomas nativos? Por quê?

13-Como podemos **contribuir** para a preservação do Cerrado?

14-Já ouviu falar no conceito de **floresta invertida**? Explique com suas palavras.

15-Por que o Cerrado é considerado o **berço das águas**?