



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE  
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**MATEUS DE LIMA CORREIA**

**INTERFACES ENTRE ENSINO DE BIOLOGIA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL:  
POTENCIALIDADES DO JOGO DIGITAL *TERRA NIL***

**São Luís – MA  
2024**

**MATEUS DE LIMA CORREIA**

**INTERFACES ENTRE ENSINO DE BIOLOGIA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL:  
POTENCIALIDADES DO JOGO DIGITAL *TERRA NIL***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática como requisito para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa.

**São Luís – MA  
2024**

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

de Lima Correia, Mateus.

Interfaces Entre Ensino de Biologia e Educação  
Ambiental : Potencialidades do Jogo Digital Terra Nil /  
Mateus de Lima Correia. - 2024.

148 p.

Orientador(a): Carlos Erick Brito de Sousa.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em  
Ensino de Ciências e Matemática/ccet, Universidade Federal  
do Maranhão, São Luís, Maranhão, 2024.

1. Ensino de Biologia. 2. Educação Ambiental. 3.  
Jogos Digitais. 4. . 5. . I. Brito de Sousa, Carlos  
Erick. II. Título.

**MATEUS DE LIMA CORREIA**

**INTERFACES ENTRE ENSINO DE BIOLOGIA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL:  
POTENCIALIDADES DO JOGO DIGITAL *TERRA NIL***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática como requisito para a obtenção do título de Mestre.

Aprovado em: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

**Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa** (Orientador)

Universidade Federal do Maranhão

---

**Prof. Dr. Hawbertt Rocha Costa**

Universidade Federal do Maranhão

---

**Prof. Dra. Priscyla Cristinny Santiago da Luz**

Universidade do Estado do Pará

*Dedico este trabalho à Raimunda Rodrigues, mãe, amiga, fonte de  
inspiração e alicerce da minha jornada.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço,

A Deus e ao meu anjo da guarda, por me protegerem e me guiarem durante a minha vida.

À Universidade Federal do Maranhão, que tem sido a minha segunda casa desde o ensino médio, sendo palco de diversos momentos marcantes da minha vida, e contribuindo para o meu amadurecimento pessoal e profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo inestimável apoio e incentivo à pesquisa e à educação no Brasil. O financiamento do meu projeto de pesquisa foi crucial para a realização desse estudo, para a minha permanência no mestrado do PPECEM e para o desenvolvimento de demais pesquisas no campo do ensino de Ciências e Biologia e Educação Ambiental.

Ao corpo docente e servidores do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPECEM), pelos conhecimentos que foram construídos e compartilhados durante as disciplinas e demais vivências no programa: Profa. Dra. Mariana Valle; Dra. Clara Virgínia; Prof. Dr. Hawbertt Rocha; Prof. Dr. Antonio José; Profa. Dra. Silvete Guerini; Profa. Dra. Maria Consuelo.

À minha família. Minha mãe, Raimunda Rodrigues, a principal responsável pela formação da pessoa que sou hoje, sempre priorizando os meus estudos e me encorajando a conquistar meus sonhos. Minha irmã Ana Paula e minha sobrinha Anna Carolina pelo amor incondicional, apoio e palavras de encorajamento. Vocês fortalecem o meu espírito e me iluminam, sou muito grato por tê-las ao meu lado. Meu pai, Raimundo Nonato, que apesar de não estar mais entre nós neste plano terreno, certamente zela por nossa família e nos protege com o seu amor.

Ao meu orientador e grande amigo, Prof. Dr. Carlos Erick, por continuar contribuindo positivamente na minha formação profissional e pessoal, sendo minha referência nestes dois âmbitos. Sou eternamente grato por você ter me estendido a mão, quando eu pensei que todas as portas estavam fechadas, durante a graduação. Principalmente por seguir sendo meu orientador no mestrado, pelas parcerias no desenvolvimento de trabalhos de pesquisa, pelas oportunidades de coorientar trabalhos, pela paciência durante o desenvolvimento do trabalho de dissertação e por me auxiliar em diversas situações. Muito obrigado por transformar positivamente a minha vida!

À Profa. Dra. Mariana Valle, que contribuiu na minha formação acadêmica e profissional desde a graduação e que, no mestrado, testemunhou meu desenvolvimento como professor e pesquisador. Além de favorecer, durante a qualificação o desenvolvimento da versão final desta dissertação.

Ao Prof. Dr. Hawbertt Rocha, que tive o privilégio de conhecer presencialmente pelo PPECEM, que contribuiu para o aprofundamento teórico-metodológico para a versão final da dissertação, durante a qualificação e na etapa da defesa. Foi excelente conhecer outro docente pesquisador do Maranhão que trabalha com games e torço por futuras parcerias. Obrigado pelos direcionamentos no campo do Design de Games, bem como para a minha trajetória acadêmica.

Aos meus amigos, que desempenham um papel importantíssimo em minha vida, sou grato por cada momento que compartilhamos. Apesar de, atualmente, nos vermos pessoalmente com pouca frequência, vocês me fortalecem e são importantes pilares de apoio, alegria e inspiração: Jean Monteiro, Gisnara Pires, Mahya Santana, Victor Nascimento, Luís Eduardo e José Eduardo. Obrigado por tudo!

Aos amigos que conheci por meio dos jogos digitais, que após dois anos, tive o prazer de conhecê-los pessoalmente em Brasília: Thiago Venuto, João Fabio Alcantara e Lucas Trovão. Desejo que a nossa amizade continue a se fortalecer, que possamos compartilhar mais vitórias *royale* e momentos presenciais. Obrigado por fazerem parte da minha vida!

Aos meus colegas de turma de 2022.2, pela partilha de conhecimentos e saberes durante o período de mestrado e demais vivências, vocês são grandes profissionais e tenho certeza que todos têm o potencial de conquistar seus objetivos almejados. Desejo muito sucesso a todos(as).

Em especial, à Fabiana Leite, que tive o prazer de conhecer no PPECEM, a qual é uma pessoa com coração bom e uma alma generosa. Me presenteou com a obra “Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico” da Isabel Carvalho, a qual contribuiu imensamente como aporte teórico para as discussões no campo da Educação Ambiental (EA) neste trabalho de dissertação. Dessa forma, esse trabalho não teria sido o mesmo sem a sua contribuição. Muito obrigado!

À Marina Pereira, colega de turma, de orientação e do grupo de pesquisa, que compartilhou comigo diversos momentos importantes durante o mestrado, sempre solícita, bem humorada e com um grande coração. Sou muito grato pela sua companhia e diversas contribuições e conhecimentos partilhados durante as disciplinas, no desenvolvimento de trabalhos e de pesquisa, bem como nas reuniões.

Ao Grupo de Pesquisa em Educação, Divulgação Científica e Ambiente (DiCEA), que constantemente segue contribuindo com a minha formação profissional como pesquisador no âmbito do ensino de Ciências e Biologia, Educador Ambiental.

Aos alunos da turma de Metodologia do ensino em Ciências e Biologia do curso de Ciências Biológicas – UFMA – São Luís do período de 2023.1, que testemunharam a minha primeira experiência como docente durante o Estágio Docência. Foi uma experiência maravilhosa e sou muito grato pela boa receptividade de todos.

Aos membros do PIBID – Biologia – São Luís, dos anos de 2022 a 2024, pelos diversos conhecimentos que foram construídos mutuamente. Minha gratidão a boa receptividade de todos ao longo das oficinas que desenvolvi e durante a avaliação das microaulas, bem como durante as conversas que realizamos. Desejo muito sucesso a todos(as).

A Kerven Benedito e Victória Ferreira pela confiança em terem aceitado a minha coorientação em seus trabalhos de conclusão de curso. Foi uma jornada muito enriquecedora acompanhar o desenvolvimento de vocês nesse momento importante de suas vidas, contribuindo também para a minha formação. Desejo muito sucesso!

À Kelly Teixeira, minha atual orientanda da graduação, sou grato pela oportunidade de coorientá-la e formar essa parceria de aprendizado e crescimento mútuo, bem como pela sua dedicação e comprometimento no desenvolvimento do seu trabalho de conclusão de curso.

Ao meu notebook, que foi o último presente material dado pelo meu pai, que me auxiliou durante a graduação, sendo nele desenvolvidas a minha monografia, o projeto de dissertação e demais pesquisas, bem como todo o processo que levou a concretização desse trabalho de dissertação.

Ao meu gato, Pistache. É uma honra ter um leitor e colaborador tão fiel e participativo, tornando o processo de escrita especial, garantindo que meus textos fiquem sempre impecavelmente formatados ao se acomodar sob o teclado.

À banda Florence + The Machine, que me inspira com suas músicas ao longo dos últimos dez anos, levando-me a momentos de reflexão e conexão. O álbum *Dance Fever*, lançado em 2022, tornou-se minha trilha sonora de estudo durante o mestrado e na escrita deste trabalho, renovando minhas energias e me motivando durante essa nova etapa da minha jornada acadêmica.

*[...] Dentre todas as possibilidades de existência, escolhi ser minha própria poesia e, assim sendo, meu maior presente é me reconhecer parte do universo. Sou cientista: vivo para ser criança todos os dias.*

*- Infinitas Estações, Delton Mendes (2017, p. 106).*

## RESUMO

Em meio à crise global do Século XXI, bem como as suas intensas transformações técnico-científicas, o ensino de Biologia desempenha um papel crucial na formação de cidadãos socioambientalmente responsáveis e conscientes. Nesse contexto, o vínculo entre ensino de Biologia e Educação Ambiental (EA) Crítica direciona à construção de novos valores e conhecimentos sob o prisma estruturante das questões socioambientais; bem como estimula a formação para a cidadania de maneira contextualizada e politizada. Na atualidade os jogos digitais são amplamente consumidos e difundidos na sociedade e abordam temas relacionados à cidadania e ao ambiente, enfatizando a necessidade de investigações das suas potencialidades para o contexto educacional. Diante desse contexto, o objetivo desta pesquisa foi analisar as potencialidades do jogo digital *Terra Nil* para o ensino de Biologia e Educação Ambiental. A natureza desta pesquisa foi qualitativa e de cunho documental. A coleta dos dados se deu por meio da extração de elementos textuais e imagéticos presentes no jogo a partir da sua reprodução. Foram realizadas capturas de telas com o software *PhotoScape X* e os elementos textuais presentes foram transcritos. Além do mais, foram realizados apontamentos sobre os aspectos gerais da jogabilidade. A análise dos dados foi mediada por pressupostos da Análise de Conteúdo (AC). Concernente às potencialidades para o ensino-aprendizagem, evidenciou-se que o jogo não tem enfoque na narrativa e possui foco em instruções e textos. As regras do jogo têm potencial para estimular habilidades cognitivas, como resolução de problemas e tomada de decisões. O jogo demonstra potencial como recurso educativo para atividades educacionais, mas a mediação do educador é necessária. Já no âmbito das interfaces entre ensino de Biologia e EA, o jogo desconsidera os seres humanos, e, apesar de abordar conceitos importantes, apresenta alguns equívocos conceituais em Biologia. Temas como queimadas, poluição e radioatividade são tratados, mas com certas distorções conceituais que podem dificultar a compreensão. Apresenta um viés otimista e salvacionista em relação às ecotecnologias. Diante disso, suas abordagens são predominantemente vinculadas à EA Pragmática. Apesar destes percalços, mostra-se como um recurso valioso para gerar problematizações em torno de suas abordagens e motivar os educandos a discutir sobre as temáticas presentes em seu conteúdo, sob o viés da EA Crítica. No âmbito das potencialidades dos elementos do JD para o processo de ensino-aprendizagem, as categorias adotadas apontam para benefícios educacionais que podem proporcionar a participação ativa dos alunos, desde que mediadas pelos educadores. As duas categorias suscitam que seu conteúdo dialoga com habilidades e temáticas valorizadas pelo currículo da disciplina de Biologia.

**Palavras-chave:** Ensino de Biologia; Educação Ambiental; Jogos Digitais.

## ABSTRACT

In the midst of the global crisis of the 21st Century, as well as its intense technical-scientific transformations, Biology teaching plays a crucial role in the formation of socio-environmentally responsible and conscious citizens. In this context, the link between Biology teaching and Critical Environmental Education (EE) leads to the construction of new values and knowledge from the structuring perspective of socio-environmental issues; as well as encouraging training for citizenship in a contextualized and politicized way. Currently, digital games are widely consumed and disseminated in society and address topics related to citizenship and the environment, emphasizing the need to investigate their potential for the educational context. Given this context, the objective of this research was to analyze the potential of the digital game Terra Nil for teaching Biology and Environmental Education. The nature of this research was qualitative and documentary in nature. Data collection took place through the extraction of textual and image elements present in the game from its reproduction. Screenshots were taken with the software PhotoScape X and the textual elements present were transcribed. Furthermore, notes were made on general aspects of the gameplay. Data analysis was mediated by Content Analysis (CA) assumptions. Concerning the potential for teaching-learning, it was evident that the game does not focus on narrative and focuses on instructions and texts. Game rules have the potential to stimulate cognitive skills such as problem solving and decision making. The game demonstrates potential as an educational resource for educational activities, but the mediation of the educator is necessary. In terms of the interfaces between Biology teaching and EA, the game disregards human beings, and, despite addressing important concepts, presents some conceptual mistakes in Biology. Topics such as fires, pollution and radioactivity are covered, but with certain conceptual distortions that can make understanding difficult. It presents an optimistic and salvationist bias in relation to ecotechnologies. Therefore, their approaches are predominantly linked to Pragmatic EE. Despite these setbacks, it proves to be a valuable resource for generating problematizations around its approaches and motivating students to discuss the themes present in its content, from the perspective of Critical EE. Within the scope of the potential of JD elements for the teaching-learning process, the categories adopted point to educational benefits that can provide active participation by students, as long as they are mediated by educators. The two categories suggest that their content dialogues with skills and themes valued by the Biology curriculum.

**Keywords:** Biology teaching; Environmental Education; Digital Games.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Disposição dos blocos pelo mapa.....	70
<b>Figura 2</b> - <i>Guia Básico para a Restauração de Ecossistemas</i> .....	71
<b>Figura 3</b> - Hidroponia e o bioma brejo.....	73
<b>Figura 4</b> - Bioma fynbos.....	73
<b>Figura 5</b> - Bioma floresta temperada.....	74
<b>Figura 6</b> - Centro de Pesquisa.....	75
<b>Figura 7</b> - Silos de reciclagem distribuídos pelo mapa.....	75
<b>Figura 8</b> - Sapo antes de ser descoberto.....	76
<b>Figura 9</b> - Visão geral da área tropical.....	77
<b>Figura 10</b> - Floresta tropical coberta por pilares de toldo.....	78
<b>Figura 11</b> - Bioma de recife de corais.....	78
<b>Figura 12</b> - Área polar.....	80
<b>Figura 13</b> - Bioma dos líquens.....	81
<b>Figura 14</b> - Floresta boreal.....	82
<b>Figura 15</b> - Floresta de algas.....	82
<b>Figura 16</b> - Máquinas bambuzal em conjunto formando o bioma.....	84
<b>Figura 17</b> - Bioma lagoa.....	85
<b>Figura 18</b> - Bioma dos girassóis.....	85
<b>Figura 19</b> - Etapa de varredura.....	86
<b>Figura 20</b> – Encontro do <i>Guia Básico para a Restauração de Ecossistemas</i> .....	87
<b>Figura 21</b> - Capa do capítulo Construções.....	88
<b>Figura 22</b> - Capa do capítulo Animais.....	88
<b>Figura 23</b> - Mensagem intitulada “Limpando o solo” durante o tutorial.....	89
<b>Figura 24</b> - Detritos radioativos na região Continental.....	90

<b>Figura 25</b> - Tutorial de inserção das turbinas eólicas.....	94
<b>Figura 26</b> - Delimitação dos removedores de toxinas.....	95
<b>Figura 27</b> - Requisitos para a máquina irrigadora.....	95
<b>Figura 28</b> - Contador da meta de área verde.....	97
<b>Figura 29</b> - Contador do percentual de restauração dos biomas da região Tropical.....	97
<b>Figura 30</b> - Contador de animais exigidos na região e do percentual de reciclagem.....	98
<b>Figura 31</b> - Atributos climáticos da região Continental.....	99
<b>Figura 32</b> - Abordagens de restauração.....	101
<b>Figura 33</b> - Regiões do planeta e suas respectivas fases.....	103
<b>Figura 34</b> - Objetivos opcionais da região Polar.....	104
<b>Figura 35</b> - Visão geral do planeta restaurado.....	106
<b>Figura 36</b> - Estação de reciclagem e a rede de monotrilho.....	107
<b>Figura 37</b> - Representação dos animais no guia.....	111
<b>Figura 38</b> - Requisitos do urso polar.....	113
<b>Figura 39</b> - Estufa de algas.....	113
<b>Figura 40</b> - Objetivos opcionais.....	116
<b>Figura 41</b> - Introduzindo colmeias na área em restauração.....	117
<b>Figura 42</b> - Ilustrações sobre as abelhas.....	118
<b>Figura 43</b> - Máquina amplificadora solar.....	123
<b>Figura 44</b> - Descrição do removedor de toxinas.....	125
<b>Figura 45</b> - Influência da toxicidade na região Polar.....	125
<b>Figura 46</b> - Influência da radioatividade na região continental.....	128
<b>Figura 47</b> - Ecotecnologias de reciclagem.....	131
<b>Figura 48</b> - Dirigível.....	132
<b>Figura 49</b> - Semeador de nuvens.....	134

**Figura 50** - Dissipador de radiação.....135

**Figura 51** - Concentrador solar.....135

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Categorias dos jogos.....	53
<b>Quadro 2</b> – Jogos educativos e suas classificações.....	55
<b>Quadro 3</b> – Os quatro elementos básicos do jogo.....	57
<b>Quadro 4</b> – Categoria e subcategorias definidas <i>a priori</i> .....	68
<b>Quadro 5</b> – Categoria e subcategorias definidas <i>a posteriori</i> .....	69

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABJD – Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais

AC – Análise de Conteúdo

BNCC-EM – Base Nacional Comum Curricular – Ensino Médio

CTS – Ciência - Tecnologia - Sociedade

CTSA – Ciência - Tecnologia - Sociedade

DCNEA – Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental

DCNEB – Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica

DCTMA – Documento Curricular do Território Maranhense

DiCEA – Grupo de Pesquisa em Educação, Divulgação Científica e Ambiente

DS – Desenvolvimento Sustentável

EA – Educação Ambiental

IBICT – Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia

JD – Jogo Digital

JE – Jogo Educativo

JED – Jogo Didático

JEI – Jogo Educativo Informal

JEP – Jogo Pedagógico

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC – Ministério da Educação

ODM – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PCN+ – Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

PNEA – Política Nacional de Educação Ambiental

PPECEM – Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

Rio-92 – Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento

TCT – Temas Contemporâneos Transversais

TDIC – Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

UFMA – Universidade Federal do Maranhão

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>1.1 Motivação da Pesquisa.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2 Caracterização da questão de pesquisa.....</b>	<b>17</b>
<b>2 RELAÇÕES ENTRE ENSINO DE BIOLOGIA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Ensino de Biologia e as contribuições da Educação Ambiental.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2 Documentos oficiais para o ensino de Biologia e a Educação Ambiental.....</b>	<b>28</b>
<b>2.3 Ensino de Biologia e o campo político-pedagógico da Educação Ambiental.....</b>	<b>33</b>
<b>3 JOGOS DIGITAIS, ENSINO DE BIOLOGIA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....</b>	<b>44</b>
<b>3.1 Jogos digitais e o processo de ensino-Aprendizagem.....</b>	<b>44</b>
<b>3.2 Potencialidades dos jogos digitais para o ensino de Biologia e a Educação Ambiental.....</b>	<b>50</b>
<b>4 PERCURSO METODOLÓGICO.....</b>	<b>57</b>
<b>4.1 O jogo analisado: <i>Terra Nil</i>.....</b>	<b>63</b>
<b>4.2 Coleta de dados.....</b>	<b>59</b>
<b>4.3 Análise de Conteúdo.....</b>	<b>60</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>63</b>
<b>5.1 Visão geral do <i>Terra Nil</i>.....</b>	<b>52</b>
5.1.1 Região Temperada.....	65
5.1.2 Região Tropical.....	69
5.1.3 Região Polar.....	72
5.1.4 Região Continental.....	76
<b>5.2 Potencialidades do jogo para o ensino-aprendizagem.....</b>	<b>79</b>
5.2.1 Narrativa.....	80
5.2.2 Regras e objetivos.....	87
5.2.3 Níveis, estratégias e recompensas.....	97
<b>5.3 Interfaces entre Biologia e Educação Ambiental no jogo digital.....</b>	<b>107</b>
5.3.1 Abordagens sobre seres vivos.....	107
5.3.2 Fatores Abióticos.....	116
5.3.3 Ecotecnologias.....	125
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>130</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>132</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

Caros leitores, com prazer, dou início à apresentação deste trabalho de dissertação, desenvolvido no mestrado do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Maranhão (PPECEM-UFMA). A pesquisa em questão versa sobre a integração de três campos de conhecimento: Ensino de Biologia; Educação Ambiental (EA); e Jogos Digitais (JD).

Levando em consideração a importância da contextualização em torno das razões pelas quais me levaram a desenvolver a presente pesquisa, sob esta tríade teórico-metodológica, reservei o primeiro tópico deste capítulo para descrever como os três campos em questão têm atravessado não apenas a minha jornada acadêmica, mas também o meu cotidiano, e como me motivaram a desenvolver esta pesquisa. Enquanto no segundo tópico deste capítulo, teço algumas considerações em torno da caracterização da questão de pesquisa que direcionou seus desdobramentos, os objetivos desta investigação acadêmica e uma breve explanação sobre os capítulos constituintes deste trabalho.

### **1.1 Motivação para a pesquisa**

No âmbito da minha trajetória como pesquisador nestes campos de conhecimento, reconheço que minhas motivações e a curiosidade por aprofundamento neles foram cultivadas ao longo da minha trajetória acadêmica na licenciatura em Ciências Biológicas na Universidade Federal do Maranhão, campus Dom Delgado. Quando iniciei meu percurso na licenciatura, no segundo semestre de 2017, após oito semestres no bacharelado deste mesmo curso, uma sensação de incerteza despertou diversos questionamentos sobre se este era o caminho que eu deveria seguir.

Em 2018, participei da minha primeira disciplina no âmbito da licenciatura, Psicologia da Educação. A didática e abordagens da docente responsável despertaram o meu interesse em dar continuidade com o curso, somados aos incentivos da minha família. Durante esse período, recebi a proposta de atuar como estagiário em uma escola privada de São Luís. Apesar dos percalços enfrentados durante essa experiência, ela me proporcionou uma melhor compreensão não apenas dos conteúdos abordados nas disciplinas da graduação, mas também a relevância destas para a minha formação profissional. Foi nessa experiência que tive o primeiro contato com o ensino de Ciências e Biologia como educador e pude vislumbrar que esta era a trajetória que deveria seguir.

Entretanto, por ainda estar em formação e ser inexperiente na docência, minhas abordagens poderiam ser tidas, inicialmente, como tradicionais, expositivas e careciam de uma contextualização adequada com questões relevantes para os alunos. Conseqüentemente, resultando em uma falta de estímulo para o desenvolvimento de criticidade em torno dos conteúdos e demais temáticas com meus alunos. Em 2019, fui selecionado como voluntário no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), do curso de Ciências Biológicas campus Dom Delgado. Essa participação foi um marco crucial em minha formação, pois pude iniciar o contato com meu orientador, e também, pude identificar aspectos que precisavam ser melhorados no que se refere às minhas abordagens pedagógicas durante esse período.

A experiência que o PIBID me proporcionou durante a graduação não apenas permitiu aprofundar-me nos aspectos e questões que permeiam o campo do ensino de Ciências e Biologia, mas também desempenhou um papel fundamental na formação da minha identidade como docente e pesquisador neste campo, um caminho que até então me era desconhecido.

Concernente às atividades realizadas pelo PIBID, incluíam-se acompanhamentos na escola em questão, elaboração de projetos de intervenções, condução de debates, mesas-redondas e ciclos de seminários com os alunos da graduação, visando contribuir em uma formação mútua. Foi durante esses ciclos de seminários que tive meu primeiro contato com a Educação Ambiental (EA), um campo de conhecimento com o qual me identifiquei e que continuo a explorar em minhas pesquisas até os dias atuais.

Após esses primeiros contatos com a EA, busquei o Prof. Dr. Carlos Erick para discutir a viabilidade de desenvolver a minha monografia nesse campo. Sempre solícito, ele apresentou diversos caminhos pelos quais eu poderia desenvolvê-la e me forneceu materiais para leitura, além de sugerir que eu me inscrevesse na disciplina eletiva de Instrumentos e Práticas de Educação Ambiental. Lembro-me que nesse período, familiarizado apenas com pesquisas quantitativas, ainda não compreendia plenamente a variedade de abordagens e instrumentos disponíveis para realizar pesquisas no campo do ensino, mas que aos poucos fui compreendendo melhor essas possibilidades.

Infelizmente, no semestre seguinte, em março de 2020, enquanto iniciava minha jornada no âmbito teórico da EA, bem como após a primeira aula presencial da disciplina, houve a suspensão das aulas presenciais devido à crise sanitária ocasionada pela pandemia da COVID-19. O período em questão foi bem difícil, pois eu não possuía percepções para o futuro, além de não conseguir trabalhar ou prosseguir com a graduação. Nesse contexto de incertezas, busquei como refúgio os jogos digitais (JD).

Os jogos desempenharam um papel importante ao longo da minha vida pessoal, especialmente durante o final da infância e a adolescência. Naquele período, sem ter essa noção completamente, adquiri uma variedade de conhecimentos e tirei algumas lições valiosas dessas vivências, que auxiliaram moldar a minha identidade. À medida em que entrei na fase adulta, assumi mais responsabilidades e obrigações, necessitando equilibrar o tempo imerso nestes ambientes virtuais.

Mesmo com as demandas da fase adulta, os jogos continuam a fazer parte da minha rotina. Porém, durante a pandemia houve uma mudança nessa dinâmica, pois me vi passando mais tempo imerso nos jogos. Nesse contexto, os jogos ajudaram a me distrair em torno das diversas notícias que constantemente eram apresentadas na TV e nas redes sociais, diminuindo a tensão e o medo deste futuro incerto. Entretanto, não esperava que essa imersão fosse gerar um impulso importante para a minha trajetória acadêmica.

Em junho de 2020 foi lançado um complemento ao jogo The Sims 4, uma das minhas franquias de jogos favoritas e que dediquei horas durante a pandemia, intitulado The Sims 4 - Vida Sustentável. Ao ter contato com esse jogo, pude observar que sua proposta estava centrada em torno de diversas temáticas que são valorizadas no campo da EA e, ao longo da minha experiência com o jogo, comecei a identificar aspectos que se relacionavam com os referenciais teóricos que li, pensando no desenvolvimento da minha monografia, bem como, relembrei das discussões realizadas nos ciclos de seminários do PIBID e da primeira aula da referida disciplina, a qual causou reflexões iniciais, desencadeando um rompimento das minhas visões ingênuas sobre a EA.

À medida em que experienciava este jogo, assim como os dias se passavam, questioneei a possibilidade de desenvolver a minha monografia tendo-o como objeto de pesquisa, entretanto, um pouco inseguro com essa proposta. Para a minha satisfação, o prof. Carlos Erick acolheu a ideia, incentivou-me a desenvolvê-la e transmitiu-me confiança sobre a potencialidade deste trabalho. Fui convidado para integrar o Grupo de Pesquisa em Educação, Divulgação Científica e Ambiente (DiCEA - UFMA), e tive a possibilidade de ser coorientado pela Profa. Ma. Marla Arouche, cuja contribuição foi fundamental em diversos aspectos ao longo da pesquisa.

Durante o período em que desenvolvi a monografia, consegui vislumbrar que os JD não apenas são lócus da EA, mas que também podem contribuir para educar, ao tratar sobre diversas questões da realidade. Ademais, existem interesses por trás daquilo que ensinam, mesmo que não o tenham como objetivo principal. Essa experiência permitiu com que me aprofundasse no campo político-pedagógico da EA, tendo um olhar sob um viés crítico em torno das abordagens

e do conteúdo que estava presente nesse jogo. Consequentemente, gerando curiosidade para investigar como os demais jogos tratam sobre a EA e como podem contribuir para o processo de ensino-aprendizagem em Ciências e Biologia. Compreendi inicialmente como a EA pode contribuir para a formação de identidades e para uma cidadania ativa, sendo proveitoso não apenas para desenvolver o meu arcabouço teórico-metodológico no campo da EA e do ensino de Ciências e Biologia, como também para a minha formação como educador ambiental.

Já o DiCEA, desde que iniciei meu vínculo, têm contribuindo na minha formação, pois as suas atividades envolvem diversos temas que são relevantes no contexto do ensino de Ciências e Biologia, EA e Divulgação Científica, seja através da discussão e desenvolvimento de trabalhos e artigos científicos, como também pela apresentação de seminários, de projetos de pesquisa, entre outras atividades de caráter interdisciplinar. Este grupo de pesquisa não apenas contribuiu com a evolução da minha monografia, mas também foi responsável pelo meu primeiro contato com a análise de conteúdo (AC), que ainda venho me aperfeiçoando.

Ao finalizar a participação no PIBID, fui selecionado como bolsista do programa Residência Pedagógica para o curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Maranhão, campus Dom Delgado. Por meio das experiências que vivenciei no programa RP, pude compreender melhor o contexto da educação básica na rede pública no estado do Maranhão pelo ponto de vista dos educadores, principalmente no que se refere à infraestrutura escolar, às condições de trabalho e demais desafios vivenciados pelo corpo docente e discente.

Em 2021, as atividades desenvolvidas na escola-campo se iniciaram de forma remota, havia um grande número de alunos faltosos e aqueles que estavam presentes quase não interagem. Todavia, era notável que os alunos presentes demonstravam mais interesse em participar e interagir quando eram utilizados jogos ao final das regências, que eram desenvolvidos utilizando o *Wordwall* e demais plataformas digitais, em sua maioria *quizzes*. Em face do exposto, o programa foi fundamental para o meu amadurecimento como profissional e estimulou mais questionamentos em torno do potencial do uso de jogos em contextos educativos.

Continuando a vivência nas disciplinas específicas da Licenciatura, voltadas ao campo da Educação, tive experiências marcantes no que diz respeito ao meu amadurecimento na pesquisa em Ensino. Nesse sentido, pude me aprofundar mais sobre as abordagens da pesquisa qualitativa, os aspectos éticos, suas tipologias e os principais referenciais de análise, dentre eles a AC. Participei como monitor de disciplina sobre EA, sendo uma experiência interessante, pois me permitiu enxergá-la sob outra perspectiva, principalmente ao ministrar aulas e participar das correções dos trabalhos e avaliações. No semestre seguinte, tive a oportunidade de atuar como

monitor na disciplina de Metodologia da Pesquisa em Ensino de Biologia, e, por ser uma turma mais extensa, foi bem proveitosa no que se refere à experiência de orientação dos projetos de pesquisa dos discentes e nas discussões em torno da pesquisa em Ensino.

Em seguida, concluí e defendi o meu trabalho de monografia, que visou compreender quais as concepções da EA permeiam o currículo cultural do jogo *The Sims – Vida Sustentável*, resultando na predominância da EA Pragmática e gerando discussões valiosas para o campo. No entanto, por ainda estar me familiarizando com a AC e com o campo dos estudos dos jogos/*games* neste período, estas questões não foram contempladas nos aspectos teórico-metodológicos da monografia. Contudo, mantive o meu desejo em seguir estudando sobre a AC e esses temas para continuar desenvolvendo pesquisas, mas dessa vez contemplando as interfaces entre ensino de Ciências e Biologia, EA e o campo dos jogos.

Movido por estes interesses, elaborei um projeto de pesquisa versando sobre estes campos de conhecimento e submeti ao seletivo do curso de mestrado acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, obtendo aprovação. Assim, o período vivenciado no mestrado contribuiu com o meu amadurecimento como pesquisador e educador, pois me proporcionou ampliar meus conhecimentos em torno da pesquisa em ensino de Biologia, principalmente no que se refere ao contexto escolar e práticas docentes, as contribuições e relevância de abordagens históricas e filosóficas, dos enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), educação para a diversidade, bem como sobre as propostas metodológicas para a análise crítica de recursos didáticos. Outrossim, permitiu aprofundamentos maiores sobre as metodologias de ensino e de pesquisa no campo das Ciências Naturais.

No que se refere aos meus estudos no campo dos jogos durante o mestrado, destaco a importância em evento específico do campo dos jogos no contexto do Ensino de Ciências, realizado em 2023. Nesse evento, tive a oportunidade de vivenciar um ambiente rico em diversidade de abordagens e pesquisadores engajados nesse campo. Foi inspirador observar a variedade de trabalhos científicos, apresentações e exibições de jogos educacionais.

Ao longo deste período, com o apoio do meu orientador e do DiCEA, desenvolvi trabalhos que versaram sobre o ensino de Ciências e Biologia, EA, TDIC e JD, tendo como instrumento de análise a AC. Nesse contexto, pude construir referenciais teórico-metodológicos mais robustos e identificar novos caminhos para o meu projeto de pesquisa, que sofreu alterações com a finalidade de melhorá-lo, resultando neste trabalho de dissertação.

Diante destas questões, neste trabalho busco explorar uma interseção entre meu interesse pessoal em JD e minha dedicação aos campos do ensino de Biologia e EA, que venho

estudando e me aprofundando ao longo dos últimos seis anos. Resultado da minha afinidade com as áreas e do meu interesse em prosseguir conduzindo pesquisas. Dessa maneira, viso contribuir nestes campos para o desenvolvimento de jogos e propostas educativas interativas, cativantes e envolventes, favorecendo uma formação para a cidadania.

## **1.2 Caracterização do objeto de estudo**

O início desta pesquisa se deu considerando as visões de Maknamara (2020), o qual explicita que os artefatos culturais da contemporaneidade interessam ao campo educacional, pois estão relacionados com a formação de identidades e subjetividades nos sujeitos e podem atuar na produção de currículos, aspectos que enfatizam a necessidade de investigações sobre as suas contribuições no campo educacional.

Concernente a essa perspectiva, neste trabalho consideramos os JD como artefatos culturais, pois além de envolverem extensas comunidades, proporcionam experiências imersivas de entretenimento e aprendizagens nos diversos contextos sociais (Kroeff; Maraschin, 2018). Bem como, contemplam em suas abordagens algumas concepções sobre a realidade que são valorizadas pelos campos do Ensino de Ciências e da EA, tais como as de mundo e cidadania (Sousa; Moraes, 2020). Considerando esses vieses, foram iniciadas as leituras em torno destes campos.

Nesse escopo pude compreender que os JD, embora ganhem um caráter sério quando utilizados em contextos educacionais, estimulam a ruptura de relações burocráticas e tradicionais entre educadores e alunos, favorecendo um encontro vigoroso e espontâneo do educando com o conhecimento, mediado por ações significativas do professor (Penteado, 2011). Dessa forma, valorizando a participação ativa do educando perante o processo de ensino-aprendizagem, tornando-o interativo e dinâmico; estimulando a interação e o desenvolvimento de aspectos formativos, tais como os linguísticos, sociais, cognitivos e o pensamento criativo (Couto; Silveira; Castro, 2021).

Outrossim, convergimos com a perspectiva de Penteado (2011, p. 189) de que os jogos de simulação ou de representação se constituem como recursos educativos valiosos, quando se tem como interesse uma “ação docente comprometida com os alvos do processo de ensino-aprendizagem que se pretende atingir”.

Ao longo destas investigações, questionamentos foram emergindo sobre como jogos de simulação comerciais, ou seja, sem haver explicitamente uma construção com finalidades educacionais, podem contribuir para o ensino-aprendizagem das interfaces entre Biologia e EA, visando uma formação para a cidadania, direcionada ao enfrentamento da crise global do século

XXI. Por que os jogos comerciais? Porque estes são constantemente consumidos e difundidos no cotidiano de indivíduos de faixas etárias diversas, proporcionando diversão e oportunidades “naturais” de aprendizado diante daquilo que é abordado em seu conteúdo.

Direcionado por esta perspectiva, passamos a buscar jogos que contemplassem as interfaces entre Biologia e EA. Inicialmente, selecionamos o *Stardew Valley*, que se mostrou promissor por tratar sobre agricultura, pesca, criação de animais, construção de materiais e ferramentas; além da possibilidade de socialização com os personagens do jogo (Concernedape, 2022). Entretanto, enfrentamos dificuldades no que se refere à coleta dos dados, por ser um jogo que exige extensas horas para completá-lo, além de possuir alguns eventos aleatórios que complexificavam os registros.

Em março de 2023, ao longo da busca por outro jogo, encontramos o recém-lançado *Terra Nil*. O jogo em questão se mostrou promissor, tanto por tratar sobre as interfaces entre Biologia e EA, quanto por sua mecânica que facilitava a coleta de dados. No que se refere ao último aspecto, as sessões do jogo são relativamente curtas, podendo levar aproximadamente de 30 a 40 minutos por fase, e os fenômenos seguem um padrão previsível, possibilitando completá-lo em poucas horas e revisitá-lo diversas vezes, a fim de compreender seus elementos e abordagens. Considerando essas características iniciais observadas no jogo, este foi selecionado para realizar o presente trabalho.

Posterior à seleção do *Terra Nil*, bem como da sua reprodução, questionamos as suas potencialidades considerando os interesses iniciais desta pesquisa. Dessa maneira, a seguinte questão de pesquisa orientou os desdobramentos deste trabalho: Quais potencialidades o jogo digital *Terra Nil* apresenta para o ensino de Biologia e Educação Ambiental?

Nesse sentido, o objetivo geral da pesquisa é: Analisar as potencialidades do jogo digital *Terra Nil* para o ensino de Biologia e Educação Ambiental. Para contemplá-lo, foram elaborados os seguintes objetivos específicos: Averiguar as potencialidades dos elementos do jogo para o ensino-aprendizagem; Identificar as abordagens das interfaces entre Biologia e Educação Ambiental no jogo digital; Discutir as potencialidades do jogo para o ensino de Biologia e Educação Ambiental.

Dessa maneira, para contemplar o primeiro objetivo específico, foram utilizados como referência os elementos dos jogos presentes no trabalho de Schell (2011), a fim de descrevê-los como aparecem no contexto do *Terra Nil*; visando a sua análise com referenciais teóricos do campo do *design* dos jogos para compreender como seus elementos podem contribuir para o ensino-aprendizagem. Referente ao segundo objetivo, foram buscadas abordagens que são de interesse para o ensino de Biologia e EA no conteúdo do jogo, tais como conceitos biológicos.

Por fim, para atingir o último objetivo específico, as abordagens e conceitos identificados nas interfaces entre ensino de Biologia e EA foram analisados mediante o seu cotejo com referenciais teóricos dos campos do ensino de Biologia e da EA.

Nos próximos capítulos serão abordadas as etapas do desenvolvimento deste trabalho. No segundo capítulo, pontuo sobre desafios para o ensino de Biologia no século XXI e como a EA pode contribuir não apenas na qualidade do processo de ensino-aprendizagem, mas também para sensibilizações em torno da crise global. Nesse capítulo, investigamos documentos oficiais voltados para o ensino de Biologia, com a finalidade de compreender os interesses para a formação dos educandos e como orientam a inserção da EA no currículo. No último tópico do capítulo, relacionamos o ensino de Biologia com o campo-político pedagógico da EA, para isso, inicialmente nos debruçamos sob os aspectos históricos em torno do seu surgimento; posteriormente, discutindo sobre as principais correntes, tendências e macrotendências da EA; e, por fim, a respeito de suas inter-relações com o ensino de Biologia.

No terceiro capítulo será discutido sobre as relações entre os JD, ensino de Biologia e EA. Dessa maneira, no primeiro tópico descreve sobre diferentes concepções de jogos e seus elementos, bem como suas contribuições para o processo de ensino-aprendizagem. No segundo tópico, apresentamos sobre as potencialidades dos JD para o ensino de Biologia e EA, com base em uma revisão dos documentos oficiais para o ensino de Biologia e alguns artigos científicos que versam sobre as duas áreas.

O quarto capítulo, por sua vez, é dedicado à apresentação dos aspectos metodológicos que nortearam esta pesquisa. Inicialmente explicitando sobre a natureza da pesquisa qualitativa e sobre o cunho documental, enfatizando a relevância e pertinência destas abordagens, bem como as razões pelas quais respondem aos interesses deste trabalho. Em seguida, o primeiro tópico aborda uma descrição técnica detalhada do *Terra Nil*, incluindo os procedimentos relacionados à sua busca e as justificativas que embasaram sua escolha como objeto de estudo. O segundo tópico é reservado a explicitar sobre como foram pautados os procedimentos de coleta dos dados, que subsidiaram as análises e conclusões. Enquanto no último tópico, dedicado à análise de conteúdo, são detalhados os procedimentos adotados para a análise dos dados, seguindo uma abordagem que respeita seus polos cronológicos. As regras para a construção do *corpus* são delineadas, assim como são apresentados os processos envolvidos na construção das categorias e os seus critérios de classificação. Por fim, exploramos como se deu a interpretação dos dados visando responder à questão de pesquisa.

Já no quinto capítulo, são apresentados os resultados e discussões resultantes das abordagens teórico-metodológicas adotadas. Em seu primeiro tópico, é oferecida uma descrição

geral sobre o *Terra Nil* e suas características principais, envolvendo a sua mecânica, seus níveis, narrativas, objetivos, etc. Por sua vez, o segundo tópico é referente à primeira categoria elaborada, visando compreender as potencialidades do *Terra Nil* para o ensino-aprendizagem. Nesse sentido, se direcionando a investigar sobre os elementos constituintes do JD e discutindo sobre suas potencialidades, sendo dividido em três subcategorias: narrativa; regras e objetivos; e níveis, estratégias e recompensas. No último tópico, encontram-se os resultados e discussões da segunda categoria, que tratam sobre as interfaces entre Biologia e EA no *Terra Nil*, que é subdividida em três subcategorias: abordagem sobre os seres vivos; fatores abióticos; e ecotecnologias<sup>1</sup>.

Por fim, o sexto capítulo reúne as considerações finais decorrentes da discussão dos resultados, destacando as contribuições do estudo em questão para a compreensão das potencialidades educacionais do jogo *Terra Nil* no contexto do ensino de Biologia e EA, bem como considerações para educadores interessados em utilizar este jogo como ferramenta educacional e desenvolvedores que visam contemplar as interfaces entre Biologia e EA na construção de jogos educativos.

---

<sup>1</sup> No contexto dessa pesquisa concebemos Ecotecnologias como ferramentas que atuam no desenvolvimento de processos que reduzam significativamente os impactos ambientais e que, ao mesmo tempo, promovem a inclusão social e a conquista da elevação real da qualidade de vida das populações fragilizadas pela dinâmica do capitalismo (Costa; Silva, 2012).

## **2 RELAÇÕES ENTRE ENSINO DE BIOLOGIA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Neste capítulo serão consideradas as interseções entre o ensino de Biologia e a EA. Nesse sentido, no primeiro tópico será contemplado sobre as contribuições educacionais do ensino de Biologia vinculado com a EA. Enquanto no segundo tópico, foram investigados documentos oficiais relacionados ao currículo da disciplina de Biologia e à área da EA, visando compreender como orientam vínculos entre os dois campos. No último tópico, por sua vez, discuto sobre o ensino de Biologia e o campo político-pedagógico da EA, no intuito de pontuar as tendências, correntes e vertentes que se inter-relacionam com o currículo da disciplina de Biologia.

### **2.1 Ensino de Biologia e contribuições da Educação Ambiental**

O campo das Ciências Biológicas é considerado complexo, apresentando situações que constituem a realidade da vida de cada ser humano, permitindo que “se amplie a compreensão dos seres vivos, contribuindo para que seja percebida a singularidade da vida humana relativamente aos demais organismos, em função de sua incomparável capacidade de intervenção no meio” (Araujo; Pedrosa, 2014, p. 307).

O fenômeno da vida, em toda a sua complexidade e diversidade de manifestações, é caracterizado por um conjunto de processos organizados e integrados, no nível celular, individual e coletivo em seu meio (Brasil, 2000). Além do mais, um sistema vivo

[...] é fruto da interação entre seus elementos constituintes e da interação entre esse mesmo sistema e demais componentes de seu meio. As diferentes formas de vida estão sujeitas a transformações, que ocorrem no tempo e no espaço, sendo, ao mesmo tempo, propiciadoras de transformações no ambiente (Brasil, 2000, p. 14).

Nesse sentido, é um campo que possibilita a compreensão da origem e evolução da vida, em sua diversidade de organização e interação. Conseqüentemente, apresentando situações que reforçam a necessidade de sensibilizações dos sujeitos, bem como a construção de valores e atitudes que visem uma convivência harmoniosa, saudável e justa para todos.

Dada a complexidade desta área, o campo do Ensino de Biologia é considerado marcado por diversos desafios, sejam eles associados às dificuldades de aprendizagem, tanto por abordagens descontextualizadas e/ou tradicionais, quanto por questões relacionadas à ausência de infraestrutura adequada no espaço escolar, a carência de recursos didáticos e a exclusão digital.

Levando em consideração que estamos passando, no século XXI, por um

[...] período de intensas transformações técnico-científicas, em contrapartida das quais engendram-se fenômenos de desequilíbrios ecológicos que, se não forem remediados, no limite, ameaçam a vida em sua superfície. Paralelamente a tais, perturbações, os modos de vida humanos individuais e coletivos evoluem no sentido de uma progressiva deterioração (Guattari, 2001, p. 7).

Neste cenário de desenvolvimento técnico-científico e crise, a escola se mostra como uma importante agência formadora de seres humanos e vê-se questionada e desafiada pelas pressões que o mundo contemporâneo vivencia (Nepomuceno; Araujo, 2017). À vista disso, concordamos com Guimarães e Vasconcellos (2006), quando estes explicitam que a função social da educação e da ciência, bem como as suas interfaces e interlocuções com a EA em sua perspectiva crítica, é a de atuar na construção de uma sustentabilidade socioambiental, pois “para discutir e se engajar como cidadão no enfrentamento dos problemas socioambientais, a população precisa estar cientificamente alfabetizada, politicamente consciente e engajada” (Guimarães; Vasconcellos, 2006, p. 153).

Partindo destas perspectivas, torna-se evidente a grande responsabilidade do ensino de Biologia para a formação de sujeitos que sejam socioambientalmente responsáveis para a sua convivência com o ambiente, com o próximo e consigo mesmos. Compreendendo não apenas a formação dos educandos da educação básica, mas também a formação docente. Afinal, é necessário repensar a formação docente, pois superar as

[...] “armadilhas” do/no processo educativo é, também, pensar a formação do(a) educador(a)-reflexivo(a), do(a) educador(a) ambiental crítico(a), reflexivo(a), participativo(a) que, na inculcação e na transformação, busca um real desenvolvimento da sociedade no âmbito de um padrão civilizatório diverso do atual (Nepomuceno; Araujo, 2017, p. 3296).

Seguindo esta linha de pensamento, a mudança nas formas de nos relacionarmos com o ambiente necessita do aprendizado de conceitos relativos ao funcionamento da natureza e sobre as consequências das ações antrópicas ao ambiente, desde o surgimento dos seres humanos às suas formas de organização social e econômica (Avila; Lingnau, 2015). São estes conceitos que, apropriados pelo educador, estarão presentes no momento em que este conduz sua aula, visando estabelecer a construção de uma relação sustentável e não dissociada entre os sujeitos e o ambiente. Logo, um educador qualificado para fomentar sensibilizações e a construção de conhecimentos, valores e atitudes ecológicas nos educandos, precisa possuir um conhecimento amplo e complexo de conceitos ligados à área das Ciências Biológicas, bem como das demais áreas de conhecimento (Avila; Lingnau, 2015).

Todavia, o cenário brasileiro no contexto da educação é desafiador, pois esta segue sendo desvalorizada, principalmente no que se refere às condições oferecidas aos educadores e

educandos. De acordo com Silva, Silveira e Harthman (2023), professores de Ciências e Biologia relatam dificuldades, principalmente no que se trata da jornada de trabalho excessiva, baixos salários, falta de motivação no trabalho, metodologia tradicional, falta de materiais didáticos e carência de formação continuada.

Outros fatores também podem ser destacados, de forma geral, como a infraestrutura escolar precária, ausência de apoio da gestão escolar e; além destas questões, a invalidação pelo negacionismo científico, o fundamentalismo religioso e demais movimentos imbricados à extrema-direita, os quais têm se fortalecido ao longo da última década (Fernandes, 2022). Cenário que tem desencorajado muitos colegas de profissão a permanecer na docência; e, nos cursos de licenciatura, levando os discentes abandonarem o curso. Trata-se de um fenômeno que pode gerar mais à frente um apagão de professores, trazendo graves consequências para a qualidade da educação pública brasileira (Serafini, 2024).

Ademais, no âmbito das Ciências Biológicas, os conceitos biológicos são tidos como fontes de muitas dificuldades de compreensão apresentadas pelos alunos, pela própria natureza do conteúdo, pois alguns temas, que exigem a compreensão em níveis microscópicos são caracterizados pela natureza abstrata e complexa dos conceitos, sendo considerados difíceis tanto para se ensinar quanto para se aprender, independentemente dos níveis de escolaridade (Araújo; Pedrosa, 2014). Ademais, o caráter interdisciplinar de alguns conceitos é destacado como elemento que contribui nestas dificuldades, exigindo domínio de outras áreas de conhecimento e/ou de conhecimentos prévios.

Todos estes fatores, bem como outros não citados, contribuem para o distanciamento de alguns educadores e educandos da compreensão de seus potenciais como agentes transformadores na crise global. Nesse sentido, por não possuírem condições adequadas e cansados de enfrentar tantos empecilhos, acabam se conformando em permanecer com abordagens consideradas tradicionais e excludentes. Enquanto alguns alunos se sentem distanciados e excluídos no que se refere às temáticas apresentadas pelo docente.

De acordo com autores como Silva (2011) e Moreira e Silva (2013), nesse contexto, o processo de ensino-aprendizagem responde aos interesses das teorias tradicionais do Currículo<sup>2</sup>, como um processo de ensino-aprendizagem tido como neutro, desinteressado, tecnicista e científico, que privilegia a classe dominante em detrimento das classes oprimidas, que não

---

<sup>2</sup> De acordo com Silva (2011), as teorias tradicionais do Currículo são aquelas que pretendem ser neutras, científicas e desinteressadas, que aceitam mais facilmente o *status quo*, bem como os conhecimentos e saberes dominantes. Consequentemente, desconsiderando a cultura e os saberes dos educandos.

questiona de forma profunda a sociedade capitalista e nem a escola como preservação dessa sociedade, vinculado ao ideário liberal.

Nessa perspectiva, seria crucial a oferta das condições necessárias aos educadores, principalmente no que se refere à oportunidade de realizar formação continuada, seja em cursos livres ou de pós-graduação *lato senso* e/ou *stricto senso*, tendo em vista que até mesmo a formação docente inicial têm seus percalços.

Por exemplo, Araújo e Pedrosa (2014) identificaram os temas relacionados ao ambiente e à sustentabilidade, considerados por professores de Biologia em formação, como difíceis de serem ensinados e caracterizaram os motivos dessa dificuldade. Dessa maneira, evidenciaram que a maioria dos professores em formação, que foram entrevistados, consideravam difícil trabalhar ideias relacionadas a estas temáticas, sendo o maior obstáculo a “[...] dificuldade de serem mudados os costumes e valores das pessoas” (Araújo; Pedrosa, 2014, p. 314).

Assim como os aspectos interdisciplinares desses temas foram citados como elementos que dificultam as abordagens, na visão dos educadores em formação pesquisados pelos referidos autores. Em contrapartida, um pequeno percentual de educadores defende que seria fácil contemplar essas temáticas, pois a mídia atua trazendo estes temas à tona. Todavia, de acordo com Araujo e Pedrosa (2014), estes licenciandos não destacam a complexidade do tema ou a falta de formação como empecilho, podendo gerar abordagens superficiais.

As visões supracitadas possivelmente são reflexo de um conhecimento disciplinar compartimentalizado, fragmentado e especializado, o qual reduz a complexidade do real e que institui um lugar em que conhecer é estabelecer poder e domínio sobre aquilo que é conhecido, impossibilitando uma compreensão diversa e multifacetada das inter-relações que constituem o mundo da vida (Carvalho, 2012). Esse fracionamento do conhecimento e compartimentalização da realidade em campos disciplinares confinados foram apontados por Leff (2014) como resultantes do processo histórico do qual emerge a ciência moderna e a Revolução Industrial, sendo também uma das principais causas da problemática socioambiental.

Nesse sentido, concordamos com a autora quando apresenta que a interdisciplinaridade jamais será uma posição fácil, cômoda ou estável, pois esta exige nova maneira de conceber o campo da produção de conhecimento buscada no contexto de uma mentalidade disciplinar. Enquanto a crise socioambiental, por sua vez, alimenta questionamentos de base epistemológica e “desacomoda os modos já aprendidos de pensar da racionalidade moderna, ao expor a insuficiência dos saberes disciplinares e reivindicar novas aproximações para que se compreenda a complexidade das inter-relações na base dos problemas ecológicos” (Carvalho, 2012, p. 123).

À vista disso, faz-se relevante repensar o currículo dos cursos de licenciatura, a fim de garantir que estas temáticas sejam discutidas efetivamente e trabalhadas transversalmente, pois as Ciências Naturais têm um papel relevante para a efetivação da EA e vice-versa. Afinal, por meio desta associação

é possível conhecer o funcionamento da natureza, as inter-relações que são estabelecidas entre os ecossistemas e os modos pelos quais as ações antrópicas podem afetar prejudicialmente o equilíbrio dos biomas. Cabe também ao conhecimento científico relativo ao ambiente natural, mobilizar a criação de projetos para solucionar os muitos problemas ambientais já existentes e que carecem de intervenções imediatas (Avila; Lingnau, 2015, p. 146).

Diante desse contexto, a EA contribui no ensino de Biologia, por perfilar-se nos caminhos híbridos e da impertinência, despertando “[...] enorme expectativa renovadora do sistema de ensino, da organização e dos conteúdos escolares mediante os atributos da transversalidade e da interdisciplinaridade” (Carvalho, 2012, p. 124). E nessa transição entre saberes e áreas de conhecimento, a escola pode se deslocar de seu território a novos modos de compreender, ensinar e aprender.

Nesse sentido, a EA como um campo de conhecimento transversal no currículo escolar, possibilita responder a esta demanda. Da mesma maneira que responde aos interesses das teorias curriculares Críticas e Pós-críticas; respectivamente, as primeiras emergiram de um movimento de inconformidade e interesse em denunciar o papel da escola e do currículo na estrutura social, visando construir uma escola e currículo alinhados com os interesses dos grupos oprimidos, recorrendo ao apoio das teorias sociais (Moreira; Silva, 2013). Enquanto o segundo grupo, das pós-críticas, com o aporte dos Estudos Culturais, trazem em pauta a identidade, o sujeito como protagonista, o multiculturalismo, a alteridade e a diversidade para o currículo e conseqüentemente para a escola (Silva, 2011).

No âmbito da EA, em sua perspectiva crítica, emancipadora e decolonial, podemos enxergar este movimento de aproximação do conteúdo escolar com o cotidiano dos sujeitos, valorizando a sua identidade, estimulando a formação de subjetividades e a criticidade diante de diversas formas de dominação e opressão das classes dominadoras (Quintas, 2004; Layrargues; Lima, 2014; Tristão 2016; 2021). Elementos que estimulam, além disso, uma postura ativa no processo de ensino-aprendizagem, levando em consideração a possibilidade de desenvolver a formação de atitudes e valores nos sujeitos.

Todavia, não basta compreender o potencial transformador da EA no processo de ensino-aprendizagem, é pertinente que sejam criadas condições que possibilitem estas formações. Afinal, este não deve ser unidirecional, muito menos unívoca. Em contrapartida, é

relevante destacar que a construção de práticas inovadoras “[...] não se dá pela reprodução, mas pela criação, pela readaptação e sobretudo, no caso da interdisciplinaridade, por novas relações na organização do trabalho pedagógico” (Carvalho, 2012, p. 132). Nesse sentido, não propomos neste trabalho “receitas prontas” para contribuir no âmbito do ensino de Biologia e da EA, mas tecer possibilidades para contribuir nestes campos ou inspirar práticas docentes que desejam contemplar jogos digitais em suas abordagens.

No contexto do ensino de Biologia e EA, são evidentes as possibilidades do uso e domínio de metodologias ativas, das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), as quais são relevantes para estimular a autonomia, a criticidade e a postura ativa dos discentes. Conforme Souto, Lapa e Espíndola (2019), as tecnologias são carregadas de valores, logo não são artefatos neutros. E, na atualidade,

nesse cenário de conectividade e imersão irreversível na cultura digital, torna ainda mais contundente a demanda de uma formação crítica de sujeitos e isso nos remete a aprofundar as discussões sobre a integração de TDIC no contexto educativo. Afinal, as mudanças sociais que as TDIC catalisam estão ou deveriam estar, presentes nas escolas, que são pressionadas a incorporá-las, seja no sentido da melhor preparação do futuro trabalhador, seja no sentido mais ampliado que enfocamos da formação para o pleno desenvolvimento de uma cidadania crítica no mundo mediado por TDIC (Souto; Lapa; Espíndola, 2019, p. 34).

Haja visto que a EA perpassa o âmbito formal, se manifestando constantemente no cotidiano dos sujeitos, é relevante que se tenha um olhar crítico em torno dos diversos artefatos tecnológicos e midiáticos (Madruga; Magalhães; Henning, 2016). Nesse sentido, estes artefatos, tais como os jogos, as séries televisivas, as histórias em quadrinhos, etc., podem representar conceitos biológicos ou relacionados à EA diversamente, seja de forma estereotipada e/ou reducionista, bem como vinculada aos interesses de uma classe dominante que visa o controle das classes oprimidas.

Analisando os pressupostos da Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BNCC-EM), observamos que este documento oficial traz essa preocupação, ao tratar sobre as Ciências da Natureza e suas Tecnologias, discutindo que

a contemporaneidade demanda que a área esteja sintonizada às demandas e necessidades das múltiplas juventudes, reconhecendo sua diversidade de expressões. São sujeitos que constroem sua história com base em diferentes interesses e inserções na sociedade e que possuem modos próprios de pensar, agir, vestir-se e expressar seus anseios, medos e desejos (Brasil, 2018, p. 537).

Propondo, dessa maneira, que os estudantes aprofundem e ampliem suas reflexões sobre as tecnologias, tanto no que se refere aos seus meios de produção e seu papel na sociedade atual,

como em relação às perspectivas futuras de desenvolvimento tecnológico (Brasil, 2018). Dentre as potenciais abordagens que possibilitam um olhar crítico diante essas visões, a interlocução entre ensino de Biologia, EA e o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) possibilitam aos sujeitos vivenciar a aprendizagem em sua comunidade por meio de atividades interdisciplinares a partir de situações problemas e “temas geradores” (Santos et al., 2020).

Levando em consideração que o enfoque CTS tem “como foco a problematização de como as descobertas científicas e suas conseqüentes aplicações tecnológicas conectam-se com outros desenvolvimentos sociais, nas leis, na política, no modo de viver da sociedade, na cultura, na ética e no meio ambiente” (Cerutti, 2017, p. 15).

Conseqüentemente, respondendo aos objetivos dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) das Ciências da Natureza para o ensino de Biologia, em tratar sobre as questões relativas à valorização da vida em sua diversidade, “[...] à ética nas relações entre seres humanos, entre eles e seu meio e planeta, ao desenvolvimento tecnológico e sua relação com a qualidade de vida” (Brasil, 2000, p. 15). Sendo aspectos que compõem a contemporaneidade e que põem em jogo os valores envolvidos na produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico.

Nesse contexto, as metodologias ativas de ensino-aprendizagem no ensino de Biologia também “têm grande potencial para romper com o ensino tradicional-transmissivo” (Costa; Venturi, 2021, p. 432). Conseqüentemente, contribuindo na autonomia na tomada de decisões e atitudes, aspectos valorizados pela EA.

Na revisão sistemática dos autores supracitados, que analisaram trabalhos acadêmicos referentes às metodologias ativas no ensino de Ciências e Biologia, ficou evidente que, apesar da grande diversidade de abordagens, há uma predominância de apenas duas: o ensino por investigação e a resolução de problemas. Além do fato de que boa parte dos estudos foram desenvolvidos no ensino médio, seguido pelo ensino fundamental, e poucos no âmbito do ensino superior e na formação de professores, carecendo de mais trabalhos com este último enfoque.

Cabe destacar a relevância dos espaços não-formais e dos contextos informais neste processo, pois estes também possibilitam o desenvolvimento de espaços férteis para a sensibilização dos sujeitos, seja para que estes percebam o seu importante papel no enfrentamento perante à crise global, bem como para que compreendam que fazem parte da teia de inter-relações do ambiente.

Diante de todas essas questões, a formação docente continuada é fundamental no sentido de possibilitar o aperfeiçoamento do educador sobre estas temáticas e a gama de possíveis

abordagens que pode desempenhar no intuito de suscitar a formação de sujeitos que compreendam a complexidade da crise socioambiental, e reconheçam não apenas o seu papel individual na luta por justiça, mas também a relevância do viés da coletividade e da solidariedade.

Ademais, a formação continuada possibilita a realização de investigações no âmbito no ensino, visando contribuir nestes campos, desenvolvendo novas estratégias para abordar os conteúdos, a fim de incentivar que os educandos tenham um papel ativo e participativo no processo de ensino-aprendizagem, bem como incentivar o educador em seu papel como integrante importante na luta por direitos de sua classe trabalhadora.

Levando em consideração estes pressupostos, a EA possibilita ao ensino de Biologia a construção de novos valores e conhecimentos, estimulando os sujeitos para o exercício da cidadania, de forma contextualizada, e para a compreensão do meio em que estão inseridos e suas inter-relações, com a finalidade de melhorar as condições da vida pelo viés da coletividade, da solidariedade, da tolerância e de uma corresponsabilidade socioambiental<sup>3</sup> (Brumati, 2011).

Partindo dessas discussões iniciais sobre as contribuições da EA para o ensino de Biologia, no próximo tópico será discutido sobre os documentos oficiais para o ensino de Biologia e EA e o que dizem e/ou orientam sobre esta relação.

## **2.2 Documentos oficiais para o ensino de Biologia e a Educação Ambiental**

Concernente às relações entre o ensino de Biologia e a EA, podemos observar desde a Lei de Diretrizes e Bases (LDB), a qual estabelece as diretrizes e bases para a educação básica brasileira, a preocupação de que o processo de ensino-aprendizagem tenha “por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (BRASIL, 1996, p. 1). Diante deste princípio, a educação básica deve assegurar-lhe a formação comum para o exercício da cidadania, assim como fornecer-lhes meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores.

Nesse contexto, também foram estabelecidos os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), documento normativo que reúne as áreas de conhecimento e norteia não apenas a elaboração e revisão curricular, mas se direciona à formação docente, seja inicial ou continuada, às abordagens metodológicas, bem como organizam as áreas de conhecimentos.

---

<sup>3</sup> A corresponsabilidade, na visão de Lima (2004), compreende que a sociedade humana não é homogênea e harmoniosa, mas formada por uma multiplicidade de grupos sociais, dotados de valores, ideologias e interesses heterogêneos. Dessa maneira, apesar de sermos responsáveis pela degradação ambiental, não somos igualmente responsáveis.

Referente à sua estruturação, no ensino fundamental, os PCN são divididos em dois grupos: um destes inclui as áreas de conhecimento (dentre as quais uma destas é a de Ciências Naturais); no outro, os Temas Transversais, no qual se encontra o tema Meio Ambiente (BRASIL, 1998). Tema que abrange as questões que têm sido intensamente vividas pela sociedade e que devem ser trabalhados em todas as áreas de conhecimento, tal como a das Ciências Naturais.

O PCN dos Temas Transversais, ao tratar do tema Meio Ambiente, traz em seu capítulo “Educação Ambiental e cidadania” o objetivo de “contribuir para a formação de cidadãos conscientes, aptos para decidirem e atuarem na realidade socioambiental de um modo comprometido com a vida, com o bem-estar de cada um e da sociedade, local e global” (BRASIL, 1998, p 28).

Enquanto os PCN para o Ensino Médio defendem que

a cidadania não é dever nem privilégio de uma área específica do currículo, nem deve ficar restrita a um projeto determinado. Exercício de cidadania é testemunho que se inicia na convivência cotidiana e deve contaminar toda a organização curricular. As práticas sociais e políticas e as práticas culturais e de comunicação são parte integrante do exercício cidadão, mas a vida pessoal, o cotidiano e a convivência e as questões ligadas ao meio ambiente, corpo e saúde também (BRASIL, 2000, p. 80).

No contexto dos PCN do Ensino Médio, diferentemente do ensino fundamental, os conhecimentos disciplinares de Biologia encontram-se no PCN de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, junto com as disciplinas de Física, Química e Matemática. Dessa maneira, não possuindo um documento voltado aos Temas Transversais.

Apesar de não estar diretamente presente no âmbito do ensino médio, este Tema Transversal encontra-se implícito nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) de Ciências da Natureza. Este documento propõe, de acordo com as principais áreas de interesse da Biologia, seis temas estruturadores: Interação entre os seres vivos; Qualidade de vida das populações humanas; Identidade dos seres vivos; Diversidade da vida; Transmissão da vida, ética e manipulação gênica; e Origem e evolução da vida (Brasil, 2002).

Dessa forma, estes eixos destacam sobre a aplicação das diversas áreas científicas no currículo educacional, versando com os interesses da EA ao considerarem as inter-relações ambientais, sobre a vida humana, saúde pública, bem como as tecnologias e demais conhecimentos fundamentais para que os sujeitos possam se situar e se posicionar no debate contemporâneo.

Em contrapartida, no ano de 2012, foram estabelecidas as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA) pelo Ministério da Educação (MEC), que defendem e orientam de forma direta a EA na Educação Básica e Superior por meio de “uma abordagem curricular integrada, transversal, contínua e permanente em todas as áreas de conhecimento, componentes curriculares e atividades escolares e acadêmicas” (BRASIL, 2012, p. 4).

No ano seguinte, o MEC elaborou as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCNEB), documento que reúne as novas diretrizes voltadas para a Educação Básica, dentre elas as DCNEA (BRASIL, 2013). No âmbito da EA, este documento traz uma abordagem enriquecida sobre a relevância deste campo para a educação, não se restringindo a apenas citá-la.

Os DCNEB, ao abordarem sobre os Direitos Humanos como princípio norteador, por exemplo, reservam um tópico para discutir sobre a Sustentabilidade ambiental como meta universal, considerando que as questões relacionadas à crise socioambiental contemporânea “[...] despertam o interesse das juventudes de todos os meios sociais, culturais, étnicos e econômicos, pois apontam para uma cidadania responsável com a construção de um presente e um futuro sustentáveis, sadios e socialmente justos” (BRASIL, 2013, p. 166).

E, no contexto do ensino médio, há condições para se construir uma educação cidadã, que seja responsável, crítica e participativa, que estimule a tomada de decisões transformadoras diante do ambiente que as pessoas se inserem, em um processo educacional que supera a dissociação entre sociedade e natureza. Partindo desse viés, o documento faz uma contextualização internacional sobre o protagonismo do Brasil na atuação da Organização das Nações Unidas (ONU), bem como contempla sobre as conferências internacionais, tais como a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92), que resultou no Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global; a Cúpula do Milênio de 2000, que resultou nos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), dentre outros.

Além do mais, o documento faz uma contextualização nacional sobre a EA, trazendo que esta possui entre os objetivos fundamentais:

O desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, e o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania (BRASIL, 2013, p. 166).

O referido documento preceitua que ela é componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, seja formal ou não formal.

Nos demais documentos oficiais, podemos destacar a homologação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), no ano de 2017, documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de “aprendizagens essenciais” que devem ser desenvolvidas ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica (BRASIL, 2017). Neste sentido, organiza o ensino fundamental nas seguintes áreas: Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Ensino Religioso. Enquanto o ensino médio, em Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas.

No que diz respeito à EA na BNCC, esta é citada apenas uma vez e referindo-se aos Temas Contemporâneos Transversais (TCT), que devem ser incorporados aos currículos e às propostas pedagógicas. Contudo, a sua relevância e orientações de como esta deve ser abordada e praticada não são apresentadas pelo documento. Apenas é citada a Lei 9795/1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA): “A educação ambiental é 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).

Em 2019, visando um maior detalhamento a fim de esclarecer sobre os TCT, o MEC lançou o documento normativo intitulado Temas Contemporâneos Transversais na BNCC. O documento se preocupa em discutir que

os Temas Contemporâneos Transversais (TCT) buscam uma contextualização do que é ensinado, trazendo temas que sejam de interesse dos estudantes e de relevância para seu desenvolvimento como cidadão. O grande objetivo é que o estudante não termine sua educação formal tendo visto apenas conteúdos abstratos e descontextualizados, mas que também reconheça e aprenda sobre os temas que são relevantes para a sua atuação na sociedade (BRASIL, 2019, p. 7).

No contexto deste documento, diferentemente dos PCN, os Temas Transversais que eram considerados não obrigatórios passaram a ser uma referência nacional obrigatória para a elaboração ou adequação dos currículos e propostas pedagógicas. Assim, os TCT foram ampliados para quinze, sendo distribuídos em seis macroáreas temáticas. Uma destas macroáreas é a denominada Meio Ambiente, na qual a EA está inserida como TCT, junto com a Educação para o Consumo.

Todavia, apesar dos interesses deste documento em esclarecer sobre os TCT e apresentar pressupostos pedagógicos para abordar estes temas, o mesmo não traz esclarecimentos ou direcionamentos específicos sobre como o educador pode tratar de cada uma das temáticas. Este se restringe apenas em defender que os TCT não devem ser trabalhados em blocos rígidos, mas que devem ser “[...] desenvolvidos de um modo contextualizado e transversalmente, por meio de uma abordagem intradisciplinar, interdisciplinar ou transdisciplinar” (BRASIL, 2019, p. 19). Aliás, o documento apenas cita o Marco Legal de cada tema em um quadro, trazendo as leis e documentos oficiais no âmbito da educação básica e da EA.

No Maranhão, a EA também é defendida no Documento Curricular do Território Maranhense (DCTMA), documento normativo para a Educação Básica Estadual que trata desde os desafios aos princípios educacionais que orientam o projeto escolar e as práticas pedagógicas, com ênfase no Novo Ensino Médio e sua estruturação (Maranhão, 2022). Todavia, ao tratar sobre sua abordagem é similar ao do Temas Contemporâneos Transversais na BNCC, pois apresenta brevemente os TCT e suas macroáreas temáticas, reservando à EA a seguinte descrição na macroárea Meio Ambiente: “espaços educadores, pegada ecológica, escola sustentável, Com Vida” (MARANHÃO, 2022, p. 96).

Porém, o documento defende que a abordagem de temas socioambientais possibilita inter-relacionar os aspectos da ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, amplia o alcance de conhecimentos científicos para estudá-los de forma integradora dentro de problemas reais. Ademais, defende que a contextualização em uma perspectiva sócio-histórica permite desenvolver o pensamento crítico e a participação dos estudantes na sociedade “contribuindo para formar cidadãos aptos a tomarem decisões éticas e responsáveis (MARANHÃO, 2022, p. 96). Consequentemente, são perspectivas que dialogam aos interesses do campo da EA e com o Plano Estadual de Educação Ambiental do Maranhão, que tem como uma das suas temáticas a criação e apoio à escolas sustentáveis (MARANHÃO, 2018).

O referido documento foi elaborado com base no decreto, de forma participativa pelos diversos setores, atores e instituições da sociedade maranhense, sendo continuamente revisado. Dentre os objetivos do Plano Estadual de Educação Ambiental do Maranhão (MARANHÃO, 2018), estão a capacitação e o incentivo à participação individual e coletiva na discussão das questões socioambientais; formação inicial, continuada e em serviço sobre a dimensão ambiental aos professores e gestores; fortalecimento da Ciência e da Tecnologia; desenvolvimento de uma compreensão crítica integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações; bem como, o engajamento social objetivando uma sociedade sustentável do ponto de vista ambiental, social, ético, econômico e cultural (MARANHÃO, 2018).

Conforme explicitado nos documentos oficiais, de certa maneira, estes entram em consenso sobre a relevância da EA, principalmente que esteja articulada e integrada no currículo das disciplinas de Ciências e Biologia. Ao analisar estas perspectivas, é reforçada a necessidade de que sejam repensadas formas de como conceber e praticá-la, com a finalidade de produzir e difundir novos saberes e conhecimentos para a formação de uma organização social que respeite mais o ambiente e compreenda sua corresponsabilidade socioambiental perante a crise contemporânea.

Além da necessidade de formação continuada dos docentes, como defendido por Afonso (2011) no que diz respeito à EA, é necessário ainda que haja uma mudança de olhar no quanto aos instrumentos utilizados e às formas como esta tem sido praticada e concebida, tendo em vista as diferentes vertentes de seu campo político-pedagógico (Layrargues; Lima, 2011). Nessa perspectiva, há o intuito de que seja construída uma EA que promova no ensino de Ciências e Biologia a formação de sujeitos com uma visão holística das relações socioambientais e que reconheçam o seu papel diante das questões socioambientais.

Partindo deste viés, é primordial um aprofundamento sobre o campo político-pedagógico da EA, no intuito de compreender as vertentes que o compõem, pois, de acordo com Carvalho (2009), este sofre atravessamentos de diversas esferas além das educativa e ambiental, podendo ser de ordem social, política e de outros campos sociais.

Considerando que algumas práticas político-pedagógicas na EA têm forte potencial para uma formação cidadã em comparação com outras, que possuem caráter mais tradicional e reducionista, discutiremos a seguir sobre o Ensino de Biologia e o campo político-pedagógico da EA.

### **2.3 Ensino de Biologia e o campo político-pedagógico da Educação Ambiental**

A EA é “antes de tudo uma questão da educação geral, portanto não pode ser apresentada apenas como uma nova estratégia de ensino sem que sejam questionados os fundamentos, os princípios epistemológicos e conceituais sobre os quais a educação da sociedade se desenvolve” (Ramos, 2001, p. 2016). Quando se trata de seu campo político-pedagógico, notamos que apesar de sua preocupação comum com o ambiente e do papel central da educação para uma melhor 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 praticar a ação educativa neste campo” (Sauvé, 2005, p. 17).

Todavia, estes também

[...] se diferenciam em suas concepções sobre a questão ambiental e nas propostas políticas, pedagógicas e epistemológicas que defendem para abordar os problemas ambientais. Esses diferentes grupos sociais disputam a hegemonia do campo e a possibilidade de orientá-lo de acordo com a sua interpretação da realidade e seus interesses que oscilam entre tendências à conservação ou à transformação das relações sociais e das relações que a sociedade mantém com o seu ambiente (Layrargues; Lima, 2014, p. 25).

Na perspectiva dos autores supracitados, essa característica corresponde ao fato de a EA ser um subcampo derivado do campo ambientalista e ser relativamente autônomo, pois retirou do campo ambientalista elementos simbólicos e instrucionais mais significativos de sua identidade e formação. E, ao emergir no campo educacional, herdou particularidades próprias que respondem aos seus propósitos, cultura, saberes, espaços escolarizados e práticas (Layrargues; Lima, 2014).

Concernente a estas características, o campo da EA pode ser considerado como um campo relativamente heterônomo, por sofrer vários atravessamentos e um baixo perfil de definição (Carvalho, 2009). Afinal, apesar das diversas tentativas em classificar a EA, é como se estivéssemos tentando dar um contorno para algo que não se estabilizou suficientemente para ser definido. Possivelmente porque cada autor “predica sua própria visão e viu-se, inclusive, formarem-se *igrejinhas* pedagógicas que propõem a maneira *correta* de educar, o *melhor* programa, o método *adequado*” (Sauvé, 2005, p. 17, grifos da autora).

Com base nessas questões, Sauvé (2005) defende como estratégia, para que possamos nos encontrar nesta diversidade de proposições, elaborar um mapa deste território político-pedagógico, para identificarmos aquelas que mais convêm ao nosso contexto de intervenção, bem como aquelas que poderão inspirar nossa própria prática. Dessa maneira, reagrupando proposições semelhantes em categorias, caracterizando cada uma e “[...] distingui-las entre si, ao mesmo tempo relacionando-as: divergências, pontos comuns, oposição e complementariedade” (Sauvé, 2005, p. 17).

Por sua vez, Carvalho (2009) aponta sobre o grande risco de normatizar, sugerir hegemonias, delinear tendências sobre um fenômeno considerado pouco estabilizado, mas defende que é um risco que todos nós pesquisadores, que propomos análises dos trabalhos de EA, corremos. Por outro lado, Layrargues e Lima (2014) convergem com a perspectiva defendida por Sauvé (2005), ao defenderem que esse delineamento pode produzir um conhecimento mais fiel sobre a realidade do campo da EA e contribuir na aprofundamento da sua autorreflexividade, pois

oferece uma visão cartográfica do campo, recompõe sua complexidade e faculta aos agentes envolvidos a possibilidade de refinar o olhar e, por consequência, de se

posicionar com maior autonomia nesse espaço social, escolhendo os caminhos pedagógicos, éticos e políticos que melhor atendam a seus interesses (Layrargues; Lima, 2014, p. 24).

Diante destes diversos esforços de categorização no campo da EA, emergiram diferentes vertentes, correntes, tendências e macrotendências que expressam as diversas formas de praticar e conceber a EA. Dentre os trabalhos mais recentes, mas não rejeitando a importância das contribuições prévias de demais autores, podemos destacar as produções de Carvalho (2004), Guimarães (2004), Lima (2004), Quintas (2004), Sauv e (2005), Silva (2007), Tozoni-Reis (2007), Layrargues e Lima (2011, 2014) e Tristão (2016, 2021).

Concordamos com Ramos (2001), quando ela defende que compreender e explicitar as possibilidades e os pressupostos de cada uma destas facetas pode ser um instrumento de análise significativo para avaliar o que tem sido proposto para a EA.

Diferentes modelos e tendências trazem consigo diferentes interpreta es sobre os fins e os propósitos do trabalho educativo e estão sintonizadas com determinadas concep es de natureza, de meio ambiente, de sociedade e de homem.   na intera o com esse contexto que construímos os parâmetros que orientam o nosso fazer pedagógico (Ramos, 2001, p. 214).

Neste espectro de tipologias no campo político-pedagógico da EA, podemos observar a predominância de concep es consideradas conservadoras, bem como outras que se preocupam em trazer solu es pontuais para as questões socioambientais. Por outro lado, têm emergido concep es que consideram a complexidade desses conflitos, possuindo um viés sociológico, exigindo maior reflexão e uma postura ativa no enfrentamento destes sob o viés da coletividade. Em compensa o, estas não são puras, nem mutuamente excludentes, característica que demonstra a dificuldade em classificá-las, mas que na prática algumas delas se complementam, enquanto outras se contrapõem (Ramos, 2001).

Adentrando nestes vieses da EA, Mauro Guimarães (2004) caracteriza uma visão que não   epistemologicamente instrumentalizada e nem comprometida com o processo de transforma es significativas da realidade socioambiental, sendo refém dos seus próprios arcabouços ideológicos. Ele a denomina de EA Conservadora, pois “ao se colocar inapta de transformar uma realidade (a qual ela própria   um dos mecanismos de reprodu o), conserva o movimento de constitui o da realidade de acordo com os interesses dominantes – a lógica do capital” (Guimarães, 2004, p. 26).   um viés que se alicerça em uma visão de mundo que fragmenta a realidade, simplificando e reduzindo-a, conseqüentemente perdendo a riqueza e a diversidade da rela o.

Além do mais, para Guimarães (2004, p. 27), a EA Conservadora tende a privilegiar ou promover:

[...] o aspecto cognitivo do processo pedagógico, acreditando que transmitindo o conhecimento correto fará com que o indivíduo compreenda a problemática ambiental e que isso vá transformar seu comportamento e a sociedade; o racionalismo sobre a emoção; sobrepor a teoria à prática; o conhecimento desvinculado da realidade; a disciplinaridade frente à transversalidade; o individualismo diante da coletividade; o local descontextualizado do global; a dimensão tecnicista frente à política; entre outros.

Essa tendência possivelmente teve suas raízes nas modalidades educacionais voltadas para conservação da natureza, entre as décadas de 1950 e 1960, em que até esse momento, o que se tinha em escala social significativa era a denominada EA Conservadora, “resultado das práticas de organizações e intelectuais preocupados com ações focadas na manutenção intacta de áreas protegidas e na defesa da biodiversidade, dissociando sociedade e natureza” (Loureiro, 2004, p. 74).

Neste período, além disso, o campo educacional era marcado pelas teorias curriculares Tradicionais para a elaboração dos currículos “oficiais”, que influenciaram não apenas os EUA, mas também o Brasil e demais países por quatro décadas (Silva, 2011). Nesse sentido, se direcionando a abordagens tidas como neutras, científicas e desinteressadas, que “ao aceitar mais facilmente o *status quo*, os conhecimentos e os saberes dominantes, acabam por se concentrar em questões técnicas” (Silva, 2011, p. 15). Características que podem ser observadas quando analisamos os vieses conservadores sobre a EA.

Com base nos estudos de Lima (2004), por sua vez, é defendido que essa matriz conservadora da EA entende que o atual estado das relações globais e das relações entre a sociedade e o ambiente é plenamente satisfatório, ou seja, “trata-se, pois de reproduzir o *status quo*, dar continuidade ao modelo de sociedade e de desenvolvimento que tem hegemonizado o mundo ocidental capitalista” (Lima, 2004, p. 104).

Na tipologia proposta por Sauvé (2005, p. 19), pode ser observada a presença de correntes que seguem este viés, tal como a Conservacionista/Recurcionista. A corrente em questão

[...] agrupa proposições centradas na “conservação” dos recursos, tanto no que concerne à sua qualidade como à sua quantidade: a água, o solo, a energia, as plantas (principalmente as plantas comestíveis e medicinais e os animais (pelos recursos que podem ser obtidos deles), o patrimônio construído, etc.

Diante disso, de acordo com a autora, quando as proposições abordam sobre de conservação da natureza, trata-se sobretudo de uma natureza-recurso.

Para Layrargues e Lima (2014, p. 30), essa perspectiva conservadora, a qual denominam como macrotendência conservacionista,

se expressa por meio das correntes conservacionista, comportamentalista, da Alfabetização Ecológica, do autoconhecimento e de atividades de senso-percepção ao ar livre, vincula-se aos princípios da ecologia, na valorização da dimensão afetiva em relação à natureza e na mudança do comportamento individual em relação ao ambiente baseada no pleito por uma mudança cultural que relativize o antropocentrismo.

Geralmente vinculam as abordagens em EA à pauta verde, tendo como enfoque assuntos relacionados com a biodiversidade, unidades de conservação, biomas, com o ecoturismo, etc. Assim, a renovação de uma pedagogia liberal no campo da EA se fez presente por meio de um ativismo desvinculado das questões políticas, desenvolvido com ações imediatistas. Dessa forma,

priorizam a transmissão de conteúdos conceituais, o conhecer (na tendência tradicional) ou o “aprender a aprender” (na tendência escolanovista) ou o “saber fazer (na tendência tecnicista). Resvala na EA a valorização do conhecimento sobre a natureza, a valorização do comportamento e das atitudes ambientalmente corretas e a manutenção do dualismo entre homem e natureza (Terossi; Santana, 2015, p. 71).

Nas décadas seguintes, segundo Ramos (2001), o crescimento do ambientalismo, bem como as recomendações internacionais sobre a EA por meio de conferências internacionais, como, por exemplo, a Conferência sobre o Meio Ambiente Humano de 1972, em Estocolmo, a Conferência Intergovernamental de Tbilisi, em 1977, a Rio 92, etc., as quais seguiram uma evolução contraditória, não linear e não homogênea.

Pelo contrário, desenvolveu-se em um cenário complexo de forças múltiplas, numa tentativa de transpor e aproximar paradigmas polarizados onde atores com diferentes interesses criam juntos, estratégias e instrumentos muitas vezes antagônicos que se traduziram em ações globais, também contraditórias (Ramos, 2001, p. 207).

Conforme defendido pela autora, nesse cenário, várias perspectivas passaram a orientar o discurso de preservação e conservação da natureza, refletindo em um modelo ideológico sob o qual são construídas as políticas e práticas ambientais. Dentre estas controvérsias, podemos citar o caso da Rio-92, na qual governos do hemisfério Norte, organismos multilaterais e a própria Unesco abriram o debate que propõe a substituição da EA pela Educação para o Desenvolvimento Sustentável (Layrargues; Lima, 2014). Dessa forma, uma educação voltada numa perspectiva que “supõe que o desenvolvimento econômico, considerado como a base do desenvolvimento humano, é indissociável da conservação dos recursos naturais e de um compartilhar equitativo dos recursos” (Sauvé, 2005, p. 35).

O conservacionismo da EA, portanto, passou a “se adequar às mudanças tecnológicas e econômicas e às pressões do mercado por mudanças ‘cosméticas’ dentro da ordem” (Sauvé, 2005, p. 32). E nesse contexto, definido pelo capitalismo de mercado, emergiu a EA Pragmática.

De acordo com Layrargues e Lima (2014), a EA Pragmática é uma derivação evolutiva da Conservadora/Conservacionista, pois ambas partem de uma mesma linhagem de pensamento, que se ajustou às injunções econômicas e políticas, assim como ao contexto social e tecnológico até constituir uma faceta modernizada, neoliberal e pragmática. Na tipologia de Silva (2007), a EA Pragmática é descrita e caracterizada por possuir como raízes não apenas o ambientalismo pragmático, mas também concepções de educação tecnicistas, tendo como ênfase à

[...] mudança de comportamento individual, por meio da quantidade de informações e de normas ditadas por leis e por projetos governamentais. Estes são apresentados como soluções prontas. Embora haja o discurso da cidadania e sejam apresentadas questões sociais como parte do debate ambiental, os conflitos oriundos dessa relação ainda não aparecem ou aparecem de forma consensual (Silva, 2007, p. 60).

Por sua vez, Layrargues e Lima (2014, p. 31) denunciam que esta vertente da EA age como um “mecanismo de compensação para corrigir as ‘imperfeições’ do sistema produtivo baseado no consumismo, na obsolescência planejada e na descartabilidade dos bens de consumo”. Consequentemente, respondendo à pauta marrom, pois se restringe aos espaços urbano-industrial, percebe o ambiente destituído de componentes humanos

[...] como uma mera coleção de recursos naturais em processo de esgotamento, aludindo-se então ao combate, ao desperdício e à revisão do paradigma do lixo que passa e ser concebido como resíduo, ou seja, que pode ser reinserido no metabolismo industrial. Deixa à margem a questão da distribuição desigual dos custos e benefícios dos processos de desenvolvimento, e resulta na promoção de reformas setoriais na sociedade sem questionar seus fundamentos, inclusive aqueles responsáveis pela própria crise ambiental (Layrargues; Lima, 2014, p. 31).

Assim como a EA Conservadora/Conservacionista, não incorporam as posições de classe e as diferentes responsabilidades dos atores sociais enredados na crise ambiental, pois reduzem a complexidade da questão ambiental a uma mera questão de inovação tecnológica, crendo que os princípios do mercado são capazes de promover a transição para a sustentabilidade (Loureiro; Layrargues, 2013). Não superando, assim, “o paradigma hegemônico que tende a tratar o ser humano como um ente genérico e abstrato, reduzindo os humanos à condição de causadores e vítimas da crise ambiental, desconsiderando qualquer recorte social” (Loureiro; Layrargues, 2013, p. 61).

Dessa forma, a EA Pragmática está vinculada a visões utilitaristas, à solução de problemas pela mudança de comportamento e de padrões de vida, sem que haja uma reflexão aprofundada do cerne dos conflitos socioambientais (Layrargues; Lima, 2011; 2014). Nesse sentido, sendo atualmente hegemônica, pois está atrelada aos interesses do sistema econômico vigente.

Entretanto, diante das contradições destes modelos de desenvolvimento e de sociedade, houve revisões críticas no campo da EA, no que concerne aos fundamentos que proporcionam a dominação dos seres humanos e dos mecanismos de acumulação do capital, buscando o enfrentamento das desigualdades e das injustiças socioambientais. Um movimento similar ao que ocorreu no campo do Currículo, em que o cenário profundo de injustiças e desigualdades sociais gerou um movimento de inconformidade e interesse em denunciar o papel da escola e do currículo na reprodução da estrutura social, bem como construir uma escola e currículo alinhados com os interesses dos grupos oprimidos, buscando apoio em teorias sociais (Moreira; Silva, 2013).

Nesse sentido, no campo da EA, é construído um movimento em oposição “[...] às tendências conservadoras, procurando contextualizar e politizar o debate ambiental, problematizar as contradições dos modelos de desenvolvimento e de sociedade” (Layrargues; Lima, 2014, p. 33). À vista disso, emergiram as vertentes/tendências críticas da EA.

No contexto do Brasil, estes ideais foram constitutivos da educação popular, orientando o rompimento com uma visão de educação tecnicista, difusora e transmissora de conhecimento, “[...] convocando a educação a assumir a mediação na construção social de conhecimentos implicados na vida dos sujeitos” (Carvalho, 2004, p. 18). Ademais, estas perspectivas foram impulsionadas por um contexto

[...] histórico politizante e de maior complexidade onde incidiram a redemocratização após duas décadas de ditadura militar; o surgimento de novos movimentos sociais expressando novos conflitos e demandas entre as quais as ambientais; o ambiente favorável da Conferência do Rio em 1992 e o amadurecimento de uma consciência e de uma cultura socioambiental que articulava o desenvolvimento e o meio ambiente, os saberes disciplinares em novas sínteses e as lutas de militâncias ecológicas e sociais até então apartadas por incompreensões de parte a parte (Layrargues; Lima, 2014, p. 33).

Nas perspectivas críticas da EA, Lima (2004) apresenta a EA emancipatória, que acompanha esse movimento de complexificação e politização, ao introduzir no debate ingredientes e análises sociológicas, políticas e extrações de uma Sociologia da Educação de teor crítico e integrador, tendo como ênfase as noções de mudança social e cultural, bem como de emancipação e liberação individual e social e de integração no sentido de complexidade.

Desse modo,

reunindo e pondo em diálogo uma diversidade de contribuições provenientes da teoria crítica, do pensamento ecopolítico, da teoria da complexidade, do neomarxismo, da teoria do conflito, da sociologia ambiental, da teoria da sociedade de risco, da educação popular, do socialismo utópico, da versão contemporânea da teoria da sociedade civil e dos movimentos sociais (Lima, 2004, p. 93).

Ao tratar sobre a EA transformadora, Loureiro (2004) explicita que estas perspectivas críticas da EA se originaram no escopo das pedagogias críticas e emancipatórias, especialmente dialéticas, partindo do viés da Teoria da Complexidade, objetivando um novo paradigma para uma nova sociedade. Conseqüentemente, considerando a educação como elemento da transformação social, inspirada no fortalecimento dos sujeitos, no exercício da cidadania, visando à superação das diversas formas de dominação do capitalismo.

Considerando estes vieses, se propõe uma EA crítica, transformadora e emancipatória, sendo esta

[...] crítica na medida em que discute e explicita as contradições do atual modelo de civilização, da relação sociedade-natureza e das relações sociais que ele institui. Transformadora, porque ao pôr em discussão o caráter do processo civilizatório em curso, acredita na capacidade humana de construir um outro futuro a partir da construção de um outro presente e, assim, instituindo novas relações dos seres humanos entre si e com a natureza. É também emancipatória, por tomar a liberdade como valor fundamental e buscar a produção da autonomia dos grupos subalternos, oprimidos e excluídos (Quintas, 2004, p. 132).

Concernente à Pedagogia Crítica, Carvalho (2004) credita Paulo Freire como uma das referências fundadoras do pensamento crítico no contexto do Brasil, pois, em toda a sua obra, contempla a educação como formação de sujeitos sociais emancipados, ou seja, autores de sua própria história. Conseqüentemente, características e interesses que atravessaram o campo político-pedagógico da EA, constituindo a EA Crítica.

Assim como Dickmann e Carneiro (2012) apontam para diversas contribuições de Paulo Freire no âmbito da EA, ao investigarem as suas contribuições a partir da relação ser humano-mundo e da dimensão crítica da Educação, não somente a EA, mas também na formação de educadores.

Os autores identificaram que há uma identidade entre a concepção de ser humano freiriana com os princípios constitutivos da EA, pois esta reafirma o princípio da indissociabilidade entre sociedade e natureza, sendo considerada como uma das grandes contribuições freirianas. Além do mais, apontam à concepção de ser humano inacabado, evocando a busca de ser mais humano tendo como via uma educação permanente, pois, por meio desta, ele tem condições de tomar consciência do mundo, o qual é também inacabado,

possibilitando que estes se posicionem para a sua transformação pelo viés de uma responsabilidade ética (Dickmann; Carneiro, 2012).

Nesta perspectiva, impondo à EA a necessidade de

valorizar a dimensão histórico-cultural dos fatos contemporâneos na teia complexa de suas relações, proporcionando mudanças de comportamento das pessoas, individual e socialmente, em vista de sociedades sustentáveis – o que implica processos de construção da cidadania ambiental, que são processos políticos transformadores das realidades concretas (Dickmann; Carneiro, 2012, p. 93).

Como resultado, acrescentando à EA a característica de compreender as relações sociedade-natureza e de intervir sobre os problemas e conflitos ambientais, contribuindo para uma mudança de valores e atitudes, para a formação de um “sujeito ecológico” (Carvalho, 2004), visando à transformação nas esferas sociais, políticas e econômicas (Silva; Campina, 2011).

Na tipologia de Sauvé (2005), também são identificadas algumas correntes de EA que dialogam com estas perspectivas, tais como a corrente Holística e a Crítica Social. Na primeira, algumas proposi es são mais centradas em preocupa es do tipo “psicopedagógico (apontado para o desenvolvimento global da pessoa em rela o ao seu meio ambiente); outras numa verdadeira cosmologia (ou visão do mundo) em que todos os seres estão relacionados entre si, o que leva a um conhecimento “orgânico” do mundo” (Sauvé, 2005, p. 27).

Enquanto a segunda, se inspira no campo da “teoria crítica”, insistindo essencialmente, na análise das dinâmicas sociais que se encontram na base das realidades e problemáticas ambientais, sendo uma postura corajosa, que confronta inicialmente a sua própria pertinência e implica questionando os lugares-comuns e correntes dominantes (Sauvé, 2005).

Por exemplo, no âmbito do desenvolvimento de projetos em EA na educa o formal e no âmbito desta corrente, cada aluno,

[...] inclusive na escola fundamental,   convidado a refletir sobre o projeto, sua essência, para assim aclarar sua razão de ser e seu significado (seus fundamentos) e para descobrir o que se aprende realizando tal a o (sobre a própria problemática e sobre o processo de implementa o) (Sauvé, 2005, p. 32).

Diante destas tendências, vertentes e correntes, no âmbito do viés crítico da EA, Layrargues e Lima (2014) as aglutinam e propõem a macrotendência EA Crítica, a qual possui forte cariz sociológico e político, conjugando-se com o pensamento contemporâneo e compreendendo que os reducionismos são empobrecedores, inclusive os sociologismos e politicismos.

A macrotendência crítica considera que não é só possível, como essencial a “incorporação das questões culturais, individuais e subjetivas que emergem com as transformações das sociedades contemporâneas, a ressignificação da noção de política, a politização da vida cotidiana e da esfera privada” (Layrargues; Lima, 2014, p. 33). Além de considerar as dimensões política e social da educação e da vida humana como fundamentais para a sua compreensão, não existindo separadamente da existência dos indivíduos, de seus valores, crenças e subjetividades. Ademais, de acordo com os autores, apesar de não ser hegemônica, a macrotendência Crítica cresceu significativamente, principalmente no âmbito acadêmico e possui grande vitalidade para ocupar um lugar central no campo da EA.

Nos últimos anos emergiu, dentro das perspectivas críticas da EA, uma nova tendência denominada de EA Decolonial ou *Desde El Sur*. Essa vertente, por sua vez, busca apontar os efeitos do capitalismo sobre o ambiente como estruturantes da crise global, além de contribuir na percepção do projeto de colonialidade que a compõe (Salgado; Menezes; Sánchez, 2019).

Consequentemente, denuncia e questiona profundamente as diversas formas de discriminações e apagamentos nas bases da ciência e nas demais esferas da sociedade que são frutos do colonialismo. Dessa forma, estimula fluxos decolonizadores, que se articulam além dos espaços comunitários e escolares (Tristão, 2016; 2021).

Levando em consideração todos esses aspectos, as visões da EA Crítica são as que mais se aliam às pretensões da educação básica brasileira. No contexto do ensino de Biologia, por sua vez, a contextualização com as diversas relações nas quais os seres humanos estão envolvidos é um dos fatores que pode contribuir para uma formação cidadã. Nesse sentido, quando se pensa a EA Crítica no ensino de Biologia, de forma interdisciplinar, dialoga-se holisticamente com aspectos da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente - CTSA (Kato; Carvalho; Kawasaki, 2013), tornando o processo de ensino-aprendizagem mais integrador e possibilitando relações entre os fatores ambientais, tecnológicos, sociais, etc.

Já que, ao ensinar Biologia,

discutir e exemplificar as relações entre humanidade, sociedade e natureza alicerçadas às relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente no ensino, é imprescindível para o melhor desenvolvimento das políticas socioambientais e consolidação da Educação Ambiental Crítica (VICENTE, 2020, p. 6).

Ademais, compreender a EA em sua macrotendência crítica possibilita ao educador assumir o seu papel como alguém em permanente processo de aprendizagem por meio do diálogo com seus educandos, quanto à realidade-mundo e com relação às problemáticas socioambientais em suas múltiplas e complexas dimensões (Dickmann; Carneiro, 2012).

De acordo com os autores supracitados, essa postura entre educadores e educandos corrobora uma visão sócio-pedagógica que não aceita apenas a técnica como resolução dos problemas socioambientais, mas entende que, dada a complexidade da realidade-mundo, é fundamental o diálogo entre múltiplos saberes, populares e científicos, das diversas áreas do conhecimento, para que sejam construídas respostas históricas mais consistentes com as situações problemas numa práxis ética entre educador e educando.

Levando em consideração que o ensino de Biologia deve “contribuir para a formação de cidadãos autônomos, com ampla visão do mundo, capazes de intervir e transformar a realidade, buscando a qualidade de vida” (Wolff, 2013, p. 3), bem como seus aspectos socioculturais devem ser levados em consideração, faz-se importante compreender como a EA permeia os diversos artefatos da contemporaneidade difundidos pela mídia, para que possam ser desenvolvidas novas estratégias e meios para a construção de conhecimento.

### 3 JOGOS DIGITAIS, ENSINO DE BIOLOGIA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Neste capítulo será explorado sobre a interseção entre o campo dos jogos, do ensino de Biologia e da EA. No primeiro tópico, será discutido sobre os jogos e o processo de ensino-aprendizagem, iniciando com a apresentação de diferentes definições e classificações sobre jogos. Em seguida, adentrando sobre os jogos educacionais. Enquanto no segundo tópico, as discussões estão centradas nas potencialidades dos jogos para o ensino de Biologia e EA. Dessa maneira, inicialmente discutimos sobre o que os documentos oficiais do ensino de Biologia direcionam sobre o uso de jogos. Posteriormente, descrevemos sobre alguns trabalhos que versam nestes campos e os seus resultados. Por fim, diferenciamos a gamificação do uso de jogos e dos *serious games*.

#### 3.1 Jogos digitais e o processo de ensino-aprendizagem

Os JD ou *games*, nas últimas décadas, têm sido amplamente consumidos pelas pessoas para o lazer. Dessa maneira, estes possuem elementos que podem ser relevantes à formação dos sujeitos, principalmente quando estes dialogam com temas do cotidiano. Diante disso, apresentam a vantagem de que, além de permitir um processo interativo, são mais motivadores e articulados para uma aprendizagem mais prazerosa (Shaw; Ribeiro; Rocha, 2019).

Ao adentrarmos no campo dos jogos, é necessário compreendermos que, ao longo da história, diferentes definições foram tecidas sobre o vocábulo “*jogo*” e, com esforços de teorização e categorização, surgiram diversas tipologias, significados no âmbito cultural, teorias e correntes filosóficas, os quais nos permitem afirmar que não é uma tarefa fácil definir o que é jogo (Cleophas; Cavalcanti; Soares, 2018)

Kishimoto (2011), por exemplo, discute que a variedade de jogos conhecidos mostra a multiplicidade de fenômenos incluídos na categoria jogo e a complexidade da tarefa em defini-lo. Ela se debruça em pontuar sobre as nuances entre jogo, brinquedo e brincadeira, trazendo que jogos são situações como disputas em uma partida de xadrez, bem como a ação de um gato empurrando uma bola de lã, assim como um tabuleiro de piões e/ou uma criança que brinca com uma boneca. Ademais, a dificuldade de definição é aumentada quando um mesmo comportamento pode ser visto como jogo ou não jogo.

Se para um observador externo a ação da criança indígena que se diverte atirando com arco e flecha em pequenos animais é uma brincadeira, para a comunidade indígena nada mais é que uma forma de preparo para a arte da caça necessária à subsistência da tribo. Assim, atirar com arco e flecha, para uns, é jogo; para outros, é preparo profissional. Uma mesma conduta pode ser jogo ou não jogo, em diferentes culturas, dependendo do significado a ela atribuído (Kishimoto, 2011, p. 17).

Já Huizinga (2007, p. 33), que se debruça sobre jogo pelo viés cultural, defende-o como sendo mais antigo que a cultura, o definindo como

[...] uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e de alegria e de uma consciência de ser diferente da “vida quotidiana”.

Ao longo de sua obra, antes desta definição, o autor apresenta que nas diversas áreas de conhecimento existem abordagens diversas para estudá-los. Por exemplo, discutindo que a Psicologia e a Fisiologia geralmente procuram observar, descrever e explicar o jogo dos animais não humanos, crianças e adultos, buscando determinar a natureza e o significado do jogo e atribuindo-lhe um significado na vida. Além do mais, o autor traz que existem divergências às numerosas tentativas de definição da função biológica do jogo, pois de um lado “definem as origens e fundamentos do jogo em termos de descarga da energia vital superabundante, outras como satisfação de um certo ‘instinto de imitação’, ou ainda simplesmente como uma ‘necessidade’ de distensão” (Huizinga, 2007, p. 4).

Roger Caillois (2017), por sua vez, contempla o jogo como um sistema de regras, as quais vão definir o que é jogo e o que não é jogo, ou seja, o permitido e o proibido. Nesta perspectiva, as convenções são ao mesmo tempo arbitrárias, imperativas e inapeláveis, não devendo ser violadas “[...] sob nenhum pretexto, a menos que o jogo acabe no mesmo instante e este fato o destrua, pois a regra só é mantida pelo desejo de jogar, ou seja, pela vontade de respeitá-la” (Caillois, 2017, p. 7).

Dentre as diversas definições elaboradas, ao visitarmos a obra de Crawford (1984), considerada um marco para o campo dos jogos de computador, observamos que seus esforços teóricos e categóricos o levaram não apenas a defini-los como uma parte fundamental da vida humana, mas a elaborar uma taxonomia para a grande diversidade de jogos existentes (Quadro 1).

#### Quadro 1 - Categorias dos jogos.

<b>Jogos de tabuleiro</b>	Compostos por uma superfície dividida em setores povoados por um conjunto de peças móveis. Geralmente as peças são controladas pelos jogadores, entretanto, a superfície representa um ambiente além do controle direto do jogador. Nesse sentido, é necessário que os jogadores manobrem suas peças pela superfície em um esforço para capturar as peças de outros jogadores e alcançar o objetivo de ganhar o controle do território ou adquirir alguma mercadoria valiosa. A preocupação principal do jogador, nesse tipo de jogo, é a análise das relações geométricas entre as peças.
<b>Jogos de cartas</b>	Estes jogos usam um conjunto de 52 símbolos gerados a partir de combinações de dois fatores: <i>rank</i> (13 valores) e naipes (4 valores). Dessa forma, os jogadores podem

	ganhar ou perder a posse de símbolos por processos aleatórios ou combinando alguma sequência permitida pelas regras do jogo. Cada combinação legal recebe um valor de vitória para a avaliação final dos resultados do jogo. Os jogadores devem reconhecer combinações existentes e potenciais, bem como estimar a probabilidade de obter as cartas necessárias para completar uma combinação. Essa probabilidade deve ser ponderada contra o valor da vitória da combinação. Como o número de combinações é muito grande, o cálculo preciso das probabilidades necessárias excede os poderes mentais de quase todos os jogadores, assim o jogo se torna principalmente um exercício intuitivo. A principal preocupação do jogador é a análise das combinações.
<b>Jogos atléticos</b>	Esses jogos enfatizam mais a proeza física do que a mental. As regras do jogo especificam estritamente um conjunto preciso de ações que o jogador pode ou é obrigado a executar. O uso habilidoso do corpo é a principal preocupação do jogador. Diferenciam-se das competições atléticas, sendo distanciados pelo grau de interação entre os jogadores. Uma competição que permite interação é um jogo.
<b>Jogos de computador</b>	Para esses jogos, podem ser utilizadas máquinas dedicadas caras para <i>Arcades</i> (máquinas “ <i>coin-up</i> ”, máquinas dedicadas baratas (“ <i>hand-helds</i> ”), máquinas de jogos domésticos multiprograma ( <i>console</i> ), computadores pessoais e grandes computadores <i>mainframe</i> . O computador atua como um oponente e árbitro na maioria desses jogos; em muitos deles, também fornecem gráficos animados. A forma mais comum dos jogos computadores são os de habilidade e ação, que enfatiza a coordenação manual e visual. Existe uma grande diversidade de jogos de computadores: jogos de aventura, fantasia, <i>role-playing game</i> (RPG), jogos de guerra, entre outros.

Fonte: Crawford (1984, tradução nossa).

Diante destas quatro principais categorias de jogos, Crawford (1984) esmiuça sobre classes amplas dentro dos jogos de computadores, as quais são definidas como: jogos de habilidade e ação (*Skill-and-action*); e os jogos de estratégia. A primeira é tida como uma das maiores e mais populares classes de jogos de computadores, “caracterizada por reprodução em tempo real, grande ênfase em gráficos, som e no uso de *joysticks* ou controles (*paddlers*) em vez de teclados” (Crawford, 1984, p. 20, tradução nossa). Nessa categoria, as principais habilidades exigidas do jogador são a coordenação manual e visual, bem como um rápido tempo de reação.

Já a classe de jogos de estratégia é marcada por enfatizar o raciocínio em vez das habilidades motoras. No entanto, Crawford (1984) ressalta que alguns jogos de habilidade e ação possuem um elemento estratégico, porém, estes exigem certas habilidades motoras, enquanto os de estratégia ou cognitivos não necessariamente exigem. Nesse sentido, estes jogos requerem mais tempo para o seu uso.

Nesta última classe, demos atenção à categoria intitulada como Jogos educacionais e para crianças, considerando o interesse desta pesquisa. Crawford (1984) discute que todos os jogos são de certa forma educacionais, porém, aqueles descritos nesta categoria são jogos elaborados explicitamente com objetivos educacionais em mente. Apesar de não serem tão populares, de acordo com o autor, as pessoas interessadas no uso educacional de computadores

ainda não concentraram muita atenção no *design* de jogos. Por conseguinte, por enfatizarem o uso do raciocínio lógico, mostram o “vasto potencial educacional dos jogos de computadores” (Crawford, 1984, p. 38, tradução nossa).

Referente aos esforços categóricos no campo dos jogos, Caillois (2017) também teve importante contribuição e influência. Este os subdividiu em quatro categorias: *Agon*, *Alea*, *Mimicry* e *Ilinx*.

Os jogos tidos como *Agon* fazem parte de “um grupo que aparece como competição, um combate em que a igualdade das oportunidades é artificialmente criada para que os adversários se enfrentem em condições ideais, suscetíveis de dar um valor preciso e incontestável ao triunfo do vencedor” (Caillois, 2017, p. 40). Já a segunda categoria, intitulada *Alea*, nega o trabalho, a paciência, a habilidade e a qualificação. É uma categoria de jogos que recompensa o usuário proporcionalmente a seu risco com uma rigorosa exatidão (Caillois, 2017), tais como os jogos de azar.

A terceira categoria, denominada de *Mimicry*, contempla jogos que visam simular situações reais, do cotidiano. Caillois (2017, p. 47) apresenta que “o termo escolhido para designar tais manifestações foi *mimicry*, que nomeia em inglês o mimetismo, principalmente dos insetos, para ressaltar a natureza fundamental e elementar, quase orgânica, do impulso que as suscita”. Como exemplo, podemos citar os jogos digitais de simulação comerciais e os educacionais.

Na última categoria descrita por Caillois (2017), temos contato com a *Ilinx*, que se baseia na busca da vertigem e que consistem em uma tentativa de destruir por um instante a estabilidade da percepção e de infligir à consciência lúcida uma espécie de espasmo, de transe ou de aturdimento que destrói a realidade com uma brusquidão. Basicamente, podemos exemplificar como situações similares as de atrações em parques de diversão, danças ou acrobacias. Podem ser citados os JD de corrida de carros, nos quais o jogador é imerso na vertigem ao pilotar em uma grande diversidade de circuitos.

No âmbito dos jogos comerciais e dos educacionais, é necessário destacar que há uma classificação voltada para esta denominação. Os jogos comerciais podem ser denominados como filosóficos/estritos/stricto, pois considerando a sua natureza estes são de

[...] atividade livre, conscientemente tomada como “não séria” e exterior à vida habitual, mas ao mesmo tempo capaz de absorver o jogador de maneira intensa e total. É uma atividade desligada de todo e qualquer interesse material, com a qual não se pode obter lucro, praticada dentro de limites espaciais e temporais próprios, segundo uma certa ordem e certas regras. Promove a formação de grupos sociais com tendência a rodearem-se de segredo e a sublinharem sua diferença em relação ao resto do mundo por meio de disfarces ou outros meios semelhantes (Huizinga, 2007, p. 16).

Nesse sentido, são jogos que não visam necessariamente educar os sujeitos, mas possuem caráter “lúdico, prazeroso, divertido, entre outros aspectos” (Cleophas; Cavalcanti; Soares, 2018, p. 38). Dessa forma, podem ser utilizados em contextos educacionais, assim como suas características podem ser apropriadas para o desenvolvimento de jogos com objetivos educacionais.

Adentrando especificamente no que se refere aos jogos voltados a interesses educacionais, Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018) contribuem na diferenciação dos termos “jogo didático”, “jogo pedagógico” e “jogo educativo”, pois existem nuances que provocam diferenças entre os termos, podendo gerar confusão e deturpação sobre o entendimento destas variantes.

De acordo com, Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018), os JE são um arremedo do jogo, pois ele só pode ser educativo se for uma nova categoria ou variante do próprio jogo, mas é planejado para fazer emergir diferentes destrezas nos sujeitos, de modo mais livre e intencionalmente, sob um ponto de vista didático em específico. No entanto, existem nuances dentro do conceito dos JE (Quadro 2).

**Quadro 2** - Jogos educativos e suas classificações.

<b>Jogo Educativo (JE)</b>		
<b>Jogo Educativo Informal (JEI)</b>	<b>Jogo Educativo Formalizado (JEF)</b>	
	<b>Jogo Didático (JED)</b>	<b>Jogo Pedagógico (JEP)</b>
Na sua visão <i>strictu</i> , são jogos que não possuem preocupação nenhuma se vai ensinar algo ou não. Se este possibilita algum aprendizado ou treinamento para algo, é de forma não intencional. No entanto, o jogador nota que, de alguma maneira, por meio do uso do jogo, houve aprendizado de alguma característica marcante e que seja capaz de influenciar sobremaneira o desenvolvimento do sujeito, podemos denominá-lo de educativo. Dessa forma, os JEI, em sua essência, ocorrem em ambientes informais, sem intenção explícita de ensinar ou promover o aprendizado sobre algo.	Um tipo de JEF que foi adaptado a partir de um JEI ou outro jogo no sentido <i>strictu</i> , e que teve conteúdos didáticos de uma determinada área de conhecimento. É adaptado de jogos já existentes, tanto na literatura, quanto no conteúdo lúdico, que pode ir de jogos de tabuleiro até os eletrônicos e digitais. Exemplo: quebra-cabeças, bingo, dominó, dentre tantos outros.	JEF que não foi adaptado de nenhum outro jogo, ou seja, seria um jogo contendo elevado grau de ineditismo, visando desenvolver habilidades cognitivas sobre conteúdos específicos. Esse tipo de jogo mantém, em sua essência, o papel instrucional, atuando como uma estratégia de ensino que foi cautelosamente planejada para estimular a capacidade de autorreflexão. É flexível, sendo possível ensinar o conceito sem o professor ter discutido anteriormente.

**Fonte:** Adaptado de Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018).

No campo dos jogos, Salen e Zimmerman (2018) também realizaram suas contribuições, principalmente no âmbito do *design* de jogos. Estes definem jogo, após realizarem um panorama das principais definições e das características citadas por diversos autores, como “[...]”

um sistema no qual os jogadores se envolvem em um conflito artificial, definido por regras, que implica um resultado quantificável” (Salen; Zimmerman, 2018, p. 95). Ademais, estes autores consideram uma categoria para os JD, os quais são o enfoque deste trabalho

Os JD são aqueles projetados para muitas plataformas de computadores diferentes, incluindo computadores pessoais, consoles conectados ou não à TV, tais como o *Playstation* da *Sony*, o *Xbox* da *Microsoft* ou portáteis como o *Nintendo Switch* da *Nintendo*. Estes jogos podem ser projetados para um jogador, para um pequeno grupo ou para uma grande comunidade (Salen; Zimmerman, 2018).

Diante disso, os JD são sistemas, como os demais jogos, nos quais o “meio físico do computador é um elemento que compõe o sistema do jogo, mas não representa todo o jogo. O hardware e o software do computador são apenas os materiais dos quais o jogo é composto” (Salen; Zimmerman, 2018, p. 102).

Outrossim, os JD estão sendo amplamente aplicados em contextos educacionais, existindo a área denominada de Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais (ABJD), que “trata precisamente da diversão, do envolvimento e da junção da aprendizagem séria ao entretenimento interativo em um meio recém-surgido e extremamente empolgante – os jogos digitais para aprendizagem” (Prensky, 2012 p. 38). De acordo com o autor, essa abordagem pode desempenhar um papel crucial na internalização de conteúdos que, embora não despertem uma motivação intrínseca nos sujeitos, são essenciais para o seu aprendizado.

Nesse sentido, a ABJD “é fundamentada na ação de um aluno, assumindo o papel de um jogador, aprendendo regras, teorias e valores; por meio da interação em um jogo digital. Dessa forma, tornando o ato de aprender imperceptível ao jogador” (Compto, 2023, p. 23).

Nesse âmbito, ficam evidentes as possibilidades dos JD em contextos educacionais, mas ainda, pensando no processo de formação docente, para utilizar jogos em contextos educativos ou até mesmo para elaborá-los, são relevantes conhecimentos sobre o âmbito dos elementos/características constituintes de um jogo. Nesse sentido, nos debruçamos as buscas por obras que discorriam sobre estes elementos. Dentre a diversidade de obras nesse campo, vislumbramos o trabalho de Schell (2011), que é dedicado a uma compreensão essencial do que ele denomina de estudo da anatomia do jogo, que começa com a compreensão dos quatro elementos básicos que o compõe: a *tétrade elementar*.

### Quadro 3 - Os quatro elementos básicos do jogo

1. Mecânica	A mecânica é o que define o jogo em si, pois constitui nos procedimentos e nas regras do jogo. Descreve o objetivo do jogo, como os jogadores podem ou não alcançá-lo e o que acontece quando tentam.
2. Narrativa	Sequência dos eventos que se desdobram no jogo, podendo ser linear e previamente determinada (aberta), ou ramificada e emergente (aberta). Nem todo jogo possui uma estória, mas esta torna o jogo muito mais emocionante e fácil de entender.
3. Estética	Constitui-se na aparência, sons, cheiros, sabores e sensações do seu jogo. Aspecto extremamente importante do design de jogos, pois tem o relacionamento mais direto com a experiência do jogador.
4. Tecnologia	Quaisquer materiais e interações que tornem o jogo possível, tais como papel e lápis, peças de plástico, etc. A tecnologia é essencialmente o meio em que a estética acontece, em que a mecânica ocorrerá e por meio da qual a narrativa será contada.

Fonte: Adaptado de Schell (2011).

O autor, por sua vez, destaca que é importante compreender que nenhum dos elementos é mais importante que os outros, bem como todos eles são essenciais independente do jogo criado. Afinal, ao desenvolver um jogo deverão ser tomadas decisões importantes em relação aos quatro elementos, pois cada um influencia de maneira poderosa todos os outros (Schell, 2011).

No âmbito do processo de ensino-aprendizagem, Boller e Kapp (2018) também tecem contribuições, não tratando apenas dos elementos de jogos, mas em discutir que existem vários tipos de experiências interativas, que se confundem umas com as outras. Dessa maneira, os autores discutem que, ao projetar jogos de aprendizagem, é necessário conhecer as diferenças entre jogos de entretenimento; jogos de aprendizagem; simulações e a gamificação.

A gamificação consiste em um processo que usa a “[...] mecânica baseada nos jogos, estéticas e o pensamento dos jogos para envolver as pessoas, motivar ações, promover o aprendizado e resolver problemas” (Kapp, 2012, p. 10, tradução nossa). Nesse sentido, consiste no uso de elementos de jogos em uma situação de aprendizagem; da utilização de partes de um jogo completo (Boller; Kapp, 2018).

Na visão dos autores, os jogos de entretenimento, por sua vez, se destinam puramente à diversão do jogador, enquanto os jogos de aprendizagem são voltados a desenvolver novas habilidades e novos conhecimentos, denominados de jogos sérios, jogos instrucionais ou *serious games*.

Dessa forma, Kapp (2012) sugere que os *serious games* são uma forma de experiência cuidadosamente planejada, que incorpora elementos mecânicos e estratégicos dos jogos, com o

propósito educacional de estimular a construção de conhecimento nos sujeitos sobre determinado conteúdo. Dessa maneira, sendo considerada como um uso nobre da mecânica do jogo e uma maneira de se envolver e interagir com os alunos. Conseqüentemente, todo jogo pode ser considerado um *serious game*.

Em contrapartida, a gamificação é vista, por este grupo, como um uso trivial da mecânica do jogo para “[...] envolver artificialmente os alunos e outros sujeitos em atividades nas quais, de outra forma, não se envolveriam” (Kapp, 2012, p. 15, tradução nossa). Nesse âmbito, a adição de pontos, recompensas e emblemas são vistas como triviais e não um uso sério da essência dos jogos.

Por fim, as simulações são “[...] uma tentativa de se reproduzir a realidade, e garantem aos aprendizes uma experiência interativa dentro de um ambiente realista e de risco controlado, onde todos poderão praticar comportamentos específicos e experimentar os efeitos de suas decisões” (Boller; Kapp, 2018, p. 40-41)

Diante da diversidade de JD lançados, existem diversas categorias que combinam algumas destas características, dentre as quais estão os de Simulação, que são o enfoque desta investigação. Essa categoria abrange *games* que simulam situações do cotidiano, nas quais os sujeitos podem se sentir imersos e realizar atividades que provavelmente não seriam possíveis na realidade, participando como mediadores dos processos; ou seja, seu enfoque é principalmente na estética e mecânica (Schell, 2011). Aspectos estes que acabam “[...] estimulando a criatividade e principalmente a resolução de problemas, ao buscar e propor soluções para conflitos” (Alves, 2016, p. 24).

Nesse sentido, todas essas categorias podem ser consideradas como recursos de aprendizagem interativa considerados eficientes para se atingir um resultado desejado, porém, cada qual possui propósito e foco distintos.

### **3.2 Potencialidades dos jogos digitais para o ensino de Biologia e Educação Ambiental**

No âmbito do ensino de Biologia e demais áreas das Ciências Naturais, os jogos com objetivos educacionais são utilizados para “[...] a promoção de aspectos motivacionais de caráter intrínseco e extrínseco frente à aprendizagem de diferentes conceitos ou temas” (Cleophas; Cavalcanti; Soares 2018, p. 34).

No entanto, quando se analisa alguns documentos oficiais relacionados à disciplina de Biologia, tais como o PCNEM de Ciências da Natureza (Brasil, 2000), não é encontrado em

nenhum momento referência ou direcionamentos quanto ao uso de jogos e como estes podem contribuir para a formação dos sujeitos.

Em contrapartida, nas Orientações Curriculares complementares aos PCN para o Ensino Médio das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, os jogos são defendidos como elementos muito valiosos no processo de ensino-aprendizagem em Biologia, pois permitem o

[...] desenvolvimento no âmbito da comunicação, das relações interpessoais, da liderança e do trabalho em equipe, utilizando a relação entre cooperação e competição em um contexto formativo. O jogo oferece estímulo e o ambiente propícios que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais para estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica, prazerosa e participativa de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos (Brasil, 2006, p. 28).

Nesse contexto, o documento ressalta que utilizá-los para fins educativos não se restringe apenas a trabalhar com jogos prontos, nos quais as regras e procedimentos já estão determinados, mas também se relaciona a estimular a criação, pelos alunos, de jogos imbricados aos temas discutidos em sala de aula. E traz nas competências em Biologia, no âmbito da contextualização sociocultural, que visa que os sujeitos compreendam a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura contemporânea, o objetivo de “reconhecer as formas pelas quais a Biologia está presente na cultura nos dias de hoje, seja influenciando visão de mundo, seja participando de manifestações culturais, literárias, artísticas” (Brasil, 2006, p. 40).

Diante desse pressuposto, podemos inferir que os JD, por serem um fenômeno cultural (Huizinga, 2007), conseqüentemente, influenciam visões de mundo, bem como podem trazer representações da Biologia, contribuindo para a formação de subjetividades sobre a área.

Nas DCNEB, o único momento em que os jogos são mencionados ocorre quando este documento defende que, para a instituição educativa se constituir num ambiente educativo e democrático, local de diferentes aprendizagem, é necessário considerar as fases do desenvolvimento da criança, jovens e adultos respeitando suas individualidades (Brasil, 2013). “Assim, os jogos e as brincadeiras devem ter por princípios o respeito integral aos direitos do outro, a convivência democrática, a sociabilidade socioambiental e a solidariedade” (Brasil, 2013, p. 527).

Todavia, de forma generalista, defende que as metodologias de ensino na educação básica devem privilegiar a participação ativa dos educandos como construtores dos seus conhecimentos, de forma problematizadora, interativa, participativa e dialógica (Brasil, 2013). Visitando a BNCC-EM, no âmbito das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, por sua vez,

novamente os jogos não são discutidos diretamente, muito menos seu potencial para o processo de ensino-aprendizagem. No entanto, o documento disserta, de forma generalista, em torno das TDIC, trazendo na competência 3 que

em um mundo repleto de informações de diferentes naturezas e origens, facilmente difundidas e acessadas, sobretudo, por meios digitais, é premente que os jovens desenvolvam capacidades de seleção e discernimento de informações que os permitam, com base em conhecimentos científicos confiáveis, analisar situações-problema e avaliar as aplicações do conhecimento científico e tecnológico nas diversas esferas da vida humana com ética e responsabilidade (Brasil, 2018, p. 544).

A BNCC-EM, portanto, defende como fundamental que os jovens possam experienciar diálogos com diversos públicos, em contextos variados, utilizando diferentes mídias e as TDIC (Brasil, 2018). Neste ponto, mesmo que indiretamente, conseguimos vislumbrar os JD e suas características dentro desta demanda do documento oficial para as Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

O Documento Curricular do Território Maranhense (DCTMA), no âmbito das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, assume a importância dos jogos de forma direta. Entretanto, os cita apenas como um dos procedimentos metodológicos avaliativos que o docente pode utilizar no ensino de Biologia (Maranhão, 2022).

Diante desse contexto, foi observado que a importância dos jogos no processo de ensino-aprendizagem não é devidamente considerada por boa parte dos documentos oficiais voltados para a disciplina de Biologia, os quais precisam ser atualizados e/ou reformulados. Afinal, nos últimos 30 anos foram elaborados diversos trabalhos no âmbito dos jogos em contextos de ensino-aprendizagem, principalmente com áreas da Biologia, os quais contabilizamos no Portal de Periódicos da Capes, utilizando como filtro os anos entre 1994 e 2024 e as palavras-chave “Jogos” e “Biologia”, resultando em 220 produções acadêmicas.

Neste grupo de trabalhos, por exemplo, encontramos o trabalho de Reis, Marques e Duarte (2020), que analisaram o potencial de um jogo centrado no ensino investigativo em Biologia, produção argumentativa e alfabetização científica. Os autores descreveram as interações discursivas e a produção argumentativa de alunos do 1º ano do ensino médio, da rede pública de São Paulo, durante a utilização do jogo de trilha *Mundo dos Parasitas*. Para isso, realizaram gravações de áudio durante os momentos em que o jogo foi aplicado, cujos dados foram transcritos e analisados.

Dessa maneira, os resultados da referida pesquisa apontaram que o jogo em questão, como recurso pedagógico, promoveu interações discursivas entre educador-educandos e educandos-educandos. Entretanto, nem todos os alunos conseguiram argumentar logicamente.

Nesse contexto, Reis, Marques e Duarte (2020) supõem que essas dificuldades podem ser reflexos de habilidades que não foram desenvolvidas ao longo dos anos escolares. Desse modo, enfatizam sobre a necessidade de preparação docente para a utilização de metodologias que motivem e concebam o aluno como protagonista no processo de ensino-aprendizagem.

Goldbach e colaboradores (2013, p. 1567), por sua vez, destacam o uso de jogos didáticos para promover a construção de conhecimentos voltados para o ensino de Genética e temas correlatos, para “motivar o processo de ensino-aprendizagem ao aliar atividades lúdicas com propósitos educacionais”. Diante desse contexto, buscaram coletar, investigar e categorizar a produção relativa aos jogos didáticos em Genética, provinda de fontes descritas dos três principais eventos acadêmicos da área,

[...] nas edições de 2002 a 2012: Encontro Perspectivas do Ens. de Biologia (EPEB), Encontro de Pesquisadores em Ens. de Ciências (ENPEC) e Encontro Regional (RJ/ES) e Nacional de Ens. de Biologia (ERE BIO-ENE BIO); promovidos pela Fac. de Educação – USP, Assoc. Brasileira de Pesquisa em Educ. em Ciências (ABRAPEC) e Sociedade Bras. do Ens. de Biologia (SBEnBio) (Goldbach et al., 2013, p. 1568).

A investigação realizada pelos autores evidenciou um quadro rico de iniciativas nesse âmbito, providas do campo de reflexões nas áreas de Educação e de Ensino de Ciências e Biologia. O trabalho enfatizou que a produção e utilização dos jogos didáticos podem constituir importante recurso, que complementa materiais tradicionais como o livro didático, desde que seja mediado adequadamente entre educadores e educandos (Goldbach et. al, 2013).

O levantamento que realizaram reafirmou a importância dada aos jogos didáticos com relação ao processo de ensino-aprendizagem, divulgando-os e mostrando seu potencial de uso junto aos professores e alunos, fornecendo estratégias para romper com abordagens tradicionais nas aulas de Ciências e Biologia, possibilitando momentos lúdicos e de construção ativa de conhecimentos (Goldbach, et. al., 2013).

Partindo de uma perspectiva similar, Silva e Costa (2021) apresentaram, por meio de mapeamento sistemático, uma análise das produções acadêmicas e dos produtos tecnológicos educacionais elaborados sobre a temática jogo didático no ensino de Biologia nas plataformas EduCAPES e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), remetendo ao período de 2009 a 2019.

Os resultados desse estudo revelaram a maior concentração das produções nesse âmbito foram nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, tendo temáticas variadas, sendo Microbiologia, Biologia Celular, Embriologia, Genética, Zoologia de Invertebrados e Sistema Digestório as mais abordadas. Dentre as produções, quatro dissertações e três jogos, desenvolvidos no

período em questão, estão voltados para o ensino médio, ainda que essas temáticas também sejam abordadas nos ensinos fundamental e superior (Silva; Costa, 2021).

Assim como ressaltam o papel crucial dos jogos didáticos como ferramentas facilitadoras no processo de ensino-aprendizagem, conferindo abordagens lúdicas, que podem estimular o engajamento dos educandos e, conseqüentemente, contribuindo para a compreensão dos conteúdos considerados complexos. Considerando seus resultados, estes concluem que estes fatores contribuem para

[...] discussões e mudanças de atitudes e ações dos alunos, pois os jogos que facilitam as habilidades cognitivas dos discentes devem fazer parte de toda a rotina escolar, pois é fundamental para que as informações sejam assimiladas e compreendidas da melhor maneira possível (Silva; Costa, 2021, p. 171).

Como consequência, trazendo aspectos benéficos para o processo de ensino-aprendizagem, estimulando relações cognitivas, verbais, afetivas, psicológicas, sociais e motoras (Cleophas; Cavalcanti; Soares, 2018). Características que rompem com uma postura passiva na construção de conhecimentos, no qual é possibilitado aos sujeitos a autonomia e a formação da criticidade, pelo viés da coletividade, do prazer e da diversão.

No campo da EA, observou-se uma preocupação em torno da produção de jogos educacionais para contemplar as temáticas que o permeiam. Jesus e colaboradores (2021), por exemplo, pontuaram que as publicações sobre o uso de jogos em abordagens vinculadas à EA sinalizam a necessidade do desenvolvimento de jogos de estratégia e simulação educativos. Seguindo estes pressupostos, desenvolveram um jogo denominado *Sim.Sustentabilidade*, que possui enfoque nos conceitos de sustentabilidade e gerenciamento de recursos. O jogo desenvolvido possui ambiente aberto, no qual o jogador pode construir sua sociedade tida como sustentável plantando árvores, demolindo ou construindo empresas e atuando na eliminação de gases poluentes.

O jogo, portanto, foi avaliado por meio de entrevistas com alunos do ensino médio técnico, observação etnográfica, acompanhando os alunos em um ambiente controlado. E, por fim, com a aplicação de um questionário. Nesse sentido, os resultados desta avaliação apontaram que o jogo pode atuar no reforço sobre os conceitos que apresenta, todavia, possui algumas limitações no que se refere à sua interface (Jesus et. al., 2021).

Madruga e Henning (2019), por sua vez, discutem teoricamente em sua pesquisa bibliográfica sobre o tema EA e jogos eletrônicos, os compreendendo como mecanismos de controle e modulação de sujeitos na atualidade. Dessa forma, o estudo desenvolvido pelas autoras se debruçou nos conceitos de governmentação, noopolítica e ecopolítica, visando não

apenas pensar a inserção de jogos eletrônicos comerciais em sala de aula, mas evidenciar os discursos de crise ambiental, de tábua de salvação para a educação, que são acionados nestes artefatos para capturar, educar e conduzir diversos sujeitos (Madruga; Henning, 2019). Neste âmbito, foi observado que as autoras realizaram uma aproximação aos interesses da EA Crítica.

No campo do ensino de Biologia, Amorim e Mercado (2020) analisaram os jogos voltados para a Biologia presentes na rede social *Facebook*, com a finalidade de compreender suas possíveis contribuições quanto ao fornecimento de informações, colaboração e autoria para os educandos. Seguindo este viés, os autores identificaram as percepções de professores de Biologia que consomem JD quanto ao potencial pedagógico dos jogos em questão para ensinar e aprender conteúdos da disciplina, e compararam o resultados das análises dos jogos do *Facebook* com as percepções dos educadores (Amorim; Mercado, 2020).

Neste âmbito, os autores selecionaram nove jogos da rede social para analisar, os quais trabalham com diversas temáticas da Biologia, desde o âmbito da saúde, quanto ao desenvolvimento embrionário, sistemas do corpo humano, Bioética, relações ecológicas, pandemias, Biologia Forense, dentre outras (Amorim; Mercado, 2020).

Dessa maneira, constataram que os jogos triviais, mas também jogos complexos, voltados para a área biológica assumem temáticas que são majoritariamente da área da Saúde, exigindo planejamentos relacionados aos assuntos tratados pelos jogos. Já os jogos ligados à Zoologia e Ecologia “remetem a reflexões sobre temas como preservação e conservação de espécies, assim como a Bioética” (Amorim; Mercado, 2020, p. 100).

Enquanto nas entrevistas semiestruturadas com os educadores de Biologia, identificaram que, apesar destes conhecerem sobre os JD, demonstraram desconhecer alguns títulos do *Facebook* relacionados à disciplina e relataram preocupações no âmbito da disponibilidade de *smartphones* entre os alunos, bem como a dependência dos dispositivos móveis como um obstáculo (Amorim; Mercado, 2020). Nesse sentido, a pesquisa destes autores aponta para a necessidade da associação das metodologias ativas de ensino-aprendizagem para mediar a construção dos educandos, dentro e fora da sala de aula.

Levando em consideração estes pressupostos, é evidente que os JD podem contribuir em diversos aspectos para o ensino de Biologia e a EA. Além disso, é apontada a necessidade de mais investigações nesse campo, a fim de contribuir no desenvolvimento de abordagens pedagógicas com o uso de jogos que não possuem intencionalidades e propósitos educacionais claramente definidos. Outrossim, para nortear o desenvolvimento de jogos educacionais utilizando elementos destes jogos.

#### 4 PERCURSO METODOLÓGICO

A presente pesquisa teve natureza qualitativa. No que diz respeito a esta tipologia de pesquisa, a autora Minayo (2010, p. 21) defende que o objetivo e o caráter da pesquisa qualitativa respondem

[...] a questões muito particulares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificado. Ou seja, ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

No entanto, quando se visa compreender fenômenos sociais são necessárias técnicas de estudo especialmente adequadas. Considerando que

o pesquisador deve estar sempre atendo à acuidade e veracidade das informações que vai obtendo, ou melhor, construindo. Que ele coloque nessa construção toda a sua inteligência, habilidade técnica e uma dose de paixão para temperar (e manter a têmpera!). Mas que cerque o seu trabalho com o maior cuidado e exigência, para merecer a confiança dos que necessitam dos seus resultados (Lüdke; André, 2018, p. 10).

Ainda que a pesquisa qualitativa esteja entrelaçada na subjetividade do pesquisador, Rodrigues, Oliveira e Santos (2021) explicitam que este possui o papel central como intérprete da problemática que está investigando, pois o valor científico da pesquisa qualitativa é diretamente dependente da descrição daquilo que se observa. Além do mais, “o fato de o pesquisador vivenciar a pesquisa dá a ele a oportunidade de explicar significativamente e com propriedade os fenômenos” (Rodrigues, Oliveira; Santos, 2021, p. 159).

No âmbito das abordagens na pesquisa qualitativa, nos orientamos ao cunho documental para o desenvolvimento dessa investigação. De acordo com Gil (2008), pesquisas documentais trabalham com uma vasta diversidade de fontes documentais, as quais podem proporcionar ao pesquisador dados em quantidade e qualidade suficiente. Além do mais, não são considerados apenas documentos escritos, pois “as fontes documentais são muito mais numerosas e diversificadas, já que qualquer elemento portador de dados pode ser considerado documento” (Gil, 2019, p. 61).

Partindo destes pressupostos, o pesquisador pode se valer não apenas das fontes documentais tidas como clássicas, mas também de documentos contidos em filmes, fotografias, revistas e demais artefatos culturais, dentre os quais consideramos os JD. Afinal, “não é possível compreender o comportamento humano sem a compreensão do quadro referencial (estrutura) dentro do qual os indivíduos interpretam seus pensamentos, sentimentos e ações” (Godoy, 1995, p. 63).

Dessa forma, Gil (2008, p. 51) considera que a pesquisa documental

[...] assemelha-se muito à pesquisa bibliográfica. A única diferença entre ambas está na natureza das fontes. Enquanto a pesquisa bibliográfica se utiliza fundamentalmente das contribuições dos diversos autores sobre determinado assunto, a pesquisa documental vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa.

Nesse sentido, visando analisar o conteúdo de um JD, para que sejam compreendidas as suas potencialidades para o ensino de Biologia e para a EA, a natureza qualitativa e o cunho documental mostram-se como um caminho fértil para responder o questionamento que conduz esta investigação.

#### 4.1 O jogo analisado: *Terra Nil*

Após a natureza e a abordagem da pesquisa serem delimitadas, foi iniciado o processo de procura por um JD tratasse sobre temas relacionados à Biologia, em plataformas que os distribuem, tais como a *Steam*, *Epic Games*, *Microsoft Store*, *Google Play* e *Apple Store*. Diante destas plataformas, o jogo selecionado foi encontrado na plataforma *Steam* e, para a sua busca, foi utilizada a palavra em inglês “*Environment*”, junto com mecanismo de filtragem para o idioma “Português”.

O *game* em questão foi escolhido, pois em sua proposta são abordadas diversas temáticas que permeiam o campo da Biologia e da EA. Foram encontrados outros jogos, mas priorizamos o *Terra Nil* por ser exigir poucas horas para completá-lo, bem como por não possuir requisitos de sistema tão elevados, tal como espaço de armazenamento.

O *Terra Nil* possui versões compatíveis com uma gama de plataformas, incluindo o *Windows*, *Android*, *iOS* e *MacOS*, oferecendo aos jogadores a flexibilidade de jogar tanto *online* quanto *offline*. Apesar de o jogo não ser gratuito, compreendemos as questões em torno da não acessibilidade para alguns educadores ou discentes, por esse motivo, ressaltamos esta pesquisa não se restringe a defender o uso deste jogo comercial como recursos educacionais. Pelo contrário, busca compreender profundamente as características dos elementos presentes no JD e investigar como podem ser aproveitados para abordar temas relevantes da Biologia e EA.

O *Terra Nil* é um jogo comercial, de simulação e estratégia, “ambiental que trata sobre a transformação de uma terra infértil em um ecossistema equilibrado e próspero” (STEAM, 2023). Este jogo foi produzido pela *Free Lives Ltd.*, uma desenvolvedora independente sul-africana, em parceria com a *Netflix Games* e distribuído pela *Devolver Digital*.

De acordo com a Steam (2023), a proposta do *Terra Nil* é centrada em explorar a transformação de paisagens devastadas, sem vida em ecossistemas férteis e complexos. Nesse sentido, é atribuído ao jogador a capacidade de restaurar os ecossistemas, utilizando ecotecnologias diversas e desenvolvendo estratégias para que se atinjam os objetivos propostos por cada fase. A estória do jogo se passa em um planeta devastado e infértil, dividido por quatro regiões/continentes: *Temperado; Tropical, Polar e Continental*. Cada região possui duas áreas inférteis para serem restauradas pelo jogador, que, ao serem totalmente concluídas, recuperam a vida no continente.

Dessa maneira, o jogador precisa desenvolver estratégias para recuperar, com as ecotecnologias, e cumprindo com seus requisitos, gradualmente os biomas de cada região, manipular fatores climáticos e introduzir suas faunas endêmicas. Nesse sentido, o jogo trata diretamente com conceitos biológicos e dialoga com diversas questões em torno dos seres humanos no enfrentamento dos conflitos socioambientais.

#### **4.2 Coleta dos dados**

De acordo com Lakatos e Marconi (2003), a etapa de coleta de dados refere-se ao momento de início da aplicação dos instrumentos elaborados e das técnicas selecionadas para que haja a coleta dos dados previstos, sendo uma etapa cansativa e que demanda tempo, exigindo do pesquisador paciência, perseverança e esforço pessoal, além do cuidadoso registro dos dados e de um bom preparo prévio.

Nesta etapa da pesquisa, foram coletados elementos textuais presentes no jogo, a partir da sua reprodução, seja nos textos de descrição de objetos, nas mensagens e interações com o jogador, bem como, nos demais recursos do jogo que forneceram informações que estavam relacionadas aos objetivos desta investigação. Para isso, foram realizadas capturas de telas utilizando o software *PhotoScape X*, e, posteriormente, os elementos textuais foram transcritos.

Além do mais, foi adotada uma abordagem descritiva à medida em que o jogo foi vivenciado, sendo realizados apontamentos sobre os aspectos gerais da jogabilidade, tais como a estória e narrativa, objetivos, estratégias, níveis e etapas de cada fase. Nesse sentido, foram totalizadas 225 capturas que serviram não apenas para extrair os elementos textuais, mas também, assim como os apontamentos, para a contextualização dos elementos textuais extraídos do jogo.

### 4.3 Análise de conteúdo

No que se refere à análise dos dados em pesquisas qualitativas documentais, é orientado que, quando as fontes documentais se referem a textos escritos ou transcritos, como aqueles difundidos em jornais, revistas e demais artefatos, bem como relacionados à comunicação não verbal, seja utilizada a análise de conteúdo (AC), dado que essa abordagem é comumente utilizada em estudos que buscam analisar de maneira objetiva, sistemática e qualitativa o conteúdo expresso na comunicação (Gil, 2019).

Geralmente, os procedimentos da AC conduzem o pesquisador qualitativo a “[...] relacionar estruturas semânticas (significantes) com estruturas sociológicas (significados) dos enunciados e articular a superfície dos enunciados dos textos com os fatores que determinam suas características” (Gerhardt; Silveira, 2009, p. 84). De acordo com os autores, podem ser as variáveis psicossociais, o seu contexto cultural e os processos de produção de mensagem.

Considerando estes fundamentos, a análise dos dados foi orientada sob os pressupostos da AC (Bardin, 2016), organizando-se em torno de três polos cronológicos: a Pré-análise; a Exploração do material; e o Tratamento dos resultados obtidos e interpretação.

A etapa de Pré-análise foi marcada pela leitura flutuante do material coletado e sua preparação para a etapa seguinte. Nesta etapa, o *corpus* de análise foi constituído considerando a regra da homogeneidade e a regra de pertinência.

De acordo com Bardin (2016), estas regras respectivamente propõem que: na primeira, os documentos retidos devem ser homogêneos, obedecendo a critérios precisos de escolha e tão singulares demais fora destes critérios; enquanto a segunda considera que estes documentos retidos devem ser adequados enquanto fonte de informação para que correspondam ao objetivo que suscita a análise. Nesse sentido, foram considerados os dados que estavam relacionados às interfaces entre a Biologia e EA, bem como dos elementos do JD.

Na etapa de Exploração do material, foram feitos recortes em nível semântico das unidades de registro, as quais foram temáticas. Dessa forma, foram considerados os elementos constituintes do jogo analisado, bem como as ideias em torno dos conceitos biológicos. As unidades de contexto, por sua vez, foram determinadas levando em consideração as circunstâncias ou condições em que as unidades de registro apareceram no JD. O processo de enumeração foi mediado pela regra de frequência, que segundo Bardin (2016), a importância de uma unidade de registro aumenta de acordo com a sua frequência de aparição.

O processo de categorização se deu de forma semântica. Para a primeira categoria, denominada Potencialidades do jogo para o processo de ensino-aprendizagem, o modelo de categorização adotado foi *a priori*, considerando os princípios da homogeneidade e da

pertinência. Nesta categoria, utilizamos como referencial os elementos dos *games* esmiuçados por Schell (2011), resultando na elaboração das seguintes subcategorias: Narrativa; Regras e objetivos; e Níveis, estratégias e recompensas (Quadro 4).

**Quadro 4** – Categoria e subcategorias definidas *a priori*.

<b>1. Potencialidades do jogo para o processo de ensino-aprendizagem</b>	
1.1. Narrativa	Série ou sequências de eventos que visam contextualizar o jogador com a história do jogo, seja de forma tradicional ou interativa. Foram considerados elementos textuais e/ou imagéticos que traziam pistas sobre a história do jogo, personagens, o cenário e os demais eventos que aconteciam em cada fase.
1.2. Regras e objetivos	As regras definem o espaço, os objetos, as ações, as consequências das ações, as restrições sobre as ações e os objetivos. Consideramos trechos textuais e/ou imagéticos que explicitassem sobre as regras do jogo, sejam elas: operacionais, fundamentais (abstratas); escritas; e/ou comportamentais. Ademais, elementos textuais e/ou imagéticos que apresentassem os objetivos foram levados em consideração nessa subcategoria, sejam eles: concretos; realizáveis; e/ou recompensadores.
1.3. Níveis, estratégias e recompensas	Concebemos nesta subcategoria elementos textuais e/ou imagéticos que estavam relacionados aos níveis de dificuldade do jogo e as fases que o constituem, bem como as recompensas fornecidas ao concluir os níveis. Além disso, foram selecionados aqueles que enfatizassem as estratégias da mecânica da habilidade (habilidades mentais).

**Fonte:** Adaptado de Schell (2011).

Enquanto para analisar como o jogo aborda sobre conceitos de Biologia e EA, foram elaboradas categorias *a posteriori*, de acordo com as temáticas identificadas e descritas nas abordagens do jogo. Diante disso, emergiu a categoria: Interfaces entre Biologia e Educação Ambiental no jogo digital. Partindo desse viés, à medida em que os conceitos relacionados à Biologia e à EA foram identificados, estes foram aglutinados de acordo com o seu valor semântico. Por sua vez, resultando nas seguintes subcategorias: Abordagem sobre seres vivos; Fatores abióticos; e Ecotecnologias (Quadro 5).

**Quadro 5** – Categoria e subcategorias definidas *a posteriori*.

<b>2. Interfaces entre Biologia e Educação Ambiental no Jogo Digital</b>	
2.1. Abordagem sobre seres vivos	Conceitos biológicos relacionados aos seres vivos e suas interações, bem como descrição de seres vivos e suas representações, seja de forma textual e/ou imagética foram compilados nessa categoria.
2.2. Fatores abióticos	Reunidos os conceitos referentes aos fatores abióticos, seja de forma textual e/ou imagética. Como o jogo apresenta esses fatores; como a sua importância para os ecossistemas é contemplada ou defendida.
2.3. Ecotecnologias	Foram apontados trechos textuais e/ou imagéticos que representavam a descrição das máquinas e demais tecnologias no contexto do jogo digital, bem como relacionados à visão/conceito de tecnologia que o jogo apresenta no que diz respeito ao ambiente e sociedade.

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2024).

Em seguida, ocorreu a etapa de Tratamento dos resultados obtidos e interpretação mediante às significações que as mensagens das unidades de registro forneciam, procurando-se extrair significados e valores ocultos por trás do sentido primeiro (Bardin, 2016). Para isso, as interpretações ocorreram por meio do cotejo dos dados coletados com os pressupostos do campo dos JD, do ensino de Biologia e do campo político-pedagógico da EA.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, adentraremos no âmbito dos resultados e discussões suscitados por meio da AC e pelo cotejo com os referenciais teóricos. O primeiro tópico deste capítulo é voltado a apresentar de forma geral o JD e introduzir sobre os quatro principais níveis que compõem o *Terra Nil* e suas especificidades. Dessa forma, os subtópicos provenientes vão abordar sobre as regiões: temperada; tropical; polar; e continental.

No segundo tópico, apresentaremos as discussões sobre a primeira categoria deste trabalho, a qual é voltada a compreender as potencialidades dos elementos do JD para o processo de ensino-aprendizagem. Este tópico é dividido em três subtópicos referentes às categorias adotadas. O primeiro se trata da narrativa do JD, enquanto o segundo aborda sobre as regras e objetivos. Por fim, o terceiro, é voltado para os níveis, estratégias e recompensas.

O terceiro tópico, referente à segunda categoria construída, centraliza as suas discussões em torno das interfaces entre Biologia e EA. O primeiro subtópico, se refere à abordagem dos seres vivos. Já o segundo subtópico, contempla as abordagens sobre os fatores abióticos. Finalizando, o terceiro e último subtópico, se direciona às ecotecnologias representadas no contexto do *Terra Nil*.

### 5.1 Visão geral do jogo *Terra Nil*

Referente a suas características gerais, o *Terra Nil* se trata de um JD que se passa em um planeta inóspito, que possui quatro continentes. Cada continente é denominado de região, respectivamente: temperada, tropical, polar e continental. Além disso, as regiões contêm apenas duas áreas passíveis de restauração. A sua jogabilidade é simples, pois o mapa das áreas é composto por diversos blocos (Figura 1). Nesse sentido, para que a área seja restaurada, a maioria dos blocos devem ser restaurados.

**Figura 1** - Disposição dos blocos pelo mapa.



Fonte: Free Lives (2023).

Diante disso, devem ser acrescentadas as ecotecnologias a fim de restaurar na área visando contemplar o máximo de blocos possíveis. No contexto do jogo, existem diversas ecotecnologias e com funções diferentes umas das outras, podendo até ser combinadas em algumas condições.

Nesse sentido, o jogo além de simular a realidade, exige o desenvolvimento de estratégias para que seja possível restaurar as regiões do planeta. Para auxiliar nesse processo, há um recurso que direciona o jogador nesta aventura, trazendo informações valiosas, dicas e ilustrações: o *Guia Básico para a Restauração de Ecossistemas* (Figura 2).

**Figura 2** - *Guia Básico para a Restauração de Ecossistemas*.



**Fonte:** Free Lives (2023).

Nos próximos subtópicos será abordada de maneira específica a descrição de cada uma das quatro regiões que compõem o planeta que deve ser restaurado, considerando diversos aspectos que podem ser vivenciados nesta experiência.

### 5.1.1 Região Temperada

De forma inicial, nesta área, o jogador precisa encontrar porções rochosas pelo mapa da área para inserir turbinas eólicas, a fim de gerar energia, acrescentar máquinas removedoras de toxinas para limpar o solo e utilizar bombas d'água para estimular a recuperação dos rios.

A descrição do *Guia Básico para a Restauração de Ecossistemas*, para a área denominada temperada traz que:

Para recuperar esta área você precisará de turbinas para gerar energia, de removedores de toxinas para limpar o solo e de bombas d'água para recuperar os rios. As etapas para criar uma floresta temperada nem sempre são simples, e você pode precisar usar queimadas controladas para possibilitar o crescimento das árvores (Free Lives, 2023).

Desta maneira, o processo de restauração das áreas segue três etapas principais:

Inicialmente, de acordo com o jogo, o primeiro passo num projeto de restauração é “restaurar a água e a flora”, com o uso de aparatos tecnológicos como irrigadores, bombas e removedores de toxinas. Quando são restauradas a água e as áreas verdes, uma fase mais complexa se inicia. Nesta segunda fase, com a base do ecossistema recuperada e começando a se desenvolver, inicia-se uma etapa para aumentar a diversidade de plantas. Cabe destacar que, nesta parte inicial, algumas máquinas estão à disposição do jogador, as turbinas eólicas, bombas d'água, calcificadores, escavadeiras, removedores de toxinas e irrigadores de solo. Cada máquina possui um requisito para a sua aplicação, assim como precisam de energia para o seu funcionamento.

A partir deste ponto, são liberadas novas máquinas e apresentados três biomas para a área temperada: fynbos, brejos e florestas temperadas. Nesta etapa, surge uma barra que informa o nível de umidade na região, assim como são liberados alguns objetivos opcionais que vão sendo concluídos à medida que a umidade vai aumentando na região em questão. Nesse sentido, quanto maior a umidade, a diversidade da vida vai aumentando na região. Vale ressaltar que a umidade aumenta quando a vegetação e os rios são recuperados, mas também algumas máquinas podem ser utilizadas para aumentá-la, como o semeador de nuvens. A máquina em questão, traz em sua descrição que “usa partículas de nitrato de prata e o líquido disponível para aumentar a umidade atmosférica” (Free Lives, 2023). Para isso, precisa ser colocada próximo a rios, lagos e oceanos; assim, estimula a evaporação e o aumento da umidade na atmosfera. Nesse contexto, o jogador, além de precisar restaurar os biomas, precisa equilibrar com o nível da umidade da região para atingir objetivos opcionais denominados limites climáticos. Na região temperada, existem sete limites climáticos que precisam ser atingidos para que novos seres vivos apareçam na área restaurada. Os limites climáticos nada mais são do que objetivos opcionais que aumentam a biodiversidade da região restaurada. Por exemplo, o surgimento de alguns animais, plantas ou fenômenos, como a precipitação; os quais aparecem listados, junto com os valores específicos das variáveis ambientais que precisam ser atingidos para concluir esses objetivos.

Adentrando à introdução de novos biomas nessa região, o jogador precisa utilizar algumas máquinas para realizar este processo. Para o bioma intitulado brejo, o jogador precisa

utilizar a máquina hidroponia e combiná-la com irrigadores acrescentados anteriormente, desde que estejam próximos de rios ou lagos (Figura 3). Ao encontrar um irrigador com estes requisitos, pode ser introduzida a máquina hidroponia, transformando a área instantaneamente em um brejo. Para o desenvolvimento do bioma intitulado fynbos, o jogador precisa inserir colmeia nas árvores encontradas pelo mapa (Figura 4). Após isso, inicia-se o desenvolvimento de uma área de vegetação de pequeno porte, rica em flores e podem ser observadas abelhas ao longo deste bioma.

**Figura 3** - Hidroponia e o bioma brejo.



Fonte: Free Lives (2023).

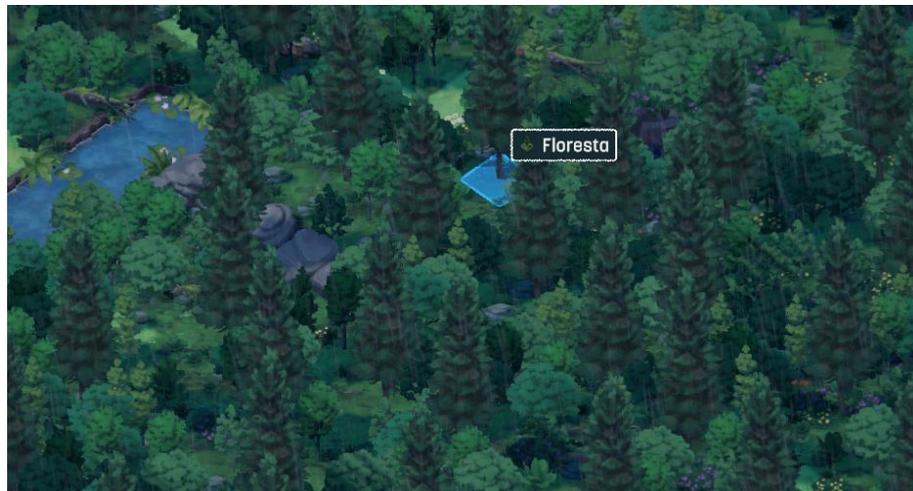
**Figura 4** - Bioma fynbos.



Fonte: Free Lives (2023).

No entanto, para a formação do terceiro bioma, intitulado floresta temperada, é necessário realizar queimadas controladas, utilizando a máquina amplificadora solar. Após a queimada, o solo da região fica escuro e rico em matéria orgânica, na qual podem ser introduzidos a máquina arboreto, que forma regiões de florestas temperadas instantaneamente (Figura 5). Após atingir o objetivo de restauração de cada bioma, o jogo adentra na fase final da restauração ambiental na região, trazendo que, com “a flora e o clima restabelecidos, o último passo é construir um dirigível reciclando suas construções. Ao remover sua presença, introduza a fauna que ocupará o ecossistema” (Free Lives, 2023).

**Figura 5** - Bioma floresta temperada.



**Fonte:** Free Lives (2023).

Conforme descrito pelo jogo, nesta última etapa são liberadas novas máquinas, passando a ser utilizado o Centro de Pesquisa (Figura 6), que reduz o custo das construções, com um dirigível, silos de reciclagem (que retiram as máquinas do mapa), um drone de reciclagem, observatórios de animais e docas de reciclagem.

**Figura 6** - Centro de Pesquisa.



Fonte: Free Lives (2023).

Nesse sentido, o jogador precisa retirar todas as máquinas ao longo do mapa, acrescentando silos de reciclagem, os quais retiram qualquer máquina que esteja ao seu alcance. Depois disso, o jogador utiliza um drone de reciclagem para retirar estes silos do mapa (Figura 7). Após as máquinas serem retiradas, pode ser introduzido o observatório de animais, que possui um sonar capaz de detectar espécies endêmicas dos biomas em questão.

**Figura 7** - Silos de reciclagem distribuídos pelo mapa.



Fonte: Free Lives (2023).

No contexto dessa região, são apresentados seis animais, os quais não são revelados. A princípio, o jogo apresenta uma silhueta e uma breve descrição, demonstrando aspectos como o tipo de ambiente ao qual o animal está adaptado a viver, do que prefere se alimentar e como se relaciona com outros seres vivos (Figura 8). Diante dessa descrição, o jogador precisa

localizar no mapa regiões que contemplem estes pré-requisitos; quando as contempla é revelado de qual animal se tratava. Conseqüentemente, são liberadas no *Guia Básico para a Restauração de Ecossistemas*, novas informações sobre o animal em questão. Por conseguinte, os animais presentes na área temperada são, respectivamente: cervo, sapo, urso-pardo, ganso, castor e lobo-oriental.

**Figura 8** - Sapo antes de ser descoberto.



**Fonte:** Free Lives (2023).

Ao finalizar a introdução dos animais, o jogador precisa remover as máquinas. Atingindo este objetivo, a área está totalmente restaurada, podendo o jogador apreciar a área restaurada ou seguir para a restauração de uma nova área.

### 5.1.2 Região Tropical

Na área tropical, o mapa a caracteriza como uma região cercada por um oceano poluído, devendo o jogador desintoxicá-lo, assim como as porções de terra (Figura 9). A primeira fase desta área é bastante similar à da região temperada, em que é preciso acrescentar turbinas eólicas, bombas d'água, removedores de toxinas, dentre outras máquinas para restaurar a base do ecossistema.

**Figura 9** - Visão geral da área tropical.



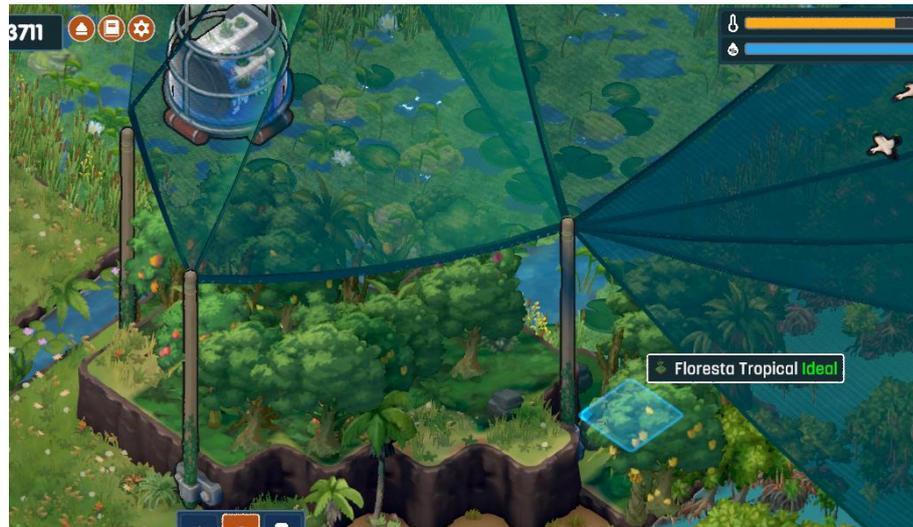
**Fonte:** Free Lives (2023).

Na segunda fase, a área começa a se diferenciar, pois o jogo apresenta quatro biomas que devem ser desenvolvidos na área tropical: praia; manguezal; recife de corais e floresta tropical. Nesta fase, são liberadas novas máquinas que auxiliam o jogador no desenvolvimento destes biomas ao longo do mapa.

Para a introdução do bioma de mangue, é necessário que o jogador identifique irrigadores que colocou próximo ao oceano e acrescentar a máquina hidroponia. Neste momento, toda a região ao alcance desta máquina torna-se instantaneamente uma região de manguezal, representada por árvores e plantas com raízes que emergem do sedimento. É possível desenvolver o bioma de mangue sem o contato com o oceano, entretanto, é necessário acrescentar a máquina salinizadora, que conseqüentemente aumenta a salinidade da região, tornando-se manguezais. Já para desenvolver o bioma de praia, é necessário que o jogador encontre, ao longo do mapa, as máquinas removedoras de toxinas, que podem ser aprimoradas ao combiná-la com a máquina *littarium*, que captura areia e forma praias e dunas.

No desenvolvimento das florestas tropicais, por sua vez, o jogador precisa utilizar um instrumento denominado pilar para toldos, que precisa ser construído próximo a áreas de encostas elevadas (Figura 10). Estes pilares formam áreas com sombra, que de acordo com o jogo, são propícias à floresta tropical. Nesse sentido, é necessário que sejam construídas formando áreas triangulares, que dentro desta área, formam florestas.

**Figura 10** - Floresta tropical coberta por pilares de toldo.



Fonte: Free Lives (2023).

Para o desenvolvimento do bioma de recifes de corais, o processo de desenvolvimento se complexifica, exigindo lógica e estratégia do jogador (Figura 11). Nesta etapa é desbloqueado um instrumento chamado de monotrilho, que deve ser acrescentado às áreas rochosas. Os monotrilhos devem estar relativamente próximos uns aos outros, formando uma rede na qual o jogador pode transportar instrumentos e máquinas ao longo do mapa, desde que estejam ao seu alcance.

**Figura 11** - Bioma de recife de corais.



Fonte: Free Lives (2023).

Dessa forma, o jogador precisa combinar irrigadores com uma máquina denominada de laboratório de corais. A partir disso, precisa transportar estas máquinas, através dos monotrilhos, e acrescentá-las nas regiões de oceano limpo. Ao realizar este procedimento, o

bioma de recifes de corais se forma instantaneamente na área. O jogo descreve bem este procedimento, explicitando que “o próximo passo é aumentar a biodiversidade. Recupere praias, mangues e florestas tropicais. Você também precisará usar a rede de monotrilhos para transportar pólipos de corais para o mar” (Free Lives, 2023).

Vale ressaltar que, nesta área, também existem limites climáticos que devem ser atingidos. Diferenciando-se da região temperada, na tropical, duas variáveis precisam de atenção: umidade e temperatura. Nesse sentido, para aumentar a biodiversidade da área restaurada, o jogador precisa aumentar a temperatura do ambiente e a sua umidade, tendo como total onze limites climáticos que devem ser atingidos na área restaurada.

Por fim, na última fase desta área, é preciso recolher todas as máquinas distribuídas ao longo do mapa com os silos de reciclagem. Após isso, utilizar a rede de monotrilhos para levar o drone de reciclagem, coletá-los e inserir os animais. Logo, é necessário que seja introduzido o observatório de animais, que identifica a presença de seis animais que podem ser introduzidos nessa região: papagaio, jabuti, flamingo, cação-coralino, baleia e a arraia-manta. Novamente, a princípio, o jogo apenas apresenta a silhueta destes animais e uma breve descrição, devendo o jogador acrescentá-los nas regiões que cumpram os requisitos descritos.

### 5.1.3 Região Polar

Na região denominada como polar, o processo de restauração ecológica se complexifica novamente, pois o ambiente precisa ser descongelado para realizar a limpeza e desintoxicação do solo e oceanos, e, posteriormente, reduzir a temperatura por meio de seu congelamento, ao concluir a restauração (Figura 12). No início da primeira fase, é explicitado o seguinte trecho: “Comece usando detonadores sísmicos para causar erupções fissurais, trazendo lava à superfície. Use usinas geotérmicas e amplificadores solares para derreter a neve, o que permitirá limpar o solo abaixo. Desintoxique o oceano polar, que também é uma fonte de vida” (Free Lives, 2023).

**Figura 12** - Área polar.



Fonte: Free Lives (2023)

Partindo destes direcionamentos, o jogador precisa inserir turbinas eólicas em áreas rochosas ao longo do mapa, assim como também turbinas de maré na região oceânica, pois esta “usa das marés para gerar eletricidade” (Free Lives, 2023). Dessa forma, ao distribuir estas fontes de eletricidade ao longo do mapa, podem ser inseridos amplificadores solares, os quais geram um aumento de temperatura na região e seu consequente descongelamento.

Ao descongelar as áreas, é possível acrescentar bombas d’água e removedores de toxinas, atuando na recuperação dos rios e na descontaminação do solo e oceano. Posteriormente, podem ser acrescentados os irrigadores, desenvolvendo as áreas verdes. Ademais, nesta região, é necessário atenção em três variáveis ambientais: temperatura; umidade e toxicidade. Da mesma forma, precisa atingir onze limites climáticos, os quais são objetivos opcionais que aumentam a biodiversidade da área restaurada.

Na segunda fase da região, são apresentados quatro biomas polares que devem ser desenvolvidos na área que está sendo restaurada: tundra, líquen, floresta de algas e floresta boreal. O jogo apresenta esta etapa explicitando: “Em seguida, aumente a biodiversidade cultivando tundra nos planaltos. Inicie queimadas para criar as cinzas sobre as quais as florestas crescerão. Congele fluxos de lava para criar campos de rochas onde poderá cultivar líquen. Use monotrilhos para criar floresta de algas no oceano” (Free Lives, 2023).

Diante disso, são desbloqueados novos instrumentos e algumas máquinas, dentre elas os monotrilhos, arboreto, o sistema ecológico fechado, estufa de algas, canhão de rochas e para atuar na modificação da temperatura e umidade, o semeador de nuvens, combustor, desumidificador e o ultracongelador.

A partir desses instrumentos disponíveis, o jogador precisa encontrar irrigadores localizados próximos a rochas e combinar com a estufa de algas, para o desenvolvimento de líquens nas regiões rochosas ao alcance da máquina (Figura 13). Já para o desenvolvimento do bioma tundra, é preciso localizar irrigadores no mapa da área, que foram acrescentados em terrenos elevados.

**Figura 13** - Bioma dos líquens.



**Fonte:** Free Lives (2023).

No desenvolvimento de áreas de floresta boreal, no entanto, o processo se torna mais complexo. É necessário que sejam identificadas áreas de tundras e acrescentado o desumidificador - máquina que reduz toda a umidade do ambiente ao seu alcance. Como consequência, a vegetação se torna seca, possibilitando com que queimadas controladas com o amplificador solar possam ser efetuadas. Após a queimada, com cinzas e matéria orgânica nas áreas afetadas, o bioma de floresta boreal pode ser desenvolvido, ao acrescentar a máquina denominada arboreto (Figura 14).

**Figura 14** - Floresta boreal.



**Fonte:** Free Lives (2023).

Por fim, com os monotrinhos, podem ser desenvolvidos trajetos para transportar estufas de algas para as regiões oceânicas, desenvolvendo o bioma aquático floresta de algas (Figura 15).

**Figura 15** - Floresta de algas.



**Fonte:** Free Lives (2023).

Ao recuperar os biomas, é preciso utilizar alguns instrumentos, como o ultracongelador, para reduzir a temperatura até abaixo de zero, a fim de atingir todos os limites climáticos desta região, e conseqüentemente, aumentar a sua biodiversidade. Na terceira fase, o jogador precisa reciclar todas as máquinas, distribuídas ao longo do mapa recuperado, e inserir a fauna. O procedimento é similar aos das áreas anteriores, acrescentando um dirigível, silos e um drone

de reciclagem, que utiliza os trajetos de monotrilhos para coletar as máquinas e instrumentos distribuídos ao longo das áreas.

Para introduzir a fauna da região polar, novamente se utiliza do observatório de animais, que identifica seis espécies de animais que podem habitar esta região. Dentre os animais, encontram-se: alce, coruja-das-neves, raposa-do-Ártico, narval, pinguim e urso polar. Assim como nas demais regiões, esses animais não são revelados, apenas é apresentada uma descrição geral e sua silhueta, sendo necessário identificar regiões no mapa que correspondem ao habitat descrito desse animal, bem como seus hábitos e alimentação.

#### 5.1.4 Região Continental

A região continental é a última a ser restaurada no planeta e, uma das mais complexas, trazendo pistas sobre o que aconteceu com a humanidade no contexto do jogo. É uma região que possui áreas urbanas, com edifícios e construções, que já foram habitadas, porém com elevadas taxas de radiação e poluentes. O jogo apresenta, em sua descrição, que a “[...] restauração de áreas urbanas envolve seus próprios desafios. Você precisará trabalhar com o concreto preexistente ao dragar o assoalho oceânico para criar terra onde cultivará as plantas. Antigas cidades podem abrigar materiais perigosos” (Free Lives, 2023).

Nesta fase, o jogador precisa se atentar a três variáveis. Na primeira fase: temperatura, umidade e estabilidade geológica. Enquanto na segunda: temperatura, umidade e radioatividade. Ademais, deve atingir onze limites climáticos, aumentando a temperatura e a umidade da região, bem como reduzindo os níveis de radioatividade ou aumentando a estabilidade geológica, para que diversas formas de vida possam se desenvolver neste ambiente.

Na primeira etapa de restauração, é necessário que sejam colocadas turbinas eólicas ao longo do mapa, pois como não há formações rochosas, estas são inseridas acima dos prédios. A partir disso, podem ser colocados no solo removedores de toxinas e irrigadores para o desenvolvimento de áreas verdes ao longo da área em restauração. Cabe destacar que em alguns mapas desta região, é necessário utilizar máquinas para retirar solo do assoalho oceânico, a fim de desenvolver áreas terrestres na superfície.

Dois instrumentos são essenciais no processo de recuperação destas áreas: as torres de transmissão, que funcionam distribuindo energias para áreas mais afastadas das turbinas eólicas; e o dissipador de radiação, que é importante para a ampliação das áreas restauradas, visto que não é possível colocar máquinas e demais instrumentos em regiões com altas taxas de radiação, marcadas por uma névoa esverdeada. Diante destas questões, além de desintoxicar o

solo e o oceano, é preciso reduzir os níveis de radiação na região, processo que torna a primeira fase mais demorada e complexa quando comparada com as demais regiões.

No início da segunda fase, a sua descrição traz que a “[...] dragagem pode ter deixado o solo instável. Contudo, aumente a biodiversidade criando lagoas fechadas e bambuzais nas conchas dos arranha-céus. Use as raízes das florestas caducifólias para quebrar o concreto” (Free Lives, 2023). Conforme apresentado, na região continental, quatro biomas precisam ser desenvolvidos: bambu, girassóis, lagoa e floresta caducifólia. Nesta etapa, são desbloqueadas novas máquinas e instrumentos que auxiliarão o desenvolvimento destes biomas.

Para desenvolver o bioma denominado como bambu, é necessário acrescentar uma máquina denominada bambuzal, que se trata de um conjunto de bambus, a qual pode ser instalada em estruturas de arranha-céus, para o cultivo de bambus elevados (Figura 16).

**Figura 16** – Máquinas bambuzal em conjunto formando o bioma.



Fonte: Free Lives (2023).

Para o bioma de lagoa, pode ser utilizada a máquina denominada mineralizador, a qual constrói porções rochosas que fecham áreas oceânicas, formando lagoas fechadas (Figura 17). Para concluir o desenvolvimento desse bioma, é necessário acrescentar o purificador talássico na área, pois “limpa uma área de oceano completamente fechada para criar uma lagoa” (Free Lives, 2023).

**Figura 17** - Bioma lagoa.



Fonte: Free Lives (2023).

No que se refere ao bioma girassóis, é necessário localizar no mapa depósitos de detritos radioativos para acrescentar a máquina concentrador solar (Figura 18).

**Figura 18** - Bioma dos girassóis.



Fonte: Free Lives (2023).

De acordo com o jogo, esse equipamento “[...] usa girassóis para absorver a radiação” (Free Lives, 2023), permitindo a neutralização destes detritos radioativos. Por fim, o último bioma a ser construído é o de floresta caducifólia, no qual pode ser utilizado o equipamento viveiro combinado a um removedor de toxinas, consequentemente, fazendo com que o concreto ao redor se quebre, permitindo o desenvolvimento da floresta.

Dessa maneira, o processo de remoção das máquinas e instrumentos localizados pelo mapa é similar ao das demais regiões. No que diz respeito à fauna que precisa ser reintroduzida, são identificados seis animais: tartaruga, pavão, panda, águia, javali e lontra-marinha. E, à medida as máquinas são recicladas da cidade, o foguete interestelar vai se desenvolvendo.

Ao concluir o processo de reciclagem, o visor de um satélite aparece ao jogador, devendo este fazer uma varredura em todas as quatro regiões restauradas do jogo: temperado, tropical, polar e continental (Figura 19). Nesta varredura, são coletadas sementes de todos os biomas destas regiões restauradas, as quais são guardadas em compartimentos do foguete interestelar. No final, após coletar todas as sementes, o satélite é recolhido. O foguete decola, possivelmente numa missão de restaurar outros planetas devastados, concluindo o jogo.

**Figura 19** - Etapa de varredura.



Fonte: Free Lives (2023).

## 5.2 Potencialidades do *Terra Nil* para o ensino-aprendizagem

Neste tópico, referente à categoria potencialidades do jogo para o ensino-aprendizagem, estão presentes as subcategorias construídas com base em elementos dos jogos propostos por Schell (2011). Diante disso, o primeiro subtópico se direciona a discutir a narrativa do JD. O segundo tópico reúne as abordagens do jogo em que podem ser identificadas suas regras e os seus objetivos. Por fim, na última categoria, se direciona a compreender os níveis, as estratégias e recompensas no âmbito do JD.

### 5.2.1 Narrativa

Adentrando nos aspectos referentes à narrativa, o *Terra Nil* inicia com uma animação representando um ambiente desértico, com apenas uma árvore seca em que sua última folha é levada pelo vento recaindo sobre um livro.

O livro nada mais é do que o *Guia Básico para a Restauração de Ecossistemas*, o qual norteará o jogador ao longo de todos os níveis, contendo informações sobre as quatro regiões do planeta fictício, bem como sobre algumas máquinas e suas funções, visando para restaurar estes ambientes (Figura 20).

**Figura 20** - *Guia Básico para a Restauração de Ecossistemas*.



**Fonte:** Free Lives (2023).

Seguindo por esse viés, a narrativa ocorre predominantemente em torno das informações contidas neste guia, cujo objetivo é: “servir de guia para o complexo processo de restauração de um ambiente, a partir de uma terra infértil, para um ecossistema rico. O processo nem sempre é fácil, e, mesmo com este guia, **você precisará fazer experimentos para entender exatamente o que precisa fazer**” (Free Lives, 2023, grifo nosso).

O Guia é subdividido em capítulos, contendo respectivamente: no primeiro, um resumo sobre a sua função; o segundo referente às quatro regiões do planeta fictício, trazendo uma breve descrição sobre cada uma, a quantidade de biomas e espécies de animais que possui, etc.; o terceiro capítulo contempla as construções, contendo as máquinas e suas respectivas descrições, assim como esquemas dos seus projetos (Figura 21).

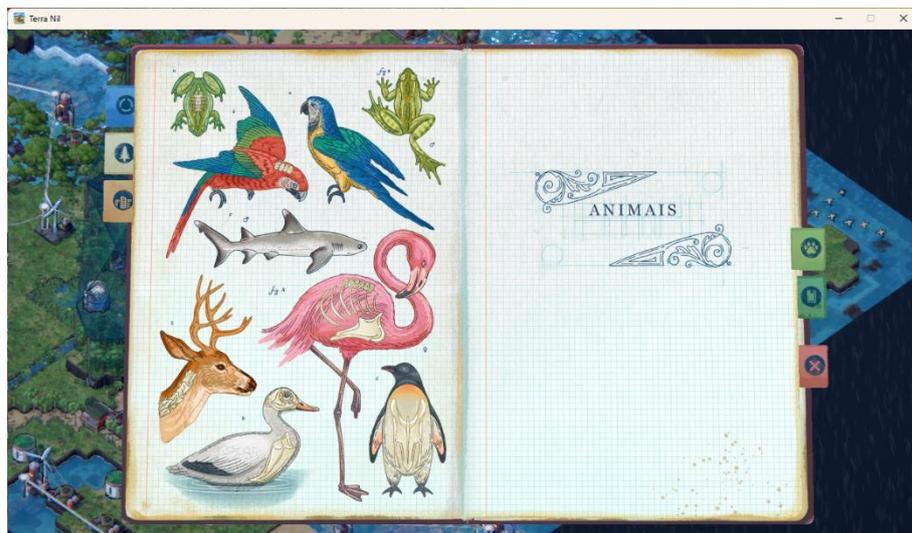
**Figura 21** - Capa do capítulo Construções.



**Fonte:** Free Lives (2023).

Já o quarto capítulo é voltado para a apresentação dos animais do jogo, com uma breve descrição, mas utilizando representações ilustrativas, tais como desenhos e esquemas, destacando sua morfologia, indicando a região a que pertencem no planeta, bem como, implicitamente, dando dicas sobre as formas de reprodução e alimentação (Figura 22).

**Figura 22** - Capa do capítulo Animais.



**Fonte:** Free Lives (2023).

O último capítulo, por sua vez, nada mais é do que o Índice. Inicialmente, algumas informações estão ocultas no guia, mas são desbloqueadas à medida que se avança na restauração das regiões e reintrodução dos animais nestas, completando-o.

Diante destas informações, a narrativa do jogo ocorre principalmente com este guia, tendo em vista que direciona sobre as três etapas de restauração nas áreas de cada região do planeta. Ademais, o guia atua como um agente estimulador para envolver o jogador, pois pode gerar curiosidade nos sujeitos para descobrir quais informações estão contidas nas páginas bloqueadas. Em contrapartida, o *Terra Nil* não possui narrações, exigindo a leitura de quem o joga tanto no guia quanto nos demais escopos.

A segunda característica do jogo identificada em relação à narrativa foi o tutorial, que tem a função de auxiliar a compreensão sobre os comandos do controle, pontua sobre as etapas básicas no processo de restauração passo a passo (Figura 23). Nesse sentido, a sua intencionalidade é familiarizar com relação à mecânica do jogo.

**Figura 23** - Mensagem intitulada “Limpando o solo” durante o tutorial.



Fonte: Free Lives (2023).

A presença das dicas contextuais também pode ser considerada como um elemento da narrativa no *Terra Nil*. Afinal, quando ativadas, oferecem informações complementares para apresentar as variáveis ambientais e sua importância, tais como os atributos climáticos. Assim como, indicam os requisitos para a construção de qualquer máquina, especificidades sobre a região em questão. Dessa maneira, estimulando o desenvolvimento de estratégias e apresentando possibilidades de resolução. Os textos presentes nestas dicas conversam diretamente com o jogador.

Apesar destas características referentes à narrativa, o jogo não aborda de forma tão explícita sobre o que aconteceu neste planeta, porém, em alguns momentos, indica o que pode ter ocasionado a sua devastação. Por exemplo, num dos mapas das áreas da região Continental, temos a representação de uma cidade abandonada, que possui em determinados locais (*bunkers*) de detritos radioativos (Figura 24).

**Figura 24** - Detritos radioativos na região Continental.



Fonte: Free Lives (2023).

Esta representação nos leva a inferir que, possivelmente, um dos fatores que pode ter causado a devastação ambiental no planeta fictício foi a ação antrópica. Considerando que os detritos radiativos estavam armazenados em latões, os quais romperam devido a algum evento, espalhando radiação pelo globo. Conseqüentemente, contaminando os seres vivos; inferências que podem ser levantadas pelo jogador, pois o jogo não explicita. Cabe destacar que não há usinas nucleares nos mapas desta região, o que nos leva a alguns questionamentos: Por que os seres que habitavam essa cidade estavam armazenando estes detritos? Qual fenômeno causou este acidente nuclear? Houve uma guerra? Quais foram as demais causas da devastação deste planeta? Tais questionamentos ficam em aberto ao público. Diante dessas questões é notável que o jogo não possui grande enfoque na história, deixando-a como plano de fundo.

Ademais, após a restauração desta região, que seguindo a ordem do jogo, é a última a ser restaurada, é preciso que seja construído um foguete interestelar e que sejam coletadas sementes em todas as regiões restauradas anteriormente com um equipamento. Ao concluir esta última etapa, o foguete interestelar, contendo o guia em uma das cabines, é lançado para um destino desconhecido.

Entretanto, seguindo a lógica da página de introdução do livro guia de restauração, é explicitado o seguinte trecho: “Caso obtenha sucesso, chegará um momento em que você não precisará mais deste livro. Quando isso acontecer, peço que você o passe adiante, pois ele pode ajudar outra pessoa” (Free Lives, 2023).

Partindo desses pressupostos, compreendemos que o jogador está atuando como um habitante do planeta, que têm como missão restaurar os ecossistemas das quatro regiões. Devendo, por fim, construir o foguete contendo o guia em uma cabine, um banco de sementes, as máquinas recicladas e demais recursos, para deixar o mundo restaurado para trás. Para que possam ser utilizados por outrem, caso desejem realizar essa mesma missão.

Conforme evidenciado pelas unidades de registro desta categoria, o jogo digital apresenta sua narrativa predominantemente através de textos em que o jogador precisa ler para compreender algumas pistas sobre a estória do jogo, possuindo poucas animações sobre a mesma. Nesse sentido, há um desbalanceamento em torno da jogabilidade e narrativa, pois a última apesar de interativa, deixa a estória como plano de fundo, é caracterizada predominantemente como instrucional (Schell, 2011).

Por outro lado, ao não detalhar os eventos que levaram à degradação do planeta, a curiosidade e a motivação podem ser estimuladas nos sujeitos à medida em que identificam pistas ao longo das fases. Esse mistério, se trata de uma característica especial e excepcional dos jogos, levando ao encanto de quem os experiencia (Huizinga, 2007).

Convergindo com essa perspectiva, observamos que, para vislumbrar a estória do *Terra Nil*, o espectador é obrigado a fazer esforços para compreendê-la, seja preenchendo lacunas e/ou interpretando informações sutis, incompletas ou obscuras. De acordo com Johnson (2012), narrativas deste cunho levam a complexidade a um nível mais desafiador, porém, no contexto do *Terra Nil*, é possível concluí-lo sem precisar compreender totalmente a sua estória.

Além do forte caráter instrucional no que se refere a narrativa, o jogo não apresenta uma personagem/avatar pelo qual o jogador possa se sentir cativado. Questões que podem comprometer a experiência de imersão, pois é um aspecto importante ao pensar no *design* de jogos (Schell, 2011).

Por sua vez, Gee (2009) destaca que os jogos cativam os jogadores por meio da identidade, pois, dessa maneira, “[...] os jogadores se comprometem com o novo mundo virtual no qual vivem, aprendem e agem através de seu compromisso com sua nova identidade” (Gee, 2009, p. 170). Nesse sentido, mesmo que o *Terra Nil* não tenha uma personagem que possua motivações e objetivos pessoais, o jogador assume uma nova identidade ao atuar como

protagonista na restauração do planeta. E, conseqüentemente, ao longo de sua experiência, poderá se comprometer com o mundo virtual que está experienciando.

De forma geral, esmiuçando os acontecimentos da narrativa do jogo, temos: o chamado para o desafio ou aventura, quando o Guia é encontrado; o limiar, no qual o jogador começa a realizar a restauração nas regiões do planeta fictício; os desafios e tentações, que ocorrem ao longo da jogabilidade com os objetivos, níveis e recompensas; a revelação, que ocorre na última área restaurada evidenciando que provavelmente um acidente radioativo pode ter causado a degradação do planeta; a transformação, em que o planeta é restaurado completamente; a expiação, em que o jogador visualiza todo o planeta restaurado e precisa construir um foguete; e o retorno, no qual o jogador vai para o espaço com o foguete.

Nesta perspectiva, foram identificados alguns dos elementos do que Kapp (2012) denomina como jornada do herói. Contudo, não identificamos a presença dos principais aspectos elencados pelo autor, pois houve a ausência de ajuda sobrenatural, bem como da figura de um mentor e outros ajudantes, o que torna a jornada do herói no *Terra Nil* individualista (Kapp, 2012).

Partindo das visões de Prensky (2012), ao pensar na narrativa do *Terra Nil* em contextos de ensino-aprendizagem, é importante que seja ponderado sobre o público-alvo. De acordo com o autor, crianças e adolescentes do século XXI são denominados como nativos digitais e buscam principalmente por interatividade.

Os Nativos Digitais são acostumados a receber informações rapidamente. Eles gostam de processos paralelos e multitarefas. Eles preferem os seus gráficos antes dos textos, e não o contrário. Eles preferem acesso aleatório (como hipertexto). Eles funcionam em rede. Eles prosperam com gratificação instantânea e recompensas frequentes. Eles preferem jogos a trabalhos sérios (Prensky, 2001, p. 2, tradução nossa).

Logo, por possuir uma narrativa em que prevalece a informação (textos) de forma gradual, em detrimento da tomada de decisões, o jogo pode ser considerado por alguns como cansativo ou desinteressante (Boller; Kapp, 2018).

Diante desses aspectos, concordamos com Prensky (2001) sobre a relevância dos professores da atualidade aprenderem a se comunicar na linguagem e no estilo dos seus alunos, o que não corresponde a mudar o significado daquilo que é importante ou das habilidades de pensamentos, mas utilizar ou desenvolver metodologias de ensino-aprendizagem Nativas Digitais para atender a demanda desta geração.

Ao vislumbrar as potencialidades para o ensino-aprendizagem da narrativa do *Terra Nil*, é possível que as lacunas identificadas possam ser exploradas pelo educador, com a finalidade

de trabalhar com a construção da identidade, e, por sua vez, da cativação com o conteúdo. Seja através do seu uso, construindo uma narrativa com os alunos, envolvendo o jogo digital para engajá-los com o conteúdo, ou seja, desenvolvendo estratégias pedagógicas ligadas ao jogo. Nesse sentido, valorizando a interculturalidade, a identidade e o contexto dos educandos, bem como o seu papel central na construção do seu próprio conhecimento (Silva, 2011).

Por exemplo, construir uma estória que complemente a do jogo, concebendo os elementos da jornada do herói que foram desconsiderados pela sua narrativa, tais como aqueles que enfatizam o trabalho coletivo e a importância da orientação de alguém que tenha mais conhecimentos e experiências (mentor). Assim como desenvolver narrativas que aproximem o conteúdo do jogo com o contexto dos alunos e suas vivências.

De acordo com Kapp (2012, p. 43, tradução nossa), a combinação entre narrativa e videogames,

[...] proporciona uma história interativa que envolve e leva o jogador a diante. Jogos educacionais bem projetados combinam uma tarefa relacionada à história com elementos interativos dos jogos para ajudar o jogador a aprender sobre comportamentos desejados, ações e padrões de pensamentos que auxiliam um resultado esperado em um contexto particular.

Apesar das lacunas e percalços identificados, a narrativa do *Terra Nil*, combinada com a mediação docente, pode se tornar um mecanismo de interação, que ensina e proporciona lições que estão dentro ou fora do contexto do jogo. Essa característica, além de tornar o JD mais envolvente, também guiam o jogador à medida em que este tenta completar os elementos da estória para conquistar os objetivos (Kapp, 2012). Nesse sentido, pode refletir em uma valiosa ferramenta pedagógica, que proporcionar a participação ativa, a liberdade de ação, no qual o educando pode assumir uma atitude positiva diante daquilo que é abordado (Marinho, 2014).

### 5.2.2 Regras e objetivos

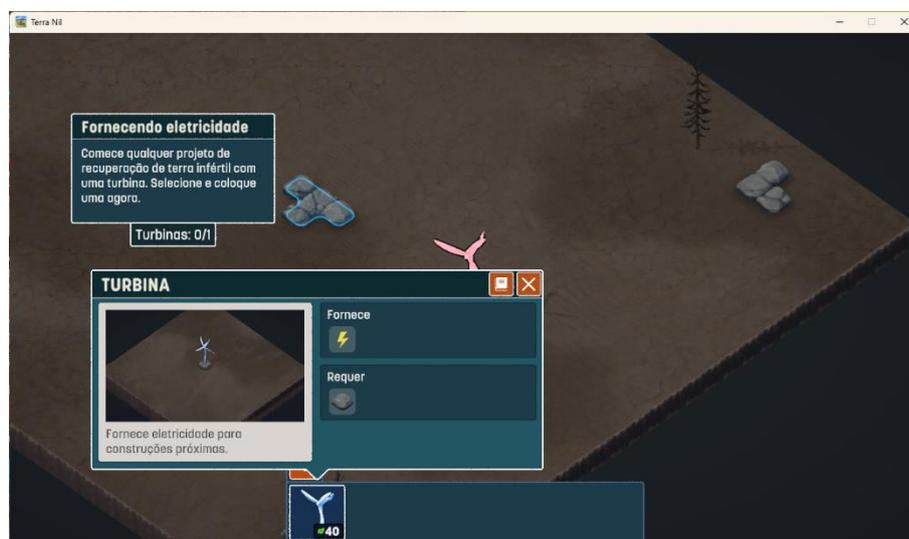
As partidas se iniciam com um percentual de pontos denominados de recursos iniciais, representados por folhas; que podem variar entre os valores de 1000 a 1500 folhas, dependendo do nível de dificuldade selecionado. As construções, por sua vez, têm um percentual de custo entre 50 a 125 folhas. Conseqüentemente, os recursos disponíveis devem ser administrados, a fim de gastá-los na compra das máquinas para a restauração. Caso os recursos acabem, é preciso reiniciar a partida, sem demais penalidades.

No início da primeira partida, os controles e comandos que podem ser utilizados são apresentados e, em seguida, é explicitado que, para o início de qualquer projeto de restauração

ambiental, é necessário energia. Neste momento, conseguimos identificar uma das primeiras regras do jogo, ao trazer a mensagem intitulada “Fornecendo eletricidade”: “Comece qualquer projeto de recuperação de terra infértil com uma turbina. Selecione e coloque uma agora” (Free Lives, 2023).

Diante disso, para iniciar a restauração, é necessário que sejam acrescentadas turbinas eólicas no ambiente. Entretanto, estas turbinas não podem ser colocadas em qualquer local, estas precisam estar em um substrato rígido, tal como rochas (Figura 25).

**Figura 25** - Tutorial de inserção das turbinas eólicas.



Fonte: Free Lives (2023).

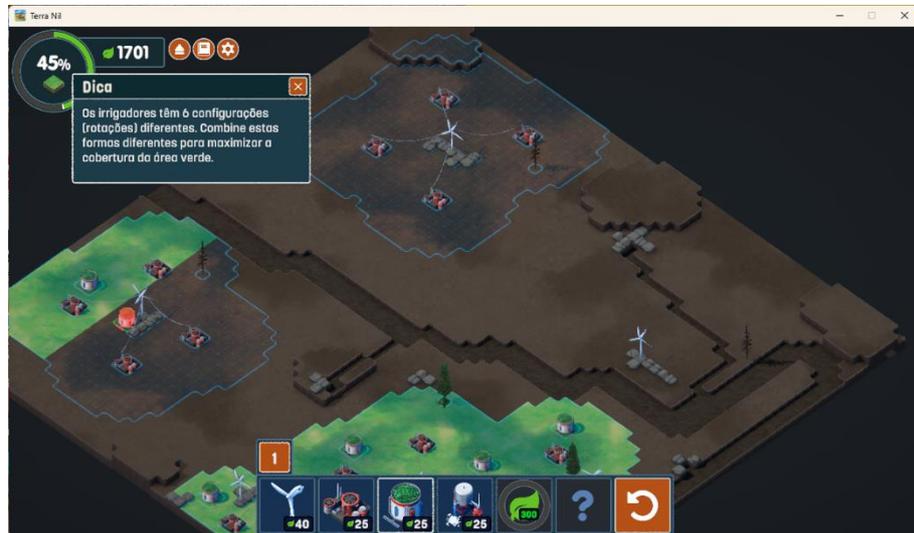
Logo, o jogador não é livre para acrescentá-las em áreas que não possuam este requisito. Além do mais, cada turbina eólica tem uma área de alcance e um limite de conexões com até seis máquinas para gerar energia, devendo ser ponderada a quantidade de máquinas que serão acrescentadas, bem como as suas posições.

Em seguida, após acrescentar as turbinas eólicas, outras regras foram identificadas no que se refere à área de alcance das máquinas. Cada máquina possui uma área de alcance, que abrange uma certa quantidade dos blocos que compõem o mapa da área a ser restaurada. Nesse sentido, quando uma máquina é acrescentada, dependendo da posição escolhida, pode abranger um número maior ou menor de blocos para causar seu efeito no ambiente.

Na Figura 26, pode ser observado o mapa de uma das áreas da região temperada, bem como a disposição de algumas máquinas com uma área demarcada em azul. Logo, apenas nestas regiões será possível restaurar as áreas verdes com a máquina irrigadora. Para contemplar outras

regiões, é necessário distribuir mais turbinas eólicas para outras áreas, que possuam os devidos pré-requisitos para a máquina.

**Figura 26** - Delimitação dos removedores de toxinas.



Fonte: Free Lives (2023).

Neste âmbito, o jogo é similar a um quebra-cabeças, que exige o desenvolvimento de uma boa estratégia para contemplar o maior número possíveis de blocos, ao acrescentar as máquinas, de acordo com seus pré-requisitos. Dentre as regras identificadas na mecânica do *Terra Nil*, os requisitos estão presentes em grande parte das máquinas, podendo variar de acordo com cada uma das quatro regiões do planeta em questão. Por exemplo, as máquinas irrigadoras têm como pré-requisito um solo desintoxicado, após o uso de máquinas desintoxicadoras, então estas não podem ser colocadas antes dessa etapa (Figura 27).

**Figura 27** - Requisitos para a máquina irrigadora.



Fonte: Free Lives (2023).

As regras em questão são gerais para todas as quatro regiões que precisam ser restauradas no planeta fictício, diferenciando-se em poucos aspectos. Por exemplo, na região Tropical, a qual é formada por um arquipélago composto por 21 ilhas.

Nessa região, é exigida a desintoxicação não apenas do ambiente terrestre, mas também do ambiente marinho para a restauração ambiental. Na região Polar, por sua vez, um dos requisitos para se iniciar a restauração é instalando usinas geotérmicas para descongelar o *permafrost*, para que, posteriormente possa seguir com as etapas da restauração.

Outrossim, cabe destacar que novas máquinas são liberadas à medida em que se avança nos níveis exigidos. Logo, alguns objetivos precisam ser cumpridos para que estas sejam liberadas, no intuito de avançar na restauração dos biomas, restabelecer a fauna e reciclar as máquinas inseridas no ambiente. Concernente aos objetivos, o objetivo geral do *Terra Nil* é restaurar a vida de um planeta infértil.

Para atingir este objetivo, o jogador precisa cumprir pequenos objetivos, a fim de completar o percentual de restauração global em 100%. Para isso, temos os objetivos de restaurar os biomas, detectar e reintroduzir a fauna, assim como atingir limites climáticos em cada uma das quatro regiões deste planeta.

Então, para cumprir o primeiro objetivo de restaurar os biomas, a meta principal é restaurar a área verde da região. Para isso, possuindo um contador que vai de 0 a 100%, mas que variando à medida em que as áreas verdes aumentam na área (Figura 28). Para fazer isso, precisam ser utilizadas fontes de energia, em seguida a desintoxicação o solo, restaurar lagos e/ou rios com bombas d'água e utilizar irrigadores para o desenvolvimento de plantas de pequeno porte.

**Figura 28** - Contador da meta de área verde.



Fonte: Free Lives (2023)

Após atingir a meta de área verde, é desbloqueado o novo objetivo que trata da restauração dos biomas. O contador, que antes contabilizava o percentual de área verde, agora contabiliza o percentual de restauração de cada um dos biomas da área em questão. Esse recurso pode atingir valores superiores a 100%. Contudo, quando acontece, o jogador deve reduzir esse percentual usando ecotecnologias, para que os demais biomas tenham espaço suficiente no mapa para atingir o valor de 100% como restaurados (Figura 29).

**Figura 29** - Contador do percentual de restauração dos biomas da região Tropical.



Fonte: Free Lives (2023).

Com este novo objetivo, são liberadas novas máquinas voltadas para o desenvolvimento de biomas específicos. Ao atingir 100% da restauração de cada um dos biomas, o objetivo seguinte é desbloqueado tratando-se da reintrodução da fauna e da reciclagem das máquinas que foram utilizadas ao longo da restauração. Concernente a este objetivo, são liberadas novas máquinas, dentre elas o observatório de animais, que possui um sonar responsável por detectar os animais que podem habitar a área restaurada, assim como os requisitos exigidos por cada um.

O processo de reciclagem é compreendido, no contexto do jogo, como a retirada das máquinas do ambiente. Nesse sentido, é contabilizada a quantidade de animais exigidos para o bioma (no mínimo três espécies), bem como o percentual da retirada das máquinas, devendo atingir 100% (Figura 30).

**Figura 30** - Contador de animais exigidos na região e do percentual de reciclagem.



Fonte: Free Lives (2023).

Outro objetivo a ser cumprido é restaurar não apenas o ecossistema, mas o clima da região. Para isso, o jogo apresenta os atributos climáticos (Figura 31), que podem variar de acordo com cada região: temperada, tropical, polar e continental. Na região temperada, o único atributo climático é a umidade, enquanto na região tropical temos a umidade e a temperatura. Já na região polar, os atributos climáticos são a umidade, temperatura e toxicidade. Na região

continental, por sua vez, os atributos climáticos são a umidade, temperatura e a radioatividade ou estabilidade geológica.

**Figura 31** - Atributos climáticos da região Continental.



Fonte: Free Lives (2023).

Na figura acima, podemos observar três fatores ambientais, respectivamente de cima para baixo: temperatura, umidade e radiação. Diante disso, é preciso que sejam reduzidos os níveis de radiação, que haja um aumento da temperatura, bem como da umidade, para que tenha uma maior biodiversidade na área restaurada.

Diferentemente dos demais objetivos, que possuem um contador, os atributos climáticos aparecem como uma lista a ser cumprida, devendo aumentar ou reduzir a umidade ou temperatura, bem como reduzir os níveis de toxicidade e radiação para cumprir todos os atributos. O jogo concebe estes objetivos como opcionais, mas, para completar a restauração de cada região, é requerido que estes sejam concluídos.

Cada região possui objetivos referentes aos seus respectivos atributos, que precisam ser contemplados para aumentar a diversidade de seres vivos na região. Podendo utilizar máquinas e instrumentos para manipular o meio, gerando resultados instantâneos. Este aspecto é apresentado quando o JD trata sobre as condições de cultivo e manipulação do clima,

descrevendo que “atributos de climas regionais também afetam construções para cultivo de plantas como irrigadores e colmeias... Muitas construções causam pequenas modificações climáticas, mas outras, como o semeador de nuvens, causam grandes alterações” (Free Lives, 2023).

Diferentemente das demais regiões, no final da restauração da região Continental, são apresentados novos objetivos: a construção de um foguete e de um banco de sementes. Para isso, são liberadas máquinas para a construção do foguete na última etapa da restauração, o qual, ao ser concluído, permite que sejam localizadas sementes nas vegetações de cada bioma restaurado em cada uma das quatro regiões. Diante do cumprimento desta coleta, as sementes são armazenadas no foguete, que é lançado e seguirá a um destino incerto.

De acordo com Huizinga (2007), as regras são um fator relevante no âmbito dos jogos, pois são essas que determinam aquilo que é válido ao seu ambiente, sendo essas absolutas e sem discussão. Logo, são fundamentais para a existência de um jogo, pois estas o definem, seja para indicar o número máximo de jogadores que podem participar, bem como para descrever como ganhar pontos e definir o que é ou não permitido (Kapp, 2012).

Nesse contexto, ao restringir as ações do jogador – com a impossibilidade de colocar máquinas em qualquer local do mapa, sem custos, sem pré-requisitos ou seguir etapas fundamentais – o jogo estimula diretamente alguns comportamentos. Dessa maneira, os pontos fornecidos inicialmente nas partidas, que são destinados para as construções, exigem ponderação nos gastos (dependendo do nível de dificuldade escolhido). Caso contrário, a restauração não será concluída. De acordo com Schell (2011), esse elemento pode ser definido como Economia do Jogo, mecânica que dá recursos simbólicos ao jogador e este precisa tomar decisões significativas sobre como gastar.

Dessa forma, as regras do *Terra Nil* podem estimular aspectos cognitivos, tais como a criatividade e a lógica para a resolução de problemas (Alves, 2016). Por sua vez, o jogador é estimulado a ponderar e refletir como serão feitos os gastos e o que será priorizado na restauração. Essa mecânica dá profundidade e põe o jogador no papel central de tomada de decisões, aspecto que pode ser considerado como relevante para a sua formação cidadã.

Por outro lado, permitir a construção sem custos e pré-requisitos poderia tornar o jogo desinteressante pela ausência de desafios. Por esse motivo, a presença de pequenos objetivos e etapas ao longo da restauração, no *Terra Nil*, constitui um aspecto importante. Como asseverado por Kapp (2012), os objetivos secundários, terciários e quaternários são como pequenos passos, que permitem ao jogador avançar gradualmente, equilibrando a dificuldade de vitória e aumentando a curva de interesse. De acordo com Schell (2011), os objetivos visam atuar no

controle indireto no design de jogos, assim estimulando comportamentos. No caso do *Terra Nil*, ainda que haja a presença de objetivos opcionais, esses precisam ser concluídos para que o planeta fictício seja considerado 100% restaurado. Nesse sentido, mesmo que o jogador não tenha interesse em concluí-los, é necessário atingi-los para atingir o objetivo final.

Segundo Huizinga (2007), a noção de vitória está profundamente entrelaçada com a essência do jogo, pois conquistá-la implica a presença de adversários ou desafios. Assim, a vitória estimula o fortalecimento da autoestima do indivíduo, aspecto socioemocional valorizado no contexto da educação básica brasileira (Brasil, 2018).

### 5.2.3 Níveis, estratégias e recompensas

Antes de iniciar a primeira partida no *Terra Nil*, são apresentados três tipos de abordagens: jardineiro, ecologista e engenheiro ambiental. Estas abordagens correspondem aos níveis de dificuldade, sendo respectivamente considerados: fácil, intermediário e difícil. Além disso, cada nível é direcionado ao tipo de experiência que o jogador deseja vivenciar (Figura 32).

**Figura 32** - Abordagens de restauração.



Fonte: Free Lives (2023).

Conforme observado na figura acima, o nível Jardineiro é voltado para pessoas que procuram uma experiência relaxante, que visam criar paisagens bonitas e vibrantes. Neste nível

de dificuldade, são disponibilizados 1500 pontos como recursos iniciais; as construções têm um custo de 50 pontos, e é possível reciclar com a ausência de pontos de recursos.

Ademais, é possível desbloquear objetivos por construção, havendo um direcionamento por tutorial e dicas contextuais. Já no nível de dificuldade Ecologista, são entregues 1000 pontos de recursos iniciais, o custo de construção passa a ser de 100 pontos. Ainda se diferencia do nível Jardineiro, por não possuir dicas contextuais e a reciclagem na ausência de pontos de recursos é desabilitada. O nível é “considerado ideal para jogadores com experiência em jogos de estratégias” (Free Lives, 2023). Por fim, o nível, de maior dificuldade, denominado Engenheiro Ambiental, oferece 1000 pontos de recursos, mas o custo de construção passa a ser de 125 pontos, tendo os demais auxílios desabilitados, tais como a reciclagem na ausência de pontos, dicas contextuais e tutorial.

No que se refere à dificuldade, nas configurações pode ser selecionado o modo zen, que se trata de uma modalidade em que não há pontuação e nem custo para a construção de máquinas e demais aparatos tecnológicos. Com base nestas informações, o jogo tem níveis de dificuldade diversos que podem contemplar um público heterogêneo, com diferentes interesses e faixas etárias. Todavia, questionamos o porquê da hierarquização das profissões dentro dessa lógica? Por que uma profissão é atribuída como mais importante ou complexa do que a de outro profissional com o mesmo nível de formação? Quais sentidos podem ser produzidos com essa denominação para um estudante sobre as profissões? Vale ressaltar que essa denominação surge apenas para nomear o grau de dificuldade, não contempla nenhum aspecto na narrativa do jogo. É necessário que essas questões sejam discutidas, para que seja evitada a construção de estereótipos ou estigmas em torno destas profissões.

Adentrando nos níveis referentes às fases do jogo, cada uma das quatro regiões representa um nível distinto, possuindo duas áreas para restauração (Figura 33) e à medida em que se avança, ocorre a complexificação no processo de restauração.

**Figura 33** - Regiões do planeta e suas respectivas fases.



Fonte: Free Lives (2023).

Em todas as fases de restauração, é seguida a ordem lógica esmiuçada na categoria anterior das regras e objetivos. No primeiro nível se trata de restaurar a área verde com as primeiras máquinas liberadas. Em seguida, no segundo nível, são liberadas máquinas voltadas para a restauração dos biomas. Enquanto a terceira fase, consiste no processo de introdução da fauna e na reciclagem com a retirada de todas as máquinas da área restaurada.

No entanto, este processo se diferencia em alguns aspectos, dependendo da região que está sendo restaurada. Na região Temperada, o processo de restauração no Vale Ribeirinho é o menos complexo, quando comparado com a área Pedreira Abandonada, pois esta última é uma área com maior atividade vulcânica. Para isso, é preciso que seja utilizado um detonador sísmico em algumas fendas vulcânicas para transformar a lava expelida em rochas, que poderão ser utilizadas para distribuir turbinas eólicas em locais desta área que não possuem rochas, visando à restauração total da área de forma mais abrangente.

Já na região Tropical, as etapas se diferenciam pelo fato de os mapas das duas áreas, Ilha Desolada e Arquipélago, serem compostos por ecossistemas marinhos. Nesse sentido, a desintoxicação deve acontecer tanto no solo quanto no oceano. No caso, o Arquipélago se diferencia da Ilha Desolada por ser uma área majoritariamente composta pelo oceano e pequenas porções de terra firme. Diante dessa situação, é preciso utilizar uma máquina que realiza a dragagem do assoalho oceânico para ampliar a área terrestre. Após esse procedimento, é possível completar a restauração das áreas verdes e a limpeza do oceano. Essa região exige habilidade com o sistema de monotrilhos, principalmente para transportar as máquinas de uma porção terrestre para outra, bem como para utilizá-los na etapa da reciclagem. Vale lembrar que nesta região, dois atributos climáticos precisam ser equilibrados: umidade e temperatura.

Por sua vez, na região Polar se tornam mais complexas as etapas da restauração ambiental. Na fase Geleira Vulcânica, é preciso inicialmente começar “usando detonadores sísmicos para causar erupções fissurais, trazendo lava à superfície” (Free Lives, 2023). Diante destas condições, é preciso o auxílio de máquinas denominadas usinas geotérmicas, e utilizar a energia geotérmica proveniente das atividades vulcânicas da área, bem como, os amplificadores solares para derreter a neve. Com isso, possibilitando a retirada das toxinas do solo e do oceano polar com máquinas, bem como o desenvolvimento da vida vegetal. Ademais, nesta região os atributos climáticos são: umidade, temperatura e toxicidade. Nesta região é importante manter a temperatura abaixo de 0° C, reduzir o nível de toxicidade até menos de 5% e atingir 70% de umidade, a fim de completar os objetivos opcionais (Figura 34).

**Figura 34** - Objetivos opcionais da região Polar.



Fonte: Free Lives (2023).

Já a segunda fase da região Polar, denominada Fiorde Poluído, se diferencia da primeira, pois é uma região que não possui atividade vulcânica evidente. Entretanto, para gerar energia é exigido que se utilize as turbinas de maré. Com o uso destas turbinas, combinado com os amplificadores solar, é possível derreter a neve. Conseqüentemente, expondo o solo, que apresenta algumas áreas rochosas, propícias para desenvolvimento de um dos biomas da região. O processo de reintrodução da fauna é similar aos das fases das regiões anteriores, assim como o de reciclagem.

Por fim, a região Continental possui dois níveis, as áreas: Cidade Inundada e Costa Radioativa. A primeira, possui nome autoexplicativo, pois se trata de uma região urbana, que já foi habitada no passado, mas que agora está inundada pelo oceano.

Nesta fase, é necessário lidar com três variáveis: temperatura, umidade e estabilidade geológica. Partindo destas condições, pelo fato de a área estar inundada, é preciso realizar a dragagem “do assoalho oceânico para criar solo para produzir áreas verdes” (Free Lives, 2023). O processo é similar ao realizado na segunda fase da região Temperada, entretanto, se diferencia pelo fato desta região continental possuir a variável de estabilidade geológica. Ao realizar a dragagem dos sedimentos para gerar porções extensas de terra firme, o solo tende a ficar instável (Free Lives, 2023).

Na primeira etapa desta fase, é preciso inserir as turbinas de maré em porções oceânicas profundas, e, com isso, à medida em que o processo de dragagem aumenta a extensão das porções terrestres. É possível realizar o procedimento padrão para aumentar as áreas verdes e desintoxicar o oceano utilizando o removedor de toxinas e o irrigador. Em seguida, ao concluir esta etapa, são liberadas as máquinas para estimular o desenvolvimento dos biomas. Por fim, o processo de reintrodução da fauna é similar aos das fases anteriores.

Para a reciclagem, são exigidas novamente habilidades com o uso do sistema de monotrilhos para transportar máquinas de um local para o outro, bem como para realizar a reciclagem, retirando máquinas em locais de difícil acesso.

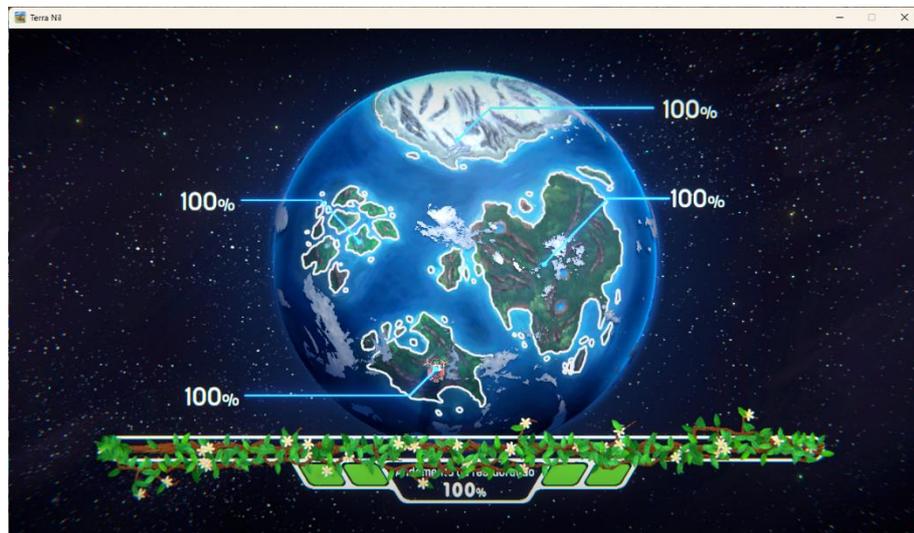
No tocante à segunda fase, da área denominada Costa Radioativa, a radiação é um dos fatores que precisam ser reduzidos inicialmente, para que as máquinas sejam inseridas. A radiação é representada por uma névoa esverdeada, que se distribui ao longo do mapa. Nesse sentido, é prudente que sejam encontradas áreas no mapa que não estão dominadas por essa névoa, para inserir turbinas eólicas e utilizar uma máquina que têm como função dissipar a radiação.

A primeira etapa desta fase consiste em desenvolver estratégias para que a radiação seja dissipada o máximo possível, visando inserir turbinas eólicas e as demais máquinas para

desenvolver áreas verdes e limpar o oceano. Após concluir esta etapa, se inicia a restauração dos biomas, um destes, de Girassóis, é responsável por reduzir os níveis de radiação. Esse bioma é construído com a instalação da máquina concentrador solar, reduzindo largamente os níveis de radiação e possibilitando a formação de mais áreas férteis. A última fase é similar às anteriores, em que é necessário reintroduzir a fauna da região e reciclar as máquinas. Diferenciando-se apenas na construção do foguete interestelar e do banco de sementes.

Ao concluir todos estes níveis, o planeta fictício é considerado completamente restaurado, caso tenham sido cumpridos todos os objetivos obrigatórios e opcionais (Figura 35). Quando não são cumpridos os objetivos opcionais, o percentual do planeta não totaliza 100%, exigindo o retorno nas regiões em que ainda estão pendentes para a sua conclusão.

**Figura 35** - Visão geral do planeta restaurado.



**Fonte:** Free Lives (2023).

Concernente às estratégias identificadas no jogo, a abstração de conceitos e realidade pode ser considerada como uma destas, pois, em diversos momentos, ao representar a realidade, reduz a complexidade de conceitos e dos processos de restauração ambiental. O *Terra Nil* está envolvido com conceitos do campo das Ciências Biológicas, tais como o de Sucessão Ecológica, Relações Ecológicas, Zoologia, Botânica, dentre outros. E, com o auxílio de ecotecnologias, esse processo é gradual e marcado por três etapas. Entretanto, como o jogo desconsidera o elemento tempo, o resultado deste processo é instantâneo, o que pode levar o jogador a acreditar que o processo de sucessão ecológica na realidade seria simples e rápido.

Neste âmbito, foram observados o conflito como estratégia, pois foi identificado nos momentos em que o jogo propõe um desafio, exigindo o desenvolvimento de estratégias para

que seja superado. Por exemplo, na última etapa da restauração na região Tropical, é necessário reciclar todas as ecotecnologias e construções da área restaurada. Porém, como nas áreas dessa região o oceano é predominante, algumas regiões se tornam de difícil acesso para a coleta. Nesse sentido, é necessário utilizar a estação de reciclagem, que pode ser conectada com a rede de monotrilhos, a fim de levar o drone de reciclagem para coletar as ecotecnologias e construções (Figura 36).

**Figura 36** - Estação de reciclagem e a rede de monotrilhos.



Fonte: Free Lives (2023).

Diante desse contexto, para lidar com esse conflito, é essencial que a distribuição da rede de monotrilhos seja bem planejada, para abranger as regiões de difícil acesso. Por fim, outra estratégia empregada pelo jogo é a possibilidade de reiniciar as fases ou etapas, permitindo que o jogador as recomece e utilize táticas diferentes visando restaurar o ambiente.

No que diz respeito ao sistema de recompensas do *Terra Nil*, foram identificados os pontos de recurso, que são desbloqueados à medida em que os objetivos são atingidos e, conseqüentemente, servindo para que mais máquinas e construções sejam adquiridas. Outro aspecto referente ao sistema de recompensas do *Terra Nil* é a apreciação da área restaurada, ou seja, ao recuperar completamente uma área restaurada, o jogo permite que esta seja apreciada. Diante disso, com a sua trilha sonora, que consiste em uma música calma e sem letras; ao mesmo tempo em que exibe cenas animadas do ambiente restaurado.

A possibilidade de ajustar o nível de dificuldade é um elemento relevante para qualquer jogo, pois proporciona a liberdade de os indivíduos encontrarem um equilíbrio entre diversão e desafio; caso contrário, pode corromper um elemento essencial do jogo, que é a diversão (Huizinga, 2007). Ademais, pensando no contexto educacional, essa característica é importante, pois facilita que o jogo seja ajustado de acordo com o nível educacional dos alunos, respondendo às suas habilidades e aos objetivos de aprendizagem.

Referente às estratégias, conforme identificado nas unidades de registro, o *Terra Nil* tem sua mecânica da habilidade voltada principalmente para as habilidades mentais, pois inclui “habilidades de memória, observação e solução de problemas” (Schell, 2011, p. 151). Dentre elas podemos citar: a combinação de máquinas; o desenvolvimento da rede de monotrilhos a fim de abranger todo o mapa; a identificação no mapa do bioma correspondente de cada animal; a formulação de estratégias para regular os atributos climáticos de cada fase, etc.

Nesse sentido, essas habilidades são gradualmente exploradas ao longo dos níveis, aumentando a dificuldade por meio da inserção de mais atributos climáticos com os quais o jogador precisa balancear conforme as condições ideais das áreas em restauração; e, ao mesmo tempo, gerenciar os recursos e os seus gastos, formular estratégias para cumprir os objetivos de cada etapa, bem como os objetivos considerados opcionais pelo jogo.

Neste aspecto, compreendemos que o *Terra Nil* estimula os jogadores “[...] a explorar detalhadamente antes de irem rápido demais, a pensar lateralmente e não só linearmente e a usar essa exploração e esse pensamento lateral para repensar os próprios objetivos” (Gee, 2009, p. 173). Sob esse viés, observamos que é uma estratégia interessante ao se pensar na formação de pessoas que sejam capazes de realizar tomadas de decisões no que diz respeito à transformação da sua própria realidade, aspectos que, com a mediação docente, podem ser complementados e adaptados com temáticas que o currículo da disciplina de Biologia e a EA em sua perspectiva crítica valorizam.

Os níveis do *Terra Nil*, sob o prisma posto por Gee (2009), estão bem ordenados e construídos, a fim de favorecer com que os jogadores possam formular hipóteses que funcionam bem para resolver os desafios mais complexos, à medida em que avançam para os níveis mais difíceis. Dentre as demais estratégias, o jogo predominantemente contempla a abstração de conceitos e realidade, o conflito e a repetição.

Referente ao primeiro elemento, proporciona a oportunidade de lidar com situações que seriam extremamente complexas na realidade e poderiam ser desafiadoras para abordar com fidelidade no jogo (Kapp, 2012). Dessa maneira, essas situações são suavizadas e mais acessíveis no ambiente virtual. Esse elemento, de acordo com esse autor, fornece diversas

vantagens sob a realidade, uma destas é a remoção de fatores externos, que ocorrem na vida real, e que se fossem reproduzidos com grande fidelidade, tornariam o jogo desinteressante.

De acordo com Kapp (2012), uma representação altamente fidedigna de alguns conceitos ou fenômenos da realidade são aspectos que dificultam a imersão e podem estimular o desinteresse dos sujeitos. Nesse sentido, caso o *Terra Nil* apresentasse um alto grau de fidelidade em sua representação da realidade, poderia correr o risco de se tornar maçante para os jogadores, dado que o jogo aborda sobre uma ampla gama de temáticas e conceitos provenientes de diversas áreas de conhecimento. Todavia, de acordo com os objetivos educacionais desejados, o educador pode explorar as lacunas temáticas e conceituais resultantes desse elemento. Dessa maneira, construindo propostas didáticas que contemplem as questões presentes no jogo e aquelas que não foram contempladas.

No que se refere ao conflito, de acordo com Salen e Zimmerman (2018), é um elemento intrínseco dos jogos e fornece um dos significados mais importantes: o valor da vitória mediante as condições enfrentadas. Dessa forma, o conflito emerge como um empenho dos jogadores a alcançar os objetivos contra o sistema do jogo. Entretanto, no caso do *Terra Nil*, projetado para sessões individuais, não há competição. Dessa forma, em cada fase são fornecidas pelo jogo condições ambientais que devem ser contornadas pelo jogador a fim de restaurar o ambiente.

Contudo, ao considerar as potencialidades educacionais, uma possibilidade de contemplar mais indivíduos seria, por exemplo, propondo a formação de equipes para o seu uso, norteados pelos princípios de aprendizagem que geralmente são incorporados pelos *games* (Gee, 2009). O que permitiria não apenas a competição entre os educandos, mas também, a cooperação, que “é o aspecto social que muitos jogadores apreciam” (Kapp, 2012, p. 32, tradução nossa).

De acordo com Boller e Kapp (2018), a cooperação é um elemento mais indicado em jogos de aprendizagem, a menos que esta aconteça em relação ao próprio jogo, tal como o trabalho em equipe. Vislumbrando a mecânica do *Terra Nil*, é possível que sejam desenvolvidas estratégias pedagógicas vinculadas à cooperação, através da formação de equipes entre os alunos e indo em contrapartida à narrativa individualista.

Conforme explicitado anteriormente sobre a mecânica da repetição do *Terra Nil*, esta não penaliza o jogador caso gaste todos os seus recursos antes de finalizar a restauração. A mecânica permite com que o jogador reinicie a etapa da restauração, sem que seja necessário voltar para o início da fase em questão, ou para início do jogo após diversas tentativas. Nesse sentido, identificamos que o *Terra Nil* se orienta no princípio de aprendizagem dos riscos, pois os considerados bons jogos “[...] reduzem as consequências das falhas dos jogadores; quando

erram, eles sempre podem voltar ao último jogo que salvaram. Os jogadores são assim encorajados a correr riscos, a explorar, a tentar coisas novas” (Gee, 2009, p. 171).

Dessa maneira, reduz o medo do jogador em falhar ao tentar atingir os objetivos propostos e, conseqüentemente, seus erros anteriores acabam sendo utilizados para encontrar um padrão de funcionamento do desafio em questão, para que possa solucioná-lo e avançar. E, intrinsecamente, se relaciona com o estímulo ao pensamento sistemático, ao encorajá-lo a pensar e repensar sobre as relações, não sobre eventos, fatos e habilidades de maneira isoladas, mas compreender como cada ação pode ter impactos, uma formação crucial para a realidade global (Gee, 2009). Nesse viés, essa formação é relevante para os sujeitos, principalmente no âmbito do ensino de Biologia e da EA Crítica, pois permitem aos indivíduos compreenderem as questões socioambientais sob o prisma da complexidade; que são geradas por fatores históricos, culturais, políticos, sociais e ambientais e a interação destes fatores, permitindo-os relacionar com a sua realidade local.

Já as recompensas, conforme Huizinga (2007) destaca, podem assumir várias formas, incluindo honra, estima e prestígio. Elas podem se apresentar como prêmios de valor simbólico, material ou abstrato. No contexto do *Terra Nil*, estas são simbólicas, pois se centram nos pontos de recurso. Podendo ser recebidos quando os objetivos são completados, com a quantidade variando, de acordo com a dificuldade de cada objetivo. Além do mais, a segunda recompensa identificada foi a possibilidade de apreciar as áreas restauradas, ao som da trilha sonora do jogo, o que corresponde a um elemento estético do jogo (Schell, 2011).

Com base nesse aspecto, vislumbramos mais possibilidades para o educador explorar, pois à primeira vista as recompensas do *Terra Nil* podem ser consideradas desinteressantes pelos jogadores. Nesse sentido, concordamos com Schell (2011) que é importante recompensar, mas é necessário também enfatizar que é igualmente importante que os alunos/jogadores apreciem que atingir o objetivo por si já é recompensador, para que sejam inspirados a alcançá-los.

### **5.3 Interfaces entre Biologia e Educação Ambiental no jogo digital**

Neste tópico, adentraremos no que se refere às interfaces entre Biologia e EA, identificadas no JD. O primeiro subtópico, reúne os dados referentes às abordagens sobre os seres vivos no conteúdo do *Terra Nil*, e como dialogam com o ensino de Biologia e EA. Enquanto na segunda subcategoria, foram discutidas as abordagens sobre os fatores abióticos representados pelo JD. Na última categoria trata sobre as ecotecnologias, bem como são discutidas as abordagens do *Terra Nil* nesse âmbito.

### 5.3.1 Abordagens sobre seres vivos

Nesta subcategoria foram reunidas as abordagens sobre os seres vivos encontradas no conteúdo do *Terra Nil*. Neste âmbito, foram encontradas representações principalmente no *Guia Básico para a Restauração de Ecossistemas*, que possui um capítulo reservado sobre os animais do jogo. Além disso, os animais são introduzidos na última etapa do processo de restauração, se relacionando com alguns temas da Biologia.

O capítulo Animais é caracterizado principalmente por possuir ilustrações e uma breve apresentação textual sobre cada espécie apresentada, geralmente se referindo ao seu habitat, nicho ecológico e características morfológicas. O jogo não traz o nome científico destes animais, porém, ao trazer a sua descrição, aborda indiretamente sobre o seu comportamento, suas relações ecológicas e termos biológicos. Nas ilustrações, é possível identificar esquemas, que podem fornecer pistas sobre mais características dos animais representados (Figura 37).

**Figura 37** - Representação dos animais no guia.



Fonte: Free Lives (2023).

- Interações Ecológicas

Cabe ressaltar que os nomes dos animais e suas ilustrações, inicialmente são ocultados. Dessa forma, apenas aparecem quando são inseridos nas áreas restauradas. No que diz respeito à introdução dos animais, que ocorre na última etapa da restauração, é preciso encontrar na área

restaurada o habitat adequado para cada animal. Nesse sentido, a descrição textual serve como um direcionamento para que sejam identificados os pré-requisitos necessários para a sua inserção.

Apenas a silhueta e a descrição textual do animal são reveladas. Em um dos animais, por exemplo, é descrito que se trata de um “Animal que **se alimenta de grama e vive em bandos**” (Free Lives, 2023, grifo meu). Ao acrescentar o animal, em um campo aberto com grama, sua imagem e nome vulgar são revelados e suas ilustrações são desbloqueadas no capítulo do guia. Neste caso específico, se tratou de um cervo, o qual precisa estar “ao alcance de pelo menos 20 blocos de área verde” (Free Lives, 2023).

Apesar de não tratar conceitualmente sobre as relações ecológicas, no âmbito dos pré-requisitos para a inserção dos animais, foram identificados animais descritos como predadores na sua apresentação. Os animais em questão, portanto, precisam não apenas estarem inseridos no seu habitat, mas também deve haver presas nas proximidades (Figura 38). Nesse sentido, é preciso encontrar uma forma de inserir os animais na área restaurada e pensar numa estratégia para posicionar os predadores próximos às suas presas. Do ponto de vista da Biologia, essa abordagem do jogo é relevante, pois exemplifica não apenas a relação entre ambiente e os seres vivos, mas contempla que os seres vivos estão interagindo entre si. Nesse sentido, para o ensino de Biologia, é possível explorar a dinâmica da interação ecológica de predação e, em alguns casos, herbivoria.

Ademais, nessa etapa, o *Terra Nil* estimula o jogador a considerar qual região do mapa seria o habitat mais adequados para os animais que estão sendo introduzidos. O planejamento dos locais deve levar em conta, no caso de predadores e herbívoros, a disponibilidade de alimento, proximidade de presas ou vegetais para os herbívoros. Nesse âmbito, vislumbramos potencialidades para ensinar conceitos fundamentais do ramo da Ecologia, tais como a relação entre seres vivos e fatores abióticos; as interações ecológicas de predação e herbivoria, bem como habitat.

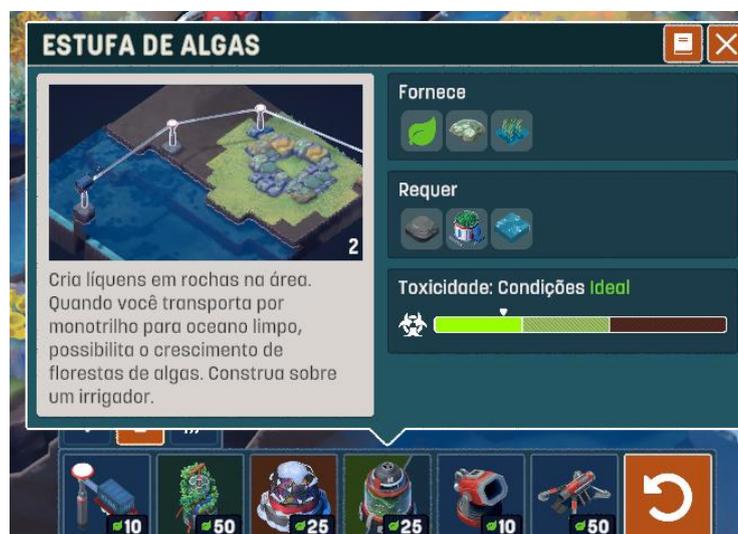
**Figura 38** - Requisitos do urso polar.



Fonte: Free Lives (2023).

No âmbito das interações ecológicas, o jogo apresenta sobre os líquens, porém, essa associação mutualística obrigatória é considerada como um bioma que se desenvolve principalmente em rochas, não especificando que se tratam de relações mutualísticas entre fungos e cianobactérias ou algas. Diante disso, é possível identificar um equívoco conceitual no que se refere aos líquens, pois se trata de uma associação benéfica e obrigatória entre dois indivíduos de espécies diferentes, que trocam benefícios. Nesse sentido, se o educador utilizar esse jogo com o objetivo de representar interações ecológicas para os seus alunos, é pertinente que essa abordagem seja corrigida ou problematizada. O “bioma” em questão, só pode ser desenvolvido utilizando a estufa de algas (Figura 39).

**Figura 39** - Estufa de algas.



Fonte: Free Lives (2023).

Foi identificado que apesar de abordar sobre os animais, vegetais e demais seres vivos, o jogo não traz em suas abordagens o nome científico das espécies contempladas em seu conteúdo. Ademais, não há conceituação de termos que aparecem constantemente ao longo do jogo, tais como: espécies; biodiversidade; habitat; predador; presa; extinção; herbívoro; caniforme; estuários; manguezais e etc. Compreendemos que o processo de ensino-aprendizagem “não se dá apenas em decorar conceitos, mas sim em proporcionar habilidades e capacidades intelectuais que favoreçam uma relação crítica e reflexiva com os conteúdos abordados” (Barbosa; Silveira, 2018).

E se tratando de um jogo, que já possui um forte caráter instrucional, a presença de uma grande quantidade de informações teóricas pode tornar a experiência maçante para o jogador. Nas abordagens do *Terra Nil*, podemos identificar alguns desses conceitos permeando na experiência da jogabilidade. Por exemplo, na reintrodução dos animais, o conceito de habitat não é definido textualmente, mas está implícito quando o jogo instrui o sujeito a acrescentar o animal num local que corresponde à descrição contida nele. O mesmo contexto ocorre com os termos predador, presa e herbívoro.

Entretanto, a ausência de uma definição clara do termo “espécie”, que ainda é debatido, assim como o uso exclusivo de nomes vulgares, pode gerar dificuldades de compreensão. Especialmente quando se trata do uso de nomes vulgares, que variam entre regiões e culturas. Ademais, foram identificados problemas conceituais em torno dos líquens, formados por uma relação mutualística obrigatória, mas sendo tratados como um bioma.

No que se refere às interações ecológicas identificadas no jogo, as predominantes foram as de predação e herbivoria, enfatizadas na descrição dos animais no processo de reintrodução. No entanto, no *Terra Nil* houve o tratamento em níveis hierárquicos em espécie, populações e comunidade. Em espécie, apareceu na descrição do animal; e em populações e comunidades, quando estes eram acrescentados nos seus habitats.

Diante desse contexto, nesse escopo, notamos que as abordagens podem amenizar visões do senso comum de que predadores são ferozes ou maus, pois essas concepções estão presentes “em desenhos animados, gibis, revistas e outras mídias que tratam o fato de um predador matar sua presa para se alimentar como sendo um fato ruim” (Freire; Castro; Motokane, 2016, p. 138). Nesse sentido, o *Terra Nil* pode ser utilizado para romper com essas visões do senso comum, tendo em vista que apresenta os animais sejam predadores, ou não predadores, de forma equilibrada. Ou seja, não há vilanização em torno dos animais predadores.

Por fim, vale ressaltar que ao introduzir os animais, estes aparecem caminhando pelo seu hábitat em grupos populacionais pequenos, mas não interagem com os animais de outras espécies, bem como não possuem dinâmica populacional (natalidade, mortalidade, imigração, emigração). Nesse sentido, não é possível visualizar as interações ecológicas entre os animais acontecendo em tempo real, como o urso polar predando pinguins ou outros animais. Dessa forma, compreendemos que o jogo quer ressaltar um viés de coexistência harmoniosa entre as comunidades de seres vivos, mas é necessário que nessa coexistência existam interações desarmoniosas a nível de indivíduos para que o equilíbrio seja mantido.

Concordamos com Freire, Castro e Motokane (2016) que nem todos os aspectos da ecologia profissional podem ou devem ser contemplados na escola, bem como o ensino de ecologia não tem como objetivo formar ecólogos. Todavia, é necessário ponderarmos sobre o grau de simplificação de alguns recursos educativos, bem como o grau de complexidade de algumas abordagens.

De acordo com Barbosa e Silveira (2018) recursos para além do livro didático no ensino de Biologia podem fazer toda a diferença, porém a utilização de qualquer recurso educativo ou estratégia metodológica deve ser feita com o intuito de fomentar reflexões que possibilitem ao aluno compreender a realidade. Logo, mesmo com a ausência de definições ou conceitos, o papel do educador mostra-se fundamental para explorar e contextualizá-los.

- **Microrganismos**

No que concerne aos microrganismos nas abordagens do *Terra Nil*, foi observado que foram desconsiderados do seu relevante papel na ciclagem de nutrientes, bem como no equilíbrio ambiental. Dessa maneira, ao longo do jogo, alguns foram apenas citados como objetivos opcionais denominados pelo jogo como limites climáticos.

Os fungos, sem associação mutualística, são abordados somente na lista de objetivos opcionais (Figura 40), enquanto as bactérias não são citadas em nenhum momento. Como representantes dos protistas, as algas são apresentadas apenas na descrição da estufa de algas e em alguns objetivos opcionais das regiões tropical e polar, principalmente para o desenvolvimento de biomas marinhos.

**Figura 40** – Objetivos opcionais.



Fonte: Free Lives (2023).

Ao tratar sobre os microrganismos, além de definições incorretas, como no caso dos líquens, o jogo pouco explorou sobre a sua importância para o processo de sucessão ecológica, quanto para a manutenção da vida seja no planeta fictício quanto na realidade. Consideramos grave essa forma de abordagem, que é um problema marcante no ensino de Ciências e Biologia, pois geralmente os autores de livros didáticos e recursos educativos dão ênfase aos microrganismos patogênicos e discorrem rasamente sobre a importância socioambiental dos demais microrganismos, principalmente os do solo, o que pode construir a ideia de que estes só causam doenças (Vilas Boas; Moreira, 2012).

Ademais, “parece haver um distanciamento entre as ideias sobre os microrganismos, como se as suas populações fossem bem separadas, habitando lugares específicos, e como se as doenças fossem causadas exclusivamente por aqueles que têm apenas essa função” (Oliveira; Azevedo; Sodré Neto, 2016, p. 268). Consequentemente é um contexto que causa preocupações, pois geram visões equivocadas sobre a temática e apontam para a necessidade de abordagens mais adequadas pelos educadores e na produção de recursos educativos. No Terra Nil, que é um jogo de restauração ecológica, é questionável a ausência de abordagens que enfatizam o importante papel socioambiental dos microrganismos e suas relações ecológicas.

No entanto, ao considerar a EA Crítica no contexto do ensino de Biologia, especialmente ao abordar temas de Microbiologia, o jogo pode ser usado para questionar a desvalorização da importância dos microrganismos. Esses seres, que são cruciais para processos como a ciclagem de nutrientes e, alguns para a fotossíntese; no jogo, foram relegados a objetivos opcionais ou até mesmo ignorados, como no caso dos microrganismos do solo.

- Polinização

No que se refere aos vegetais, são poucas espécies apresentadas individualmente, tais como girassóis e bambus. No *Terra Nil*, predominantemente, são apresentados como formações vegetacionais que compõem os biomas apresentados em seu conteúdo.

Além disso, em suas abordagens, o jogo apresenta sobre o processo de polinização ao introduzir sobre o bioma Fynbos. Nas abordagens, a polinização ficou restrita apenas à região Temperada, região em que podem ser introduzidas colmeias em árvores isoladas ao longo do mapa (Figura 41).

**Figura 41** - Introduzindo colmeias na área em restauração.



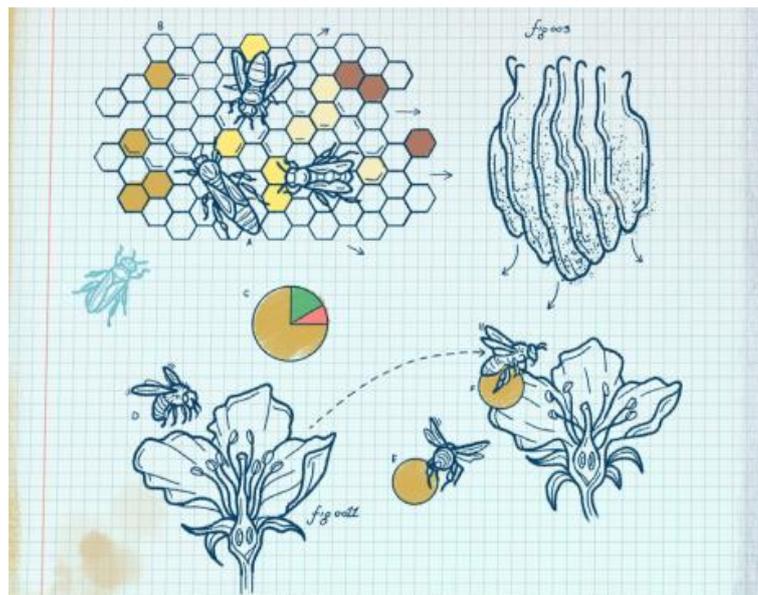
Fonte: Free Lives (2023).

Na descrição das colmeias, o jogo traz que “abelhas polinizam áreas verdes próximas, produzido fynbos floridos” (Free Lives, 2023.). O bioma denominado de Fynbos é caracterizado por plantas de pequeno e médio porte, em sua grande maioria de angiospermas (plantas que geram flores e frutos). Nesse contexto, o jogo discorre sobre a importância das abelhas como insetos polinizadores, mas restringe a sua importância para apenas uma região de todo o planeta.

Ademais, as abelhas são abordadas novamente no *Guia Básico para a Restauração de Ecossistemas*, mas no capítulo do livro centrado nas construções. O guia apresenta o seguinte trecho da construção denominada colmeia: “**As polinizadoras das colmeias transformam folhagens em flores brilhantes.** Lembre-se: apenas fnybos floridos criados em torno de colmeias contam para o seu objetivo. As colmeias não contam.” (Free Lives, 2023, grifo meu). A página em questão contém ilustrações representando as abelhas, mesmo que não cite o seu nome diretamente.

Na figura 42, extraída da mesma página, pode ser inferido que se tratam de ilustrações que representam as abelhas em favos e a morfologia de uma colmeia. Além de conter um esquema sobre o processo de polinização e um gráfico em forma de pizza, que possivelmente representa as porcentagem das abelhas como polinizadoras comparadas aos demais seres polinizadores.

**Figura 42** - Ilustrações sobre as abelhas.



Fonte: Free Lives (2023).

Diante disso, as abelhas são apresentadas genericamente e, por meio das ilustrações, dada as características similares morfológicas, pode se tratar de apenas um único grupo de abelhas. Não é apresentada a espécie, mas são abelhas que podem ser consideradas sociais (interação ecológica de sociedade). A única região em que aparecem é a região Temperada, não ocorrendo sua incidência nas demais regiões. Logo, o jogo não trata sobre a biodiversidade das espécies de abelhas e restringe a sua importância para o equilíbrio ambiental a apenas uma região do planeta.

Nesse contexto, identificamos que o tema da polinização, que compõe o currículo das disciplinas de Ciências e Biologia, foi abordado de forma superficial e fragmentada; não tão diferente quanto alguns livros didáticos (Marinho; Santos; Santos, 2017). De acordo com os autores,

a forma fragmentada que esses conteúdos de ensino são abordados não permite uma vinculação com outros tópicos, limitando-se muitas vezes a uma apresentação superficial em livros didáticos e nas aulas e deixando de ressaltar a importância da palinologia em diferentes aspectos relacionados ao cotidiano do aluno (Marinho; Santos; Santos, 2017).

Quando o *Terra Nil* atribui apenas a um único bioma a importância da polinização, desconsidera a importância global desse processo e pode gerar interpretações errôneas nos jogadores. Além do mais, é utilizada apenas um grupo de abelhas como exemplo de agentes polinizadores, não contemplando as vias abióticas e os demais insetos que realizam.

Geralmente, pelo interesse comercial, a *Apis mellifera L.* é a espécie de abelha que geralmente é utilizada para ilustrar livros didáticos de Ciências e Biologia. As abelhas em questão “têm sido as mais utilizadas em todo o mundo para polinização de áreas cultivadas, em razão de seu fácil manejo, tamanho de suas colônias, sua abundância em diferentes ecossistemas e seu perfil generalista na busca de recursos” (Pires et al., 2016, p. 423). E, o *Terra Nil* possui uma abordagem similar quando apresenta apenas um grupo de abelhas, sob um viés utilitarista. Afinal, as colméias, que devem ser acrescentadas na restauração do bioma *fynbos* se encontram na lista das construções do Guia Básico de Restauração Ecológica.

A temática em torno do desaparecimento das abelhas, por sua vez, é apresentada apenas em alguns destes livros didáticos, aspectos que apontam que é necessário melhorar a abordagem dos conteúdos referentes às abelhas e que sejam ampliadas as discussões sobre o seu desaparecimento para o ensino de Biologia (Vieira; Bendini; Borges, 2021).

No entanto, as abordagens devem perpassar não apenas uma única espécie, mas também as consideradas abelhas nativas, que representam uma importante riqueza da entomofauna brasileira e que atuam na preservação do ambiente e das espécies existentes nele, bem como são utilizadas na meliponicultura de forma sustentável por populações rurais e para proteção de biomas tropicais (Ferreira et al., 2013).

Apesar da importância e complexidade desta temática, Godoy e Paro (2023) constataram em sua pesquisa que as iniciativas de trabalhos com esta temática na escola são poucas quando comparadas ao preocupante cenário ambiental de extinção das espécies de abelhas nativas, resultado das ações antrópicas e agravados pela crise global.

O *Terra Nil*, mesmo trazendo representações ilustrativas que representam o papel das abelhas diante da polinização, é pouco explicativo no que concerne a um olhar holístico da importância desses insetos, bem como das espécies de abelhas nativas. Além do mais, suas abordagens não são pertinentes no que se refere ao processo de polinização ser restrito a apenas um único bioma.

No que se refere aos demais insetos, estes não são citados no processo de restauração, com exceção da menção das borboletas e vagalumes respectivamente em um dos objetivos opcionais referente aos atributos climáticos das regiões Polar e Continental, não havendo nenhum aprofundamento sobre a importância destes insetos para as áreas restauradas. Entendemos as limitações do JD ao tratar sobre algumas temáticas, no entanto, discussões podem ser levantadas em torno dessas abordagens com os educandos com a finalidade de desenvolver questionamentos sobre os aspectos que não foram contemplados.

Diante disso, intervenções vinculadas com a EA Crítica podem contribuir para complementar essas questões, estimulando sensibilizações e o reconhecimento da importância das abelhas para a biodiversidade e dos sérios danos à biodiversidade ocasionados pelo desaparecimento destes polinizadores (Layrargues; Lima, 2013; Pinto; Bampi; Galbiati, 2018).

No que se refere às espécies de plantas, o *Terra Nil* tende, em sua grande maioria de abordagens, a retratá-las com a sua importância na formação de vegetação. A ausência de abordagens além destas é preocupante, levando em consideração que a impercepção botânica é um dos desafios marcantes no contexto do ensino de Biologia; se trata da dificuldade em perceber as plantas ao nosso redor, desconsiderar a sua importância na biosfera e na nossa vida, bem como de conseguir reconhecer os seus atributos estéticos e biológicos característicos (Ursi; Salantino, 2022).

Nesse sentido, de acordo com os autores, essa impercepção extrapola os ambientes escolares e invade os meios de comunicação e as redes sociais. Concernente a essas questões, é relevante que essa impercepção botânica seja combatida através de problematizações e discussões.

O *Terra Nil* apresenta algumas limitações no que diz respeito a apresentar sobre as plantas, porém possibilita que algumas discussões sejam levantadas em torno das características dos vegetais, suas relações ecológicas e sobre suas adaptações. Por exemplo, em cada região do planeta fictício existem condições climáticas diferentes e é possível identificar a diferença dos aspectos morfológicos de cada vegetação. Dessa maneira, a vegetação da região Temperada é diferente das demais regiões; tais como a Polar, com a presença de plantas adaptadas ao frio.

Conseqüentemente, é possível levantar discussões sobre as demais características e tratar sobre adaptações das plantas dos biomas brasileiros.

Diante do exposto, no âmbito dos seres vivos, o *Terra Nil* contempla diversas temáticas que são de interesse para o ensino de Biologia e para EA. No entanto, foram identificados equívocos conceituais como, por exemplo, quando o jogo apresenta sobre os líquens, tratando-os como biomas; não considera o papel fundamental dos microrganismos para os ecossistemas; restringem a importância dos polinizadores para apenas uma região do planeta, apesar de possuir outras áreas com plantas angiospermas (plantas capazes de gerar flores e frutos).

Embora o jogo não apresente textualmente, conceitos como interações ecológicas, habitat, cadeia alimentar, etc.; pode ser utilizado como um recurso interativo que possibilita os alunos vislumbrarem exemplos desses conceitos. Nesse contexto, é possível ensinar alguns conceitos de Ecologia com o *Terra Nil*, mesmo que não seja possível observar algumas interações acontecendo em tempo real.

Considerando as lacunas conceituais e temáticas resultantes da abstração de conceitos e realidade (Kapp, 2012), no âmbito das abordagens sobre os seres vivos, o jogo contempla diversas oportunidades que podem permitir a compreensão de como os sistemas vivos funcionam e as relações que estabelecem, que são interesses do campo do ensino de Biologia (Brasil, 2002). Dessa forma, por centralizar suas abordagens na Ecologia, Zoologia e Botânica, demonstram potencial para fomentar discussões sobre os problemas relativos à biodiversidade.

Destarte, se relaciona com a segunda competência da BNCC voltada para a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que tem como interesse permitir aos estudantes atribuir importância à natureza e o reconhecimento da imprevisibilidade de fenômenos e os limites do conhecimento científico (Brasil, 2018). Dessa forma, levando em consideração que os temas que permeiam essa competência são: origem e extinção de espécies; evolução biológica; biodiversidade; ecossistemas; cadeias alimentares; e políticas socioambientais.

No que diz respeito à EA, as abordagens do jogo em relação aos seres vivos estão principalmente associadas à EA Pragmática. As abordagens enfatizam uma dicotomia entre seres humanos e natureza, pois não contemplam os seres humanos como participantes das interações ecológicas; além do mais, ao tratar sobre as abelhas, conceberam-nas como elementos de uma ecotecnologia (colméia), para solucionar pontualmente questões complexas (restaurar um bioma) apenas com o seu uso (Layrargues; Lima, 2014).

Entretanto, com a mediação de educadores, as abordagens do jogo podem ser utilizadas para gerar problematizações, contemplando a perspectiva da EA Crítica. Dessa maneira, enfatizando a relação indissociável entre seres humanos e natureza, que a crise global é

complexa e envolve fatores sociais, culturais, econômicos e políticos (Silva, 2007). Conseqüentemente, respondendo aos interesses do ensino de Biologia de estimular os educandos a se instrumentalizarem para participar dos debates relativos às questões socioambientais e se prepararem para ações de intervenções solidárias (Brasil, 2002).

Nesse sentido, contribuindo para a formação de uma visão socioambiental complexa e interdisciplinar que “analisa, pensa, organiza o meio ambiente como um campo de interações entre a cultura, a sociedade e a base física e biológica dos processos vitais, no qual todos os elementos constitutivos dessa relação modificam-se dinamicamente e mutuamente” (Brasil, 2013, p. 542).

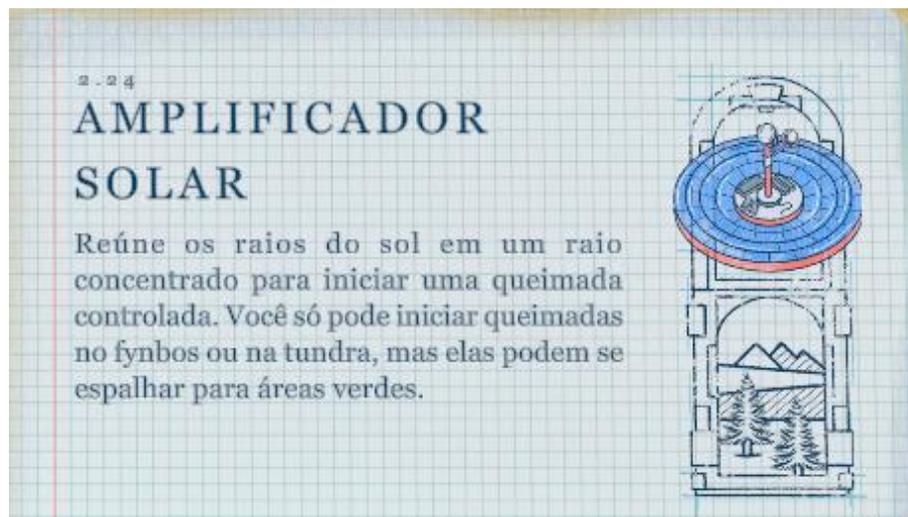
### 5.3.2 Fatores abióticos

No tocante a essa subcategoria, foram reunidas as abordagens do *Terra Nil* sobre os fatores abióticos. De maneira geral, o jogo apresenta sobre a importância de alguns fatores abióticos para a manutenção da vida e o equilíbrio ambiental. Dentre os fatores predominantes, foram identificados: o solo; a água e umidade; temperatura; luz solar; queimadas; presença de poluentes (toxicidade); e radiação antropogênica.

- Queimadas

Dentre os demais fatores abióticos, as queimadas ganharam grande ênfase no conteúdo do jogo, sendo tratadas como um distúrbio natural que é essencial para que o desenvolvimento de florestas, pois enriquecem o solo com “cinzas nutritivas” (Free Lives, 2023). Essas abordagens foram identificadas desde o livro guia até nas animações ao acrescentar algumas máquinas (Figura 43). Todavia, o *Terra Nil* não cita sobre quais são os nutrientes que compõem o solo. Além disso, não destaca que o solo pode apresentar sementes e/ou esporos em estado de dormência, que podem germinar com aumento de temperatura causado no solo pelas queimadas.

**Figura 43** - Máquina amplificadora solar.



Fonte: Free Lives (2023).

A máquina denominada amplificador solar é responsável pelo processo de formação de queimadas controladas e possui uma breve descrição no *Guia Básico para a Restauração Ecológica*: “Reúne os raios do Sol em um raio concentrado para iniciar uma **queimada controlada. Você só pode iniciar queimadas no fynbos ou na tundra, mas elas podem se espalhar para áreas verdes**” (Free Lives, 2023, grifo meu).

Novamente, as queimadas são contempladas em outra máquina (Figura 68), denominada arboreto, que “**possibilita o crescimento de florestas** a partir de cinzas nutritivas no entorno. Primeiro,  **você precisa iniciar uma queimada controlada** com um amplificador solar, **criando as cinzas necessárias para produzir uma floresta**” (Free Lives, 2023, grifo meu).

Nesse sentido, o jogo traz sobre a importância de cinzas para o desenvolvimento florestal, porém, não aborda sobre quais são esses nutrientes. Concernente a essas questões, dentre as abordagens sobre os fatores abióticos, foi constatado que as queimadas foram predominantemente contempladas no conteúdo do jogo.

Considerando o PCN do Tema Transversal Meio Ambiente, discutir sobre essas questões é relevante no âmbito da educação básica, pois

devido a boa parte do território nacional ser coberta pelos maiores ecossistemas tropicais do planeta, torna-se indispensável a discussão do problema das queimadas na Amazônia, no cerrado, na zona costeira, que tem se tornado um assunto de interesse internacional, pela importância desses sistemas para o equilíbrio climático mundial (Brasil, 1998, p. 222).

Concernente a esse contexto, pensando nas possibilidades pedagógicas no âmbito da Biologia, é possível realizar um paralelo dos biomas brasileiros com alguns dos biomas presentes no jogo, tais como a floresta tropical, manguezal, floresta temperada, entre outros.

Dessa maneira, não apenas discutindo sobre a importância das queimadas naturais para alguns biomas brasileiros, mas também promovendo discussões sobre as queimadas criminosas e os seus danos para o solo, para o aumento da poluição atmosférica, para o efeito estufa, sendo uma das responsáveis diretas pela degradação de ecossistemas e extinção de espécies (Brasil, 1998). Nesse sentido a EA Crítica pode ser contemplada, sendo pautada pelo viés da corresponsabilidade socioambiental (Lima, 2004), direcionando uma debates sobre as causas mais profundas das queimadas criminosas no Brasil, considerando a heterogeneidade das diversas classes e grupos sociais.

Diante disso, numa perspectiva vinculada pelo viés da corresponsabilidade, os indivíduos poderão compreender que não são totalmente responsáveis pelas questões que envolvem a crise global, mas partilham uma parcela dessa responsabilização com outros grupos sociais, bem como na fiscalização e no controle dos agentes de degradação ambiental (Jacobi, 2003).

- Poluentes

Referente ao solo, fica evidente em alguns momentos, o reconhecimento da importância deste fator para a vida terrestre. Afinal, na primeira etapa da restauração é necessário que o solo seja desintoxicado e irrigado, para que áreas verdes se desenvolvam. Na descrição da máquina removedora de toxinas (Figura 44), podemos encontrar um dos momentos em que o jogo atribui essa importância, trazendo que “**limpa terras inférteis para criar solo fértil. Faça isso antes de plantar.** Para uma maior eficácia, tente construir removedores de toxinas para cobrir a maior área possível com o mínimo de removedores” (Free Lives, 2023, grifo meu).

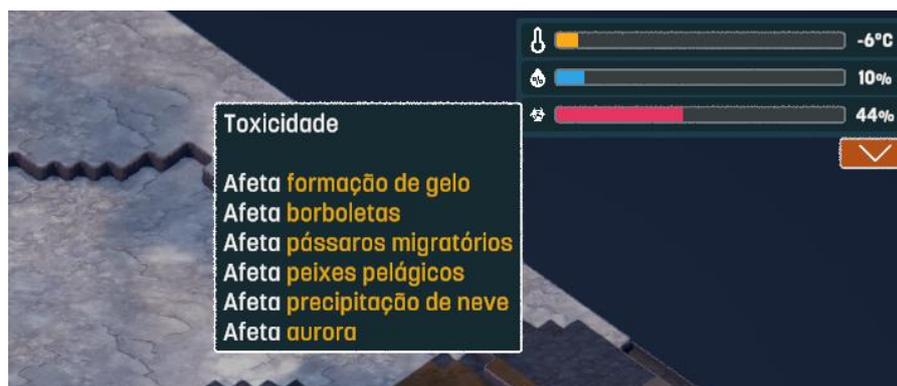
**Figura 44** - Descrição do removedor de toxinas.



Fonte: Free Lives (2023).

Referente à presença dos poluentes como fatores abióticos, o *Terra Nil* traz o atributo climático Toxicidade na região Polar, descrevendo que esta afeta a formação de gelo, a precipitação da neve e a visualização do fenômeno da aurora boreal. Ademais, nesta região, a presença de poluentes afeta a presença de borboletas, pássaros migratórios e peixes pelágicos no oceano (Figura 45).

**Figura 45** - Influência da toxicidade na região Polar.



Fonte: Free Lives (2023).

Partindo desses princípios, é necessário reduzir os níveis de toxicidade do ambiente, seja no solo ou no oceano, para que possa aplicar máquinas e para que seja possível o desenvolvimento dos biomas e da vida de maneira geral. Apesar de tratar sobre a toxicidade, não são apresentados os principais poluentes do solo e água no contexto do jogo.

Nesse âmbito, consideramos o conceito de poluição como “emissão de resíduos sólidos, líquidos e gasosos em quantidade superior à capacidade de absorção do meio ambiente. Esse desequilíbrio interfere na vida dos animais e vegetais e nos mecanismos de proteção do planeta” (Cubas, 2011, p. 30).

Partindo desse conceito, compreendemos que a abordagem do jogo parcialmente tem pertinência, pois de fato a toxicidade interfere no início da restauração ambiental em todas as regiões que precisam ser restauradas no jogo, sendo necessário desintoxicar o solo para que a vegetação possa se desenvolver. Nos rios e oceanos, é necessário realizar esse processo utilizando a mesma máquina, mas abrangendo regiões do continente próximas ao oceano ou rios, permitindo o desenvolvimento de biomas costeiros (região Tropical) e/ou aquáticos. É conveniente ressaltar que apesar de trazer o termo toxicidade, não é conceituado textualmente, bem como não é utilizado o termo poluição e/ou poluentes.

No entanto, como o jogo desconsidera os seres humanos em suas abordagens sobre a poluição, é causado um certo distanciamento do potencial de sensibilização das abordagens do jogo. Nesse quadro, o jogador é o único representante que está tomando decisões e seguindo instruções para a redução deste problema, recaindo a um viés individualista e pragmático no enfrentamento da poluição (Silva, 2007; Layrargues; Loureiro, 2013). Além do mais, não é apresentado em evidência a origem da intoxicação do solo nas áreas do jogo, muito menos se os poluentes têm origens similares ou diferentes entre as regiões.

No que diz respeito às formas de poluição aquática, o jogo possui abordagens similares, mas não recebe tanto destaque quanto a poluição do solo, sendo que é uma questão que envolve questões políticas, sociais e ambientais. Nesse sentido, no campo da EA, essa temática abrange uma soma de fatores que não podem deixar de serem discutidos e estudados em sala de aula, pois a compreensão da poluição das águas e da sua qualidade corresponde em conservar a própria vida (Genovez; Vale, 2005). Já a poluição atmosférica, só recebeu uma única abordagem, centrada na radioatividade, a qual será discutida em seguida.

Rompendo com essa perspectiva, novamente o papel do educador é primordial para explorar essas questões de forma não linear com os alunos, caso queira utilizar o jogo para problematizar tais questões. Concordamos com Avila e Lingnau (2015), que o papel da Biologia é de superar o ensino de conteúdos preservacionistas e ambientalistas, mas devendo alavancar discussões que possibilitem aos sujeitos refletir de modo complexo a problemática ambiental.

Munindo-o dos saberes necessários à compreensão da crise, não apenas em seus aspectos naturais, mas incluindo nessa análise os fatores sociais, econômicos, políticos e culturais, percebendo tratar-se de uma crise socioambiental, produto do atual modelo socioeconômico de relação sociedade-natureza (Avila; Lingnau, 2015, p. 148).

Tais reflexões podem não ser estimuladas apenas com a experiência interativa entre o jogador e o jogo, porém podem ser geradas com a mediação do docente. Nesse viés, Sousa Pereira e colaboradores (2022) apontam para contribuições satisfatórias de jogos como recursos educativos para o ensino sobre poluição ambiental, seja no ensino superior quanto no ensino médio, promovendo um maior envolvimento dos educandos.

Assim, o ensino de Biologia vinculado com a EA Crítica tem um importante papel a desempenhar a estimular uma procura efetiva destes novos valores, no enfrentamento das desigualdades e exclusões sociais, ao mesmo tempo na luta por uma sustentabilidade ecológica (Genovez; Vale, 2005). No contexto do *Terra Nil*, fica evidente que as suas abordagens se distanciam da EA Crítica, por desconsiderar os seres humanos perante tais questões e apresentar a solução da problemática da poluição como algo pontual e não complexo (Layrargues; Lima, 2011).

Nesse sentido, abordagens que contemplem a interdisciplinaridade são relevantes, pois ao tratar da temática poluição, dentre outros temas relacionados à crise global, “a redução dos conteúdos, a fragmentação, a falta de apresentação dos conceitos, as abordagens ao tema de forma indireta, com algumas atividades individuais e separadas do restante dos outros conteúdos não possibilitam relacionar o tema com outros conteúdos” (Ronqui; Sousa, 2022, p. 133). Consequentemente, dificultando a construção de conhecimentos e ações de enfrentamento que sejam adequadas perante os desafios socioambientais da crise global do século XXI.

- Radioatividade

Por fim, apesar de introduzir o fator abiótico radioatividade na região continental, o jogo não apresenta o seu conceito. Entretanto, traz que é um atributo climático que impossibilita a construção de máquinas e afeta vários seres vivos: vaga-lumes, peixes pelágicos, pássaros migratórios, algas e o desenvolvimento da vegetação (Figura 46).

**Figura 46** - Influência da radioatividade na região continental.



Fonte: Free Lives (2023).

Diante desse contexto, a intensidade da radioatividade inicial é de 456 contagens por minuto (CPM), devendo ser reduzida para abaixo de 35 CPM. Vale ressaltar que os seres humanos não são abordados como seres integrantes nas inter-relações deste planeta. Todavia, ao representar a região continental como uma cidade abandonada, cheia de depósitos artificiais com materiais radioativos com vazamentos, deixa implícita a culpa dos seres humanos pelo colapso desta região e, possivelmente, das demais áreas.

Na visão de Pinto e Marques (2010), os processos radioativos são cada vez mais presentes em diversas áreas, como na geração de energia elétrica, tratamentos médicos, datação de fósseis e esterilização de alimentos, com perspectivas de maior utilização futura. Todavia, os autores apontam que esses processos apresentam riscos significativos, como contaminação ambiental, acidentes em usinas nucleares e o descarte seguro de resíduos. Concernente a esse contexto, “uma abordagem enfática, o debate e a compreensão sobre o tema radioatividade nas escolas, é de extrema importância, pois está incluso nos documentos norteadores da educação brasileira” (Ferreira; Silva; Silva, 2019, p. 4473).

No contexto da BNCCEM, no âmbito Ciências da Natureza e suas Tecnologias, uma habilidade voltada especificamente para a radiação, tema controverso e predominante no conteúdo do JD: “EM13CNT103 – Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, na indústria e na geração de energia elétrica” (Brasil, 2018, p. 541).

No que se refere às abordagens do *Terra Nil*, que representa em alguns momentos o fator radioatividade, bem como apresenta em sua última fase uma cidade que sofreu uma contaminação que se espalhou para os rios, oceano, ar e solo. Contudo, boa parte das suas abordagens não são adequadas.

Por exemplo, o jogo em alguns momentos utiliza os termos radiação e radioatividade como sinônimos na descrição de algumas máquinas; a radioatividade é representada por uma névoa verde que vai se dissipando ao serem acrescentadas algumas máquinas, ainda que a radiação emitida por materiais radioativos não pode ser vista a olho nu; assim como a recuperação quase que instantânea de uma região contaminada apenas utilizando máquinas.

Dessa maneira, é necessária a desmistificação destes equívocos em sala de aula, visando quebrar preconceitos e estimular a formação de novas ideias, para que se mude o contexto de alunos brasileiros com dificuldade em compreender essa temática e a sua importância (Ferreira; Silva; Silva, 2019).

Esse movimento é possível utilizando o *Terra Nil*, apesar dos percalços identificados, pois o jogo pode ser um recurso educativo interessante para abordar sobre essa temática com os educandos, ainda mais para tecer paralelos entre a recuperação de uma área que sofreu acidente nuclear na realidade, com a simulação do jogo. Nesse sentido, o educador novamente possui um papel fundamental no preenchimento das lacunas e nas discussões destas com os alunos visando estimular o senso crítico perante essa temática. Logo, é possível ter uma discussão mais ampla sobre o tema radioatividade, e com o uso do jogo é possível que os alunos visualizem alguns dos seus efeitos sobre o ambiente, conseqüentemente despertando o interesse pela temática.

Ademais, concordamos com Fernandes e Campos (2016, p. 64) quando estes discutem que

É importante enfatizar que os aspectos ambientais são intrínsecos ao estudo da radioatividade, tendo em vista que, vários episódios negativos de catástrofes ambientais relacionados a fenômenos radioativos foram disseminados pela mídia nos últimos anos (Chernobyl, 1986; Goiânia, 1987; Fukushima, 2011), por isso, podem se constituir como possibilidades de articulação entre disciplinas como Química e Biologia, Química e Física, fomentando, dessa forma, ações voltadas à interdisciplinaridade.

De acordo com o PCN+ da área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, a disciplina de Biologia tem como interesses proporcionar aos alunos:

Analisar as interações entre as comunidades biológicas e os fatores físicos e químicos que compõem um ecossistema; as relações de convivência e conflito entre as várias espécies; as relações alimentares; o circuito entre o orgânico e o inorgânico dos elementos essenciais à vida e os desequilíbrios nesses ciclos; as consequências da poluição e a responsabilidade compartilhada e o uso sustentável da biodiversidade (Brasil, 2002, p. 52).

Nesse sentido, ao analisar as abordagens do *Terra Nil* no escopo dos fatores abióticos, foi observado que são tratadas diversas das questões supracitadas, que são interesses deste campo. Todavia, por não considerarem os seres humanos, não contemplam as questões relacionadas à responsabilidade compartilhada diante das questões socioambientais. Porém, as abordagens do jogo se direcionam a apresentar sobre as consequências da poluição, permite vislumbrar e analisar algumas das interações entre as comunidades biológicas com fatores abióticos, bem como suas relações alimentares e as relações de convivência e conflito.

Destarte, neste mesmo documento, foi possível identificar que as demais abordagens do *Terra Nil*, no escopo dos fatores abióticos, dialogam com a habilidade: “EM13CNT105 - Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos” (BRASIL, 2018, p. 541).

As habilidades em questão estão inseridas na primeira competência específica da área, voltada a analisar os fenômenos naturais e os processos tecnológicos, visando propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos e minimizem impactos socioambientais e melhorem a qualidade de vida nos seus diversos âmbitos (Brasil, 2018).

No âmbito dessa habilidade, observamos que somente o jogo não viabiliza contemplar uma abordagem direcionada a essa perspectiva, pois não são considerados os ciclos biogeoquímicos; e, mesmo que houvesse, a interferência humana ficaria restrita apenas ao âmbito do jogador. Em contrapartida, o *Terra Nil* possibilita, dentro dessa perspectiva, visualizar alguns fenômenos naturais, tais como a precipitação e geadas. Levando em consideração esses aspectos, consideramos que é possível trabalhar tais questões, mas com forte limitação.

### 5.3.3 Ecotecnologias

Nessa categoria foram reunidos trechos textuais e capturas de tela em que o *Terra Nil* aborda sobre as Ecotecnologias. Com base nisso, abrangendo a descrição das máquinas e demais tecnologias que o jogador utiliza durante o processo de restauração ecológica no jogo

digital, para inferirmos sobre a noção/conceito de tecnologia que o jogo difunde, bem como podem contribuir para o Ensino de Biologia e para EA.

Conforme foi evidenciado nas categorias anteriores, as abordagens em torno das ecotecnologias atravessou todo o âmbito do *Terra Nil*. Considerando grande parte do conteúdo do JD, que as ecotecnologias são tratadas como uma solução prática para questões que são profundas e complexas. Nesse sentido, direcionamos as discussões em torno de dois tópicos predominantes nas abordagens do jogo: Reciclagem; e Construções.

- Reciclagem

Concernente ao âmbito da reciclagem, nas abordagens do *Terra Nil*, é predominante o uso desse termo para se referir à última etapa do processo de restauração nas fases do jogo. Nesta etapa em questão, no contexto do JD analisado, é necessário remover as ecotecnologias para que a área seja considerada 100% restaurada.

O processo em questão é denominado de reciclagem, entretanto, não é explicitado sobre como ocorre esse processo com as ecotecnologias que foram retiradas do ambiente. Dessa maneira, as únicas explicações sobre esse processo encontram-se na descrição da função das ecotecnologias, responsáveis por realizar a reciclagem (Figura 47).

**Figura 47** - Ecotecnologias de reciclagem.



**Fonte:** Free Lives (2023).

O termo em questão foi visto diversas vezes não apenas na descrição de construções que o jogador pode efetuar, mas também em balões contextuais que surgem para direcionar ações para auxiliar o jogador a compreender o que precisa ser feito e concluir a etapa.

Na última fase dessa região, o jogo traz a seguinte descrição:

Por último,  **você precisará concluir a reciclagem da cidade**, reintroduzir a fauna e construir um foguete interestelar para partir. Use varreduras de satélite para reunir sementes do planeta inteiro e restaurá-las no banco do seu foguete. Finalmente, coloque este livro na cabine e deixe o mundo restaurado para trás (Free Lives, 2023).

De maneira geral no *Terra Nil*, são acrescentadas construções ao longo das fases, que vão gradualmente recuperando a área devastada. Todavia, ao concluir a restauração, essas construções precisam ser retiradas, acrescentando silos de reciclagem, os quais possuem uma área de alcance em que todas as construções ao redor são automaticamente desmontadas e acrescentadas no seu interior. No momento em que os silos são acrescentados, inicia-se uma animação curta representando as máquinas sendo sugadas pelo aparelho e se desmontando para entrar no seu interior.

Nesse sentido, compreendemos que para o jogo reciclagem se trata de um processo no qual são retiradas construções ou elementos desenvolvidos pelos seres humanos, ainda que essas tenham elementos orgânicos em sua estrutura ou de materiais diferentes, todos recebem o mesmo destino: o dirigível (Figura 48).

**Figura 48 - Dirigível**



Fonte: Free Lives (2023)

Nesse contexto, compreendemos que a abordagem do tema reciclagem, bem como as visões perpassadas pelo jogo em torno do seu conceito, contém equívocos conceituais que podem causar confusões ou até mesmo a construção de ideias incoerentes sobre o processo.

De acordo com Krauczuk (2019, p. 15),

quando se fala em reciclar, logo pensa-se em reaproveitar ou reutilizar; quando, na verdade reciclar é fazer com que os materiais voltem ao seu estado original ou transformados em outro produto igual em todas as suas características; enquanto reutilizar ou reaproveitar é transformar o material beneficiado em outro.

Além do mais, de acordo com a autora, nem todo resíduo sólido atende as normas de reciclagem, muitos são orgânicos e requerem tratamento específico, o que corresponde ao

contexto de boa parte das construções do *Terra Nil*. Ademais, o processo de reciclagem parte do princípio que é necessária a separação dos materiais, o que não acontece no contexto do jogo. Todas as estruturas que compõem as construções são armazenadas conjuntamente dentro dos silos de reciclagem sem discriminação. Não é ressaltado que passarão por um processo de separação posteriormente.

Concernente ao ensino de Biologia e também à EA é pertinente que essas questões sejam trabalhadas com afinco, pois mesmo em recursos educativos, tais como livros didáticos, paradidáticos e artigos de revistas; apresentam equívocos no âmbito dessa temática, especialmente no que se refere à proposição de alternativas para a questão, pois as soluções tecnológicas são apontadas como a alternativa principal a esse assunto (Cinquetti, 2004).

Perspectivas que são difundidas no contexto do *Terra Nil*, que devem ser desconstruídas, pois enfatizam o consumismo “como inevitável, restando-nos investir em tecnologias para reciclagem. É uma posição fatalista diante do consumismo, em que a reciclagem tem como função aliviar a consciência do consumidor, que teria seus resíduos reciclados (Cinquetti, 2004, p. 328).

Nesse âmbito as abordagens do *Terra Nil*, acabam correspondendo a perspectiva hegemônica da EA Pragmática, que possui forte viés utilitarista do meio natural, reforçando a dissociação entre seres humanos e natureza, com a ausência de reflexões, convergindo com a noção de consumo sustentável e o uso de ecotecnologias, como solução pronta e acabada para a crise global (Layrargues; Lima, 2014). Dessa forma, se distancia das perspectivas críticas da EA, pois na experiência educativa, o aprendizado e a mudança são indissociáveis; e a magnitude dos desafios e incerteza que vivenciamos na contemporaneidade não comporta reduções, mas exige, em contrapartida, abertura, inclusão, diálogo e a capacidade de ver o novo, formulando respostas para além do conhecido (Layrargues; Lima, 2014).

Além do mais, convergimos com Krauczuk (2019), quando traz que é essencial a sensibilização dos sujeitos quanto à redução e produção de resíduos sólidos, bem como a compreensão da importância da separação dos materiais orgânicos, resíduos reutilizáveis ou recicláveis dos rejeitos, para que se possa dar a correta destinação final.

- Construções

No âmbito das mudanças dos limites climáticos das regiões, se destaca uma das máquinas que pode ser utilizada para aumentar a umidade do ambiente: semeadora de nuvens

(Figura 50). A máquina em questão tem como pré-requisitos ser construída em solos rochosos e próximos a leitos de água.

**Figura 49** - Semeador de nuvens.



Fonte: Free Lives (2023).

No que se refere ao seu funcionamento, traz o seguinte trecho: **“Usa partículas de nitrato de prata e o líquido disponível para aumentar a umidade atmosférica. Os semeadores afetam uma grande área e você não deve construí-los próximos um do outro”** (Free Lives, 2023, grifo meu).

Além disso, há um forte apelo às ecotecnologias que geram energias limpas, tais como a usina geotérmica e turbinas eólicas e/ou maremotriz. Consequentemente, sendo essenciais para o funcionamento de boa parte das máquinas e demais construções.

O otimismo em torno das ecotecnologias foi identificado novamente quando a temática da radiação é abordada no *Terra Nil*. Na região Continental, como não é possível inserir máquinas ou remover as toxinas nas áreas que são abrangidas pela névoa radioativa, é preciso inserir máquinas dissipadoras de radiação próximas às áreas que possuem névoa radioativa (Figura 50).

**Figura 50** - Dissipador de radiação.



Fonte: Free Lives (2023).

A máquina em questão, que exige energia e superfície rochosa ou de concreto, “limpa a radiação na área ao redor” (Free Lives, 2023). Outra máquina similar é o concentrador solar (Figura 51), que “usa as **propriedades antirradiação dos girassóis e cria uma barreira contra a radiação**. Você só pode construir concentradores solares após a dissipação das nuvens radioativas na área.” (Free Lives, 2023, grifo meu). Partindo desses princípios, à medida em que são utilizadas essas máquinas, o nível de radiação vai sendo reduzido. Conseqüentemente, suas abordagens, reforçam que a ideia de que acidentes deste cunho podem ser solucionados facilmente utilizando ecotecnologias.

**Figura 51** - Concentrador solar.



Fonte: Free Lives (2023).

No ensino de Biologia, a abordagem sobre questões relacionadas à ciência e a tecnologia é um aspecto enfatizado na BNCC, ao apresentar a habilidade EM13CNT106:

Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais (Brasil, 2018, p. 541).

Ademais, propõe que sejam feitos aprofundamentos e reflexões no que concerne às tecnologias, tanto sobre os seus meios de produção quanto ao seu papel na sociedade contemporânea e em perspectivas futuras. Os aspectos em questão não apenas enfatizam a importância dessas discussões no âmbito do ensino de Biologia, mas também apontam a interesses que são comuns à EA Crítica.

Partindo desses vieses, ao analisar o conteúdo do *Terra Nil* sobre as ecotecnologias, foram constatadas como predominantes abordagens salvacionistas. De acordo com Carvalho (2012), essa perspectiva otimista em torno das tecnologias ambientais é fruto das armadilhas de uma cientificidade normativa e tecnicista, que vê nessas tecnologias e nos mercados verdes um caminho grandioso para solucionar a crise ambiental.

Nesse sentido, as visões em torno das ecotecnologias no contexto do *Terra Nil* podem estar associadas à visões que concebem a tecnologia como mecanismos destinados a elaborar soluções técnicas para resolver os impactos ambientais gerados, que conseqüentemente estão relacionadas às noções de eficiência econômica, que também as concebe ferramentas para aumento de produção e diminuição de custos (Costa; Silva, 2012).

De acordo com Leff (2014, p. 62), “a problemática ambiental na qual confluem processos naturais e sociais de diferentes ordens de materialidade não pode ser compreendida em sua complexidade nem resolvida com eficácia sem o concurso e integração de campos muito diversos do saber”. Na visão do autor, é fundamental que as estratégias políticas orientadas à solução das questões socioambientais e à geração da sustentabilidade requerem uma análise teórica das causas profundas das crises do capital e de suas próprias estratégias de sobrevivência. Ademais, dependem da transformação das condições econômicas, tecnológicas e políticas que determinam as formas dominantes de produção (Leff, 2014).

Conseqüentemente os vieses das abordagens do *Terra Nil* correspondem aos interesses da EA Pragmática, pois são frutos do conservadorismo dinâmico, que opera mudanças superficiais, tecnológicas e comportamentais (Layrargues; Lima, 2014). Nessa perspectiva, a EA corre o risco de

orientar-se predominantemente para a difusão de conhecimentos científicos e tecnologias ambientais tomados em sua forma ingênua, sem a devida problematização de seus contextos históricos de produção e dos interesses econômicos aos quais respondem, sendo portanto, reafirmados como conhecimentos desinteressados, em si mesmos verdadeiros e eficazes para a crise global (Carvalho, 2012, p. 124).

De acordo com Lima e Layrargues (2014), são perspectivas que entendem que a ecoeficiência tecnológica, por si só, será capaz de promover a redução da dependência entre produção, energia e recursos naturais; o mercado de carbono; as iniciativas pautadas no consumo verde e no marketing ambiental; o ambientalismo preservacionista das grandes ONG internacionais em sua dissociação entre os problemas ecológicos e sociais.

Nestas perspectivas, a EA é reduzida uma ferramenta a serviço do desenvolvimento sustentável (DS), estando limitada a um enfoque naturalista e às considerações econômicas no tratamento das problemáticas ambientais, sem integrar as preocupações sociais (Sauvé, 2005). Pensando na EA Crítica, é importante que o educador pontue sobre as problemáticas que envolvem essas perspectivas, visando à construção do pensamento crítico diante do papel social da ciência e da tecnologia.

Nesse sentido, consideramos pertinentes as ideias que Lima e Dantas (2021) apresentam ao discutir que é necessária a disseminação de reflexões que se originem de um referencial teórico crítico sobre tecnologia, pois elas possibilitam um olhar interdisciplinar e contextualizado para estas; bem como, “é fundamental a implantação de práticas em sala de aula que oportunizem condições para que os estudantes possam analisar os diferentes aspectos que caracterizam o desenvolvimento tecnológico” (Lima; Dantas, 2021, p. 86).

Ademais, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) das Ciências da Natureza:

O conhecimento de Biologia deve subsidiar o julgamento de questões polêmicas, que dizem respeito ao desenvolvimento, ao aproveitamento de recursos naturais e à utilização de tecnologias que implicam intensa intervenção humana no ambiente, cuja avaliação deve levar em conta a dinâmica dos ecossistemas, dos organismos, enfim, o modo como a natureza se comporta e a vida se processa (Brasil, 2000, p. 14).

Concernente a essas questões, ainda que o *Terra Nil* apresente essas visões, suas abordagens podem ser utilizadas para serem problematizadas com os educandos, perante as incoerências apresentadas em seu conteúdo. Dessa maneira, contemplando abordagens que incorporem as preocupações políticas às socioambientais, estimulem a formação de valores e a participação ativa dos sujeitos para exercerem a sua cidadania.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No âmbito das potencialidades dos elementos do JD para o processo de ensino aprendizagem, as três categorias adotadas apontam para diversos benefícios educacionais, pois o *Terra Nil* estimula aspectos cognitivos, como a criatividade e a lógica para a resolução de problemas; põe o jogador no papel central de tomada de decisões, um aspecto que é fundamental para a formação cidadã; bem como estimula o pensamento sistemático, por permitir ao jogador pensar e repensar sobre suas ações e como essas podem ter impactos na realidade. Nesse sentido, mostra-se como um potencial recurso educativo que permite, por meio do seu uso, o desenvolvimento de abordagens pedagógicas.

Contudo, suas abordagens possuem alguns percalços no que se refere à narrativa, pois foi deixada como plano de fundo, possuindo enfoque em instruções e textos. O *Terra Nil* pouco revela com profundidade sobre os eventos que aconteceram no planeta e os jogadores precisam realizar esforços para tentar compreendê-la. Nesse sentido, ao vislumbrar as potencialidades da sua narrativa, compreendemos que é possível preencher essas lacunas com a criação de uma narrativa envolvendo o jogo com os alunos. Dessa maneira, não apenas contemplando a ausência de avatares/personagens pelos quais os educandos poderiam se identificar, mas que tratassem da realidade local, regional e/ou nacional.

O JD é flexível no que diz respeito à adaptação da dificuldade, permitindo que seja adaptada ao nível de habilidade dos educandos. Entretanto, hierarquiza profissões ao denominar algumas como mais complexas que outras, no momento da escolha do nível de dificuldade, aspecto que deve ser problematizado para evitar a construção de estereótipos ou estigmas em torno destas profissões. No que se refere as estratégias, a mecânica do JD é voltada para o desenvolvimento de habilidades mentais, tais como a memória, observação e solução de problemas. O sistema de recompensas é simbólico, centrado apenas nos pontos de recurso e na possibilidade de apreciar os ambientes restaurados.

Ao considerar as potencialidades educacionais, uma possibilidade de contemplar mais indivíduos seria, por exemplo, propondo a formação de equipes para o seu uso, norteados pelos princípios de aprendizagem. Essa abordagem é relevante ao se pensar pelo viés da EA Crítica, pois a abordagem do *Terra Nil* é centrada em ações individuais. Nesse sentido, explorar o uso do jogo com atividades que possibilitem trocas de ideias e a cooperação é relevante para que os alunos compreendam a importância das ações coletivas no enfrentamento da crise global.

Concernente às categorias das Interfaces entre Biologia e EA no JD, as abordagens sobre os seres vivos contemplam temáticas que são de interesse para o currículo da disciplina de

Biologia, tais como interações ecológicas, microrganismos e polinização. Essas temáticas, quando aprofundadas com a mediação de um educador, podem levar a compreensão do funcionamento de sistemas vivos, as relações que estabelecem e como se deu a origem e diversificação da vida. No entanto, foram identificados alguns equívocos conceituais em Biologia. Por exemplo, quando concebe comunidades de líquens como biomas. Os polinizadores são representados apenas por abelhas, que são restritas a apenas um bioma em todo o planeta fictício, bem como são tratadas como uma ecotecnologias.

O jogo apresenta pontos convergentes com documentos oficiais do escopo das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, mas é essencial que o educador, caso opte por utilizá-lo, pontue e discuta com os educandos sobre os erros conceituais do jogo. Apesar das suas abordagens serem predominantemente vinculadas com a EA Pragmática, podem ser utilizadas para gerar problematizações mediadas, por um educador, para que sejam contemplados os interesses da EA Crítica.

Já sobre as abordagens dos fatores abióticos, grande parte delas considera a temática das queimadas, da poluição e da radioatividade, que são temáticas de interesse nacional e internacional. Entretanto, por desconsiderar os seres humanos, não contemplam sobre as questões sociais, políticas e culturais, nem sobre a corresponsabilidade compartilhada perante as questões socioambientais. Não identificamos erros conceituais em torno das queimadas, porém suas abordagens desconsideram os seres humanos. Todavia, notamos que é possível construir propostas pedagógicas com o jogo, tecendo paralelos entre os biomas fictícios com alguns biomas brasileiros.

Ao tratar sobre a poluição, compreendemos que a abordagem do jogo parcialmente tem pertinência, pois esse fator interfere no processo de restauração ambiental, porém, não apresenta evidências sobre as causas profundas da origem da intoxicação das regiões devastadas. Concernente à radioatividade, houveram equívocos na sua representação, pois é apresentada como uma névoa verde e que pode ser reduzida apenas com o uso de ecotecnologias. Em contrapartida, apesar dos percalços identificados, o jogo pode ser um recurso educativo interessante para abordar sobre essas temáticas com os educandos.

As ecotecnologias, por sua vez, foram contempladas de forma integral nas abordagens do JD, sendo uma temática constituinte do currículo da disciplina de Biologia. Todavia, foram predominantemente vinculadas a um viés salvacionista, que podem orientar a difusão de noções sobre conhecimentos científicos e tecnologias ambientais sem a devida problematização dos seus contextos históricos e dos interesses econômicos por trás. Nesse sentido, são tratadas como uma solução verdadeira e eficaz para solucionar a crise global, abordagens incoerentes pois

desconsideram a complexidade da questão ambiental. Foi observado esse viés no *Terra Nil* iniciando desde a narrativa, a qual não contempla a estória do jogo em sua totalidade; desconsiderando os eventos que originaram a crise no planeta fictício. Essa perspectiva dialoga com os interesses da EA Pragmática, pois o seu enfoque está apenas na ação, é apolítica e desconsidera aspectos históricos e culturais. Considerando esse contexto, pensando na EA Crítica, é importante que o educador pontue sobre as problemáticas que envolvem essas perspectivas, visando a construção do pensamento crítico diante do papel social da ciência e da tecnologia.

A presente pesquisa respondeu à necessária emergência de novos saberes e reflexões no que diz respeito às práticas e formas de se conceber o vínculo entre o ensino de Biologia e a EA frente às crises socioambientais da atualidade, que têm se intensificado e se tornado mais complexas. Nesse sentido, compreendendo que os jogos digitais estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas e que atingem um público diverso, a pesquisa possibilita aos pesquisadores e educadores reflexões em torno do âmbito do ensino de Biologia e a EA na educação formal e não formal. Conseqüentemente, tece caminhos para uma transformação social significativa, tendo em vista a importância de aproximar e contextualizar o processo de ensino-aprendizagem com a realidade dos educandos, a fim de promover sua participação ativa na sociedade.

Dessa maneira, direciona caminhos para o futuro desenvolvimento de jogos digitais educativos e/ou propostas pedagógicas para o ensino de Biologia, que contemplem em suas abordagens perspectivas vinculadas a EA Crítica. Por fim, cabe enfatizar que pesquisas deste cunho são valiosas para o contexto brasileiro e maranhense, pois possibilitam compreender quais visões e discursos estão sendo disseminados nos jogos digitais, para que assim sejam discutidos e problematizados nos diversos espaços e contextos sociais, pois a cidadania deve ser pensada, antes de tudo, como um ato político que visa a transformação social e o combate às diversas formas de opressão e injustiças socioambientais. Nesse sentido é relevante que mais trabalhos sejam desenvolvidos nesse âmbito, que discutam as confluências entre os artefatos culturais, ensino de Biologia e a EA.

## REFERÊNCIAS

- AFONSO, T. M. **EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS: formação, prática e transversalidade**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências na Amazônia) – Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências, Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2011. Disponível em: <https://pos.uea.edu.br/data/area/titulado/download/34-17.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2024.
- ALVES, I. R. S. **Educação Ambiental mediada por jogo de simulação: um estudo do “ecoethos da Amazônia” e sua contribuição para a construção da responsabilidade socioambiental juvenil**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/5236>. Acesso: 07 mai. 2022.
- AMORIM, D. C.; PAULO LEOPOLDO MERCADO, L. Jogos do Facebook como ambiências híbridas formativas no ensino de Biologia. **Educação em Foco**, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 65–81, 2020. DOI: 10.22195/2447-524620202530432. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/edufoco/article/view/30432>. Acesso em: 22 abr. 2024.
- ARAÚJO, M. F. F.; PEDROSA, M. A. Ensinar ciências na perspectiva da sustentabilidade: barreiras e dificuldades reveladas por professores de biologia em formação. **Educar em Revista**, n. 52, p. 305–318, abr. 2014.
- ÁVILA, A. M.; LINGNAU, R. Crise ambiental, ensino de biologia e educação ambiental: uma abordagem crítica. **Revista Monografias Ambientais**, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 137–150, 2015. DOI: 10.5902/2236130817921. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/17921>. Acesso em: 22 abr. 2024.
- BARBOSA, L. L. P.; SILVEIRA, A. P. Representações do conceito de Ecologia: análise de livros didáticos e concepção de alunos de Ciências Biológicas. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 7, n. 1, 2018. DOI: 10.35819/tear.v7.n1.a2577. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/2577>. Acesso em: 15 ago. 2024.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BOLLER, S; KAPP, K. **Jogar para aprender: tudo o que você precisa saber sobre o design de jogos de aprendizagem eficazes**. São Paulo: DVS Editora, 2018.
- BRASIL. **Lei nº 9394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, p. 27833, 23 dez. 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm). Acesso em: 22 abr. 2024.
- BRASIL. Lei n. 9795, de 27 de abril de 1999. **Política Nacional de Educação Ambiental**. Brasília, 1999. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm). Acesso em: 22 abr. 2024.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Temas Transversais: Meio Ambiente.** Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/meioambiente.pdf>. Acesso em: 22. abr. 2024.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: MEC/SEF, 2000.

BRASIL. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** MEC/SEF, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conaes-comissao-nacional-de-avaliacao-da-educacao-superior/195-secretarias-112877938/seb-educacao-basica-2007048997/12598-publicacoes-sp-265002211>. Acesso em: 22 abr. 2024.

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: MEC/SEB, 2006.

BRASIL. **Resolução n. 02 de 15 de junho de 2012.** Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. Brasília: MEC, 2012. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=10988&Itemid=](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=10988&Itemid=). Acesso em: 22 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica.** Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 22 abr. 2024.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Educação é a Base: Ensino Médio. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC\\_EnsinoMedio\\_embaixa\\_site\\_110518.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf). Acesso em: 22 abr. 2024.

BRUMATI, K. C. **A Educação Ambiental no Ensino em Ciências.** Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências) – Curso de Especialização em Ensino de Ciências, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2011. Disponível em: [https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/21930/2/MD\\_ENSCIE\\_2011\\_1\\_08.pdf](https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/21930/2/MD_ENSCIE_2011_1_08.pdf). Acesso em: 22 abr. 2024.

CAILLOIS, R. **Os jogos e os homens: máscara e a vertigem.** Edição Digital. Petrópolis, RJ: Vozes, 2017.

SERAFINI, Mariana. **Apagão de professores.** 25 jan. 2024. Disponível em: <https://www.cartacapital.com.br/politica/apagao-de-professores/>. Acesso em: 22 abr. 2024.

CARVALHO, I. C. M. Educação Ambiental Crítica: nomes e endereçamentos da educação. In: LAYRARGUES, Philippe Pomier (Coord). **Identidades da Educação Ambiental brasileira.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Educação Ambiental, 2004. p. 13-24.

Disponível em: [https://smastr16.blob.core.windows.net/cea/cea/ident\\_eabras.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/cea/cea/ident_eabras.pdf). Acesso em: 22 abr. 2024.

CARVALHO, I. C. M. A configuração da pesquisa em Educação Ambiental: considerações sobre nossos autorretratos. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 4, n. 2, p. 127-134, 2009.

CARVALHO, I. C. M. **Educação Ambiental**: a formação do sujeito ecológico. 6 ed. São Paulo: Cortez, 2012.

CERUTTI, D. M. L. **CTS – Ciência, tecnologia e sociedade**. Ponta Grossa, PR: UEPG/NUTEAD, 2017.

CINQUETTI, H. S. Lixo, resíduos sólidos e reciclagem: uma análise comparativa de recursos didáticos. **Educ. Rev.**, Curitiba, n. 23, p. 307-333, 2004. Disponível em: [http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-40602004000100017&lng=pt&nrm=iso](http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602004000100017&lng=pt&nrm=iso). acesso em: 15 ago. 2024.

CLEOPHAS, M. G.; CAVALCANTI, E. L. D.; SOARES, M. H. F. B. Afinal de contas é Jogo Educativo, Didático ou Pedagógico no ensino de Química/Ciências? Colocando os pingos nos “is”. In: **Didatização lúdica no ensino de química/ciências: teorias de aprendizagem e outras interfaces**. Cleophas, M. G.; Soares, M. H. F. B. (orgs). São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018. Disponível em: [https://issuu.com/lfeditorial/docs/didatizacao\\_ludica](https://issuu.com/lfeditorial/docs/didatizacao_ludica). Acesso em: 22 abr. 2024.

COMPTO, G. P. Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais. In: BERNHARD, R; OLIVEIRA. R.C.; FREITAS, S. R. S (Orgs). **Serious Games – do lúdico à educação**. Ebook. Ponta Grossa, PR: Editora Atena, 2023. p. 20-36.

CONCERNEDAPE. **Stardew Valley**. [S.I]. ConcernedApe LLC, 2016. Disponível em: <https://www.stardewvalley.net>. Acesso em: 22 abr. 2024.

COSTA, L. V.; VENTURI, T. Metodologias Ativas no Ensino de Ciências e Biologia: compreendendo as produções da última década. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 4, n. 6, p. 417-436, 8 out. 2021.

COUTO, A. L. S.; SILVEIRA, L. P.; CASTRO, M. Jogos digitais e acentuação gráfica: conexões possíveis entre aprendizagem e ludicidade. **Texto Livre**, v. 14, n. 3, p. e35333, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/textolivre/article/view/35333>. Acesso em: 22 abr. 2024.

CRAWFORD, C. **The Art of Computer Game Design: reflections a master game designer**. 1 ed. California, USA: Osborne/McGraw-Hill, 1984.

COSTA, S. I. R. B.; SILVA; M. M. A racionalidade ambiental na construção de tecnologias alternativas para a agricultura familiar: o caso do Serviço de Tecnologia Alternativa – SERTA. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 25, p. 167-186, jan./jun. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v25i0.25325>. Acesso em: 15 ago. 2024.

CUBAS, A. L. V. **Poluição ambiental: livro didático**. 1 ed. Palhoça: UnisulVirtual, 2011.

DICKMANN, I.; CARNEIRO, S. M. M. Paulo Freire e Educação Ambiental: contribuições a partir da obra Pedagogia da Autonomia. **R. Educ. Públ.**, Cuiabá, v. 21, n. 45, p. 87-102, jan.-abr. 2012.

FERNANDES, C. M. A pandemia do Coronavírus: narrativas presidenciais e negacionismo científico. **Lumina**, [S. l.], v. 16, n. 3, p. 71–91, 2022. DOI: 10.34019/1981-4070.2022.v16.33512. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/lumina/article/view/33512>. Acesso em: 22 abr. 2024.

FERNANDES, L. S.; CAMPOS, A. F. Análise das questões sobre radioatividade no Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM. Amazônia: **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 13, n. 25, p. 62-74, dez. 2016. ISSN 2317-5125. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/3437>. Acesso em: 15 ago. 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v13i25.3437>.

FERREIRA, D. R.; SILVA, L. B. A.; SILVA, C. M.. Simulações computacionais como ferramenta didática no ensino de radioatividade / Computational simulations as a didactic tool in the teaching of radioactivity. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 5, n. 6, p. 4468–4474, 2019. DOI: 10.34117/bjdv5n6-1629. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/1629>. Acesso em: 15 aug. 2024.

FERREIRA, E. A.; PAIXÃO, M. V. S.; KOSHIYAMA, A. S.; AFFONSO LORENZON, M. C. MELIPONICULTURA COMO FERRAMENTA DE APRENDIZADO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 6, n. 3, 28 dez. 2013.

FREE LIVES. **Terra Nil**. Jogo digital. 2023. Disponível em: <https://freelives.net/>. Acesso em: 22 abr. 2024.

FREIRE, C. C.; CASTRO, R. G.; MOTOKANE, M. T. **RBECT – Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**. v. 9, n. 2, p. 131-148, mai./ago. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v9n2.2773>. Acesso em: 15 ago. 2024

GEE, J. P. Bons *videogames* e boa aprendizagem. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 27, n. 1, 167-178, jan./jun., 2009.

GENOVEZ, C. L. C. R.; VALE, J. M. F. A pedagogia histórico-crítica nas aulas de Biologia com enfoque na poluição das águas. **Atas do V ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - ENPEC**, n. 5., 2005.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre, RS: Editora da UFRGS, 2009.

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

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 3, p. 20–29, maio 1995.

GODOY, I. C.; PARO, R. M. S. As abelhas nativas em práticas pedagógicas da Educação Ambiental Escolar. **Revista Brasileira de Educação Ambiental – REVBEA**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 344-361, 2023.

GOLDBACH, T.; PEREIRA, W. A.; SILVA, B. A. F. S.; OKUDA, L. V. O.; SOUZA, N. R. Diversificando estratégias pedagógicas com jogos didáticos voltados para o ensino de biologia: ênfase em genética e temas correlatos. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didáticas**, 2013, n. extra, p. 1566-1572. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307312>. Acesso em: 22 abr. 2024.

GUATTARI, F. **As três ecologias**. 11 ed. Campinas, SP: Papyrus, 2001.

GUIMARÃES, M. Educação Ambiental Crítica. *In*: LAYRARGUES, P. P. (Coord). **Identidades da Educação Ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Educação Ambiental, 2004. p. 25-34. Disponível em: [https://smastr16.blob.core.windows.net/cea/cea/ident\\_eabras.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/cea/cea/ident_eabras.pdf). Acesso em: 22 abr. 2024.

GUIMARÃES, M.; VASCONCELLOS, M. DAS M. N. Relações entre educação ambiental e educação em ciências na complementaridade dos espaços formais e não formais de educação. **Educar em Revista**, n. 27, p. 147–162, jan. 2006

HUIZINGA, J. **Homo Ludens: o jogo como elemento da cultura**. 5 ed. São Paulo, SP: Perspectiva, 2007

JACOBI, Pedro. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**. n. 118, p. 189-206. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cp/a/kJbkFbyJtmCrfTmfHxktgnt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 22 abr. 2024.

JESUS, A.; SILVEIRA, I.; ARAÚJO, M.; XAVIER DA PENHA, P. SIMSUSTENTABILIDADE: UM JOGO DIGITAL DE ESTRATÉGIA PARA EDUCAÇÃO AMBIENTAL. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC**, v. 11, n. 3, p. 132-151, 2021.

Kapp, K. M. **The Gamification of Learning and Instruction: game-based methods and strategies for training and education**. California, USA: Pfeiffer, 2012.

KATO, D. S.; CARVALHO, N. V.; KAWASAKI, C. S. Um curso de Educação Ambiental para professores da Educação Básica e a questão da contextualização do ensino como diretriz metodológica. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 8, n. 2. p. 76-86, 2013. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/pesquisa/article/view/6399>. Acesso em: 22 abr. 2024.

Kishimoto. T. M. O jogo e a educação infantil. *In*: Kishimoto, T. M (Org). **Jogos, brinquedo, brincadeira e educação**. São Paulo, SP: Cortez, 2011.

KRAUCZUK, H. M. Reciclagem. **FESPPR Publica**. v. 3,n. 1., 2019.

KROEFF, R. F. S.; MARASCHIN, C. Jogos Digitais: Dispositivos Para Pensar Práticas Escolares. **Revista de Psicologia da IMED**, Passo Fundo, v. 10, n. 1, p. 56-72, 2018.

Disponível em: <https://doi.org/10.18256/2175-5027.2018.v10i1.2515>. Acesso em: 22 abr. 2024.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. Ed. São Paulo, SP: Atlas, 2003. Disponível em: [http://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy\\_of\\_historia-i/historia-ii/china-e-india/view](http://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india/view). Acesso em: 22 abr. 2024.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. C. Mapeando as macrotendências político-pedagógicas da Educação Ambiental contemporânea no Brasil. In: VI ENCONTRO PESQUISA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL – EPEA, Ribeirão Preto. **Anais [...]**. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 2011. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/educacao\\_ambiental/Layrargues\\_e\\_Lima\\_-\\_Mapeando\\_as\\_macro-tend%C3%Aancias\\_da\\_EA.pdf](https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/educacao_ambiental/Layrargues_e_Lima_-_Mapeando_as_macro-tend%C3%Aancias_da_EA.pdf). Acesso em: 22 abr. 2024.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. C. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 1, p. 23-40, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/8FP6nynhjdZ4hYdqVFdYRtx/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 22 abr. 2024.

LEFF, E. **Epistemologia Ambiental**. 5. ed. 2. reimpressão. Tradução de Sandra Valenzuela. São Paulo, SP: CORTEZ EDITORA, 2014.

LIMA, D. C.; DANTAS, J. M. Um panorama do elemento Tecnologia na Educação CTS e o ensino de Ciências. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 17, n. 39, p. 73-91, dez. 2021. ISSN 2317-5125.

LIMA, G. F. C. Educação Emancipação e Sustentabilidade: Em defesa de uma Pedagogia Libertadora para a Educação Ambiental. In: LAYRARGUES, Philippe Pomier (Coord). **Identidades da Educação Ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Educação Ambiental, 2004. p. 85-111

LIMA, G. F. DA C.; LAYRARGUES, P. P. Mudanças climáticas, educação e meio ambiente: para além do Conservadorismo Dinâmico. **Educar em Revista**, n. spe3, p. 73–88, 2014.

LOUREIRO, C. F. B. **Trajetória e fundamentos da Educação Ambiental**. São Paulo: Cortez, 2004.

LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P. Ecologia política, justiça e educação ambiental crítica: perspectivas de aliança contra-hegemônica. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 11, n. 1, p. 53–71, jan. 2013.

LÜDKE, M. ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. 2.ed. Rio de Janeiro: E. P. U., 2018.

MADRUGA, E. B.; HENNING, P. C. EDUCAÇÃO AMBIENTAL E JOGOS ELETRÔNICOS: O REAL E VIRTUAL EM TEMPOS CONTEMPORÂNEOS. **Práxis Educacional**, Vitória da Conquista, v. 15, n. 31, p. 407-429, 2019. DOI: 10.22481/praxis.v15i31.4680. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/praxis/article/view/4680>. Acesso em: 22 abr. 2024.

MADRUGA, E. B.; MAGALHÃES, C. S.; HENNING, P. C. Educação ambiental nos jogos eletrônicos. In: Seminário Internacional de Educação, 15, 2016, Novo Hamburgo. **Anais [...]** Novo Hamburgo: Feevale, 2016. p. 1-16.

MAKNAMARA, M. Quando artefatos culturais fazem-se currículo e produzem sujeitos. **Reflexão e Ação**, v. 28, n. 2, p. 58-72, 2 jun. 2020.

MARANHÃO. **Plano Estadual de Educação Ambiental do Maranhão: uma construção coletiva**. São Luís, 2018.

MARANHÃO, Ministério da Educação. **Documento Curricular do Território Maranhense: Ensino Médio (volume II)**. São Luís, MA: Secretaria de Estado da Educação, 2019.

MARINHO, E.; SANTOS, M. C. F.; SANTOS, M. G. Do pólen das flores ao mel das abelhas: uma estratégia didática para a abordagem dos temas polinização e reprodução vegetal no Ensino Fundamental. **Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**. Florianópolis, Santa Catarina, 2017.

MARINHO, F.C. C. Narrativas Interativas e Jogos Digitais: considerações sobre formas de escrita, leitura e imersão. **Texto Digital**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 138-162, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/textodigital/article/view/1807-9288.2014v10n1p138>. Acesso em: 22 abr. 2024.

MINAYO, M. C. S. O desafio da Pesquisa Social. In: Minayo (org.); Deslandes, S. F.; Gomes, R. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 29 ed. Petrópolis: Vozes, 2010.

MOREIRA, A. F. TADEU, T. **Currículo, Cultura e Sociedade**. 12 ed. São Paulo, SP: Cortez, 2013

NEPOMUCENO, A. L. O.; ARAUJO, M. I. O. Políticas públicas de educação ambiental e ensino de biologia: perspectivas para a formação de professores e prática pedagógica. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, n. extra, p. 3293-3297, 2017. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/339981>. Acesso em: 22 abr. 2024.

OLIVEIRA, N. F.; AZEVEDO, T. M.; NETO SODRÉ, L.. Concepções alternativas sobre microrganismos: alerta para a necessidade de melhoria no processo ensino-aprendizagem de biologia. **RBECT – Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**. v. 9, n. 1., p. 260-276, jan./abr., 2016

PENTEADO, H. D. Jogo e formação de professores: videopsicodrama pedagógico. In: Kishimoto, T. M. (Org). **Jogo Brinquedo, Brincadeira e a Educação**. 14 ed. São Paulo, SP: Cortez, 2011.

PINTO, C. L.; BAMPI, A. C.; GALBIATI, C. Importância das abelhas para a biodiversidade na percepção de educandos de Cáceres, MT. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 1, p. 152-163, 2018. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.001.0011>.

PINTO, G. T.; MARQUES, D. M. Uma Proposta Didática na Utilização da História da Ciência para a Primeira Série do Ensino Médio: A Radioatividade e o cotidiano. **História da Ciência e Ensino: Propostas e Aplicações para sala de aula**. v. 1, p.27-57, 2010.

PIRES, C. S. S. et al.. Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD?. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 422–442, maio 2016.

PRENSKY, M. Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*. MCB University Press, vol. 9, n. 5, oct. 2001.

PRENSKY, M. **Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais**. São Paulo: Editora Senac, 2012

QUINTAS, J. S. Educação no processo de Gestão Ambiental: uma proposta de Educação Ambiental Transformadora e Emancipadora. In: LAYRARGUES, Philippe Pomier (Coord). **Identities da Educação Ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Educação Ambiental, 2004. p. 113-140.

RAMOS, E. C. **Educação Ambiental: origens e perspectivas**. Educar, Curitiba, n.18, p. 201-218, 2001.

REIS, J. A.; MARQUES, R. M.; DUARTE, E. C. Análise da produção argumentativa com uso de jogo didático investigativo em uma aula de Biologia. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 341–360, 2020. DOI: 10.26843/rencima.v11i1.1725. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/rencima/article/view/1725>. Acesso em: 22 abr. 2024.

RODRIGUES, T. D. F. F.; OLIVEIRA, G. S.; SANTOS, J. A. **AS PESQUISAS QUALITATIVAS E QUANTITATIVAS NA EDUCAÇÃO**. Revista Prisma, v. 2, n. 1, p. 154-174, 25 dez. 2021.

RONQUI, L.; SOUSA, Q. Brito. Poluição ambiental: conteúdo e o uso dos livros didáticos de Ciências. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, v. 17, n. 48, p. 113–122, 2022. DOI: 10.47385/cadunifoa.v17.n48.3782. Disponível em: <https://revistas.unifoa.edu.br/cadernos/article/view/3782>. Acesso em: 15 ago. 2024.

SALEN, K; ZIMMERMAN, E. **Regras do Jogo: Fundamentos do Design de Jogos**. 1 edição digital. São Paulo, SP: Blucher, 2018.

SALGADO, S. D. C.; MENEZES. A. K.; SÁNCHEZ, C. A colonialidade como projeto estruturante da crise ecológica e a educação ambiental desde el sur como possível caminho para a decolonialidade. **Revista Pedagógica**. v. 21, p.597-622, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.22196/rp.v22i0.5025>. Acesso em: 22 abr. 2024.

SANTOS, F. M.; LIMA, L. A.; TAVARES, P. G.; BRITO, L. V.; BEZERRA, N. R. F.; TORRES, C. G. O Ensino de Biologia com enfoque CTSA: uma abordagem sobre Educação Ambiental e Sustentabilidade no ensino médio da rede pública do Estado do Ceará. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 3, n. 2, p. 406-427, 24 ago. 2020.

SAUVÉ, L. Uma Cartografia das Correntes da Educação Ambiental. In: Educação Ambiental. SATO, M.; CARVALHO, I. (Orgs.). **Educação Ambiental: pesquisa e desafios**. Porto Alegre: Arned, 2005.

SCHELL, J. **A arte de game design: o livro original**. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2011.

SENA, S.; SCHMIEGELOW, S. S.; PRADO, G. M. B. C.; SOUSA, R. P. L.; FIALHO, F.A. P. Aprendizagem baseada em jogos digitais: a contribuição dos jogos epistêmicos na geração de novos conhecimentos. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, 2016. DOI: 10.22456/1679-1916.67323. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/67323>. Acesso em: 22 abr. 2024.

SHAW, G. S. L.; RIBEIRO, M. S. S.; ROCHA, J. B. T. Utilizando games para ensinar Ciências: percepções de estudantes do ensino fundamental. **Ensino em Re-vista**. Uberlândia, MG. v. 26, n.2, p. 390-414. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/ER-v26n2a2019-5>. Acesso em: 22 abr. 2024.

SILVA, R. L. F. **O meio ambiente por trás da tela: estudo das concepções de Educação Ambiental dos filmes da TV Escola**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-25042007-104315/pt-br.php>. Acesso em: 22 abr. 2024.

SILVA, T. T. **Documentos de Identidade: uma introdução às teorias do currículo**. 3. Ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2011

SILVA, R. L. F.; CAMPINA, N. N. Concepções de educação ambiental na mídia e em práticas escolares: contribuições de uma tipologia. **Revista Pesquisa em Educação Ambiental**. v. 6, n. 1. P. 29-46, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2177-580X.v6i1p29-46>. Acesso em: 22 abr. 2024.

SILVA, W.; COSTA, O. JOGO DIDÁTICO NO ENSINO DE BIOLOGIA NA PLATAFORMA EDUCAPES E BIBLIOTECA DIGITAL BRASILEIRA DE TESES E DISSERTAÇÕES (2009-2019). **Teoria e Prática da Educação**, v. 24, n. 2, p. 160-173, 27 ago. 2021.

SILVA, J. A.; SILVEIRA, J. M.; HARTHMAN, V. C. Prática docente: os desafios do ensino de ciências e biologia. **Perspectivas em Diálogo: Revista de Educação e Sociedade**, v. 10, n. 25, p. 119-132, 5 dez. 2023.

SOUZA PEREIRA, J. DE; MOUHAMAD DE LIMA, B. L.; MOITA SALES, G.; HENRIQUE SANTANA, R.; NEVES DELGADO, M. Jogo didático de tabuleiro para o aprimoramento do ensino-aprendizagem de poluição ambiental. **REVISTA EIXO**, v. 11, n. 1, p. 68-77, 14 jan. 2022.

SOUZA, B. G.; MORAES, D. A. F. “O Show da Luna!” como ferramenta didática mediadora no ensino de Ciências nos anos iniciais do ensino fundamental. **Pesquisa E Ensino**, [S. I.] v. 1., p. e202040, 2020. Disponível em: <https://revistas.ufob.edu.br/index.php/pqe/article/view/719>. Acesso em 29 set. 2023.

SOUTO, I. N.; LAPA, A. B.; ESPÍNDOLA, M. B. Apropriação crítica e criativa das TDIC no Ensino de Ciências. **Boletim GEPEN**, n. 75, p. 33-45, 2019. Disponível em: <http://costalima.ufrj.br/index.php/gepem/article/view/182>. Acesso em: 22 abr. 2024.

STEAM. **Terra Nil on Steam**. 2023. Disponível em: [https://store.steampowered.com/app/1593030/Terra\\_Nil/](https://store.steampowered.com/app/1593030/Terra_Nil/). Acesso em: 22 abr. 2024.

STEVEN, J. **Tudo que é ruim é bom para você: como os games e a TV nos tornam mais inteligentes**. Rio de Janeiro, RJ: Jorge Zahar Editor Ltda., 2012. Edição digital, março, 2012.

TEROSSI, M. J.; SANTANA, L. C. EDUCAÇÃO AMBIENTAL: TENDÊNCIAS PEDAGÓGICAS, FONTES EPISTEMOLÓGICAS E A PEDAGOGIA DE PROJETOS. **COMUNICAÇÕES**, Piracicaba, ano. 22, p. 65-83, Ed. Especial, 2015.

TRISTÃO, M. Educação Ambiental e a descolonização do pensamento. **REMEA – Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. Ed. Especial, p. 28-49, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/remea.v0i0.5958>. Acesso em: 22 abr. 2024.

TRISTÃO, M. Apontamentos de pesquisas produzidas pelo NIPEEA como fluxos de reexistências de uma educação ambiental decolonial. **REMEA – Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 38, n. 3, p. 333-353, 2021. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/13466/9129>. Acesso em: 22 abr. 2024.

URSI, S.; SALATINO, A.. Nota Científica - É tempo de superar termos capacitistas no ensino de Biologia: impercepção botânica como alternativa para "cegueira botânica". **Boletim de Botânica**, São Paulo, Brasil, v. 39, p. 1–4, 2022. DOI: 10.11606/issn.2316-9052.v39p1-4. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/bolbot/article/view/206050>. Acesso em: 15 ago. 2024.

VICENTE, Y. D. E. **Análise das Macrotendências de Educação Ambiental no Ensino de Ciências: uma revisão bibliográfica**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências da Natureza – Biologia, Física e Química) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2020. Disponível em: <https://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/6561>. Acesso em: 22 abr. 2024.

VIEIRA, M. M.; BENDINI, J. N.; BORGES, K. M. L. Educação Ambiental e abelhas: o que dizem os livros didáticos de biologia?. **Revista Brasileira de Educação Ambiental – REVBEA**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 404-414, 2021. DOI: 10.34024/revbea.2021.v16.11851

VILAS BOAS, R. C.; MOREIRA, F. M. DE S.. Microbiologia do solo no ensino médio de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 1, p. 295–306, jan. 2012.

WOLFF, N. M. O. **Filmes de animação infantil como ferramenta de educação ambiental**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Interdisciplinaridade e Práticas Pedagógicas na Educação Básica) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, RS, 2013. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/264>. Acesso em: 22 abr. 2024.