



PPGECM

Programa de pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade - IHCEC

Helilciane Amorim Lenk

**USO DE SIMULADORES VIRTUAIS PARA UMA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DOS NÍVEIS
TRÓFICOS NO ENSINO FUNDAMENTAL**

Passo Fundo

2023

Helilciane Amorim Lenk

**USO DE SIMULADORES VIRTUAIS PARA UMA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DOS NÍVEIS
TRÓFICOS NO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, do Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade, da Universidade de Passo Fundo, no âmbito do Projeto de Cooperação entre Instituições – PCI com a Faculdade Católica de Rondônia, como requisito para obtenção do título de mestra em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação do Prof. Dr. Juliano Tonezer da Silva.

Passo Fundo

2023

CIP – Catalogação na Publicação

L566u Lenk, Helilciane Amorim Lenk
 Uso de simuladores virtuais para uma aprendizagem significativa dos níveis tróficos no ensino fundamental [recurso eletrônico] / Helilciane Amorim Lenk. – 2023. 39.2 MB ; PDF.

 Orientador: Prof. Dr. Juliano Tonezer da Silva.
 Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, 2023.

 1. Ciências (Ensino fundamental) - Estudo e ensino.
 2. Ecologia. 3. Aprendizagem significativa. 4. Simulação (Computadores). I. Silva, Juliano Tonezer da, orientador.
 II. Título.

CDU: 372.85

Catalogação: Bibliotecária Juliana Langaro Silveira - CRB 10/2427

Helilciane Amorim Lenk

Uso de simuladores virtuais para uma aprendizagem significativa dos níveis tróficos no ensino fundamental

A banca examinadora abaixo, APROVA em 22 de dezembro de 2023, Dissertação, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial de exigência para obtenção de grau de Mestra em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Tecnologias de informação, comunicação e interação aplicadas ao ensino de Ciências e Matemática.

Dr. Juliano Tonezer da Silva - Orientador
Universidade de Passo Fundo - UPF

Dra. Aline Grohe Schirmer Pigatto - Membro externo
Universidade Franciscana - UFN

Dra. Aline Locatelli - Membro interno
Universidade de Passo Fundo - UPF

AGRADECIMENTOS

Em reverência à vida que Deus me concedeu, expresso profundos agradecimentos, reconhecendo Sua magnanimidade como a razão primordial de meu ser e existir. À divina providência, cuja presença se fez constante ao longo desta jornada, manifesto minha gratidão mais sincera.

Ao Dr. Juliano Tonezer, meu respeitável Orientador, desejo expressar minha mais profunda gratidão pela paciência, gentileza e humanidade demonstradas ao longo deste percurso acadêmico. Sua orientação foi uma luz constante, guiando-me com maestria pelos caminhos do conhecimento.

À figura singular do meu esposo, dedico palavras de reconhecimento e afeto. Seu apoio incondicional, carinho e compreensão durante todo o período de estudos foram fundamentais para minha perseverança e sucesso nesta empreitada acadêmica.

Aos meus filhos, que foram fonte inesgotável de incentivo, agradeço por serem a inspiração que impulsionou meu caminho. Suas palavras de estímulo foram um bálsamo nos momentos desafiadores.

À minha estimada amiga Francis Neta, expresso minha gratidão pela solidariedade e encorajamento nos momentos mais difíceis. Sua amizade verdadeira evidenciou-se como um valor inestimável.

Às amigas Francieli, Paula e Rosilene, agradeço pelo suporte irrestrito e pelo compartilhar de experiências, fortalecendo nossos laços de amizade e colaboração.

Aos colegas de mestrado, agradeço pelas palavras de incentivo, trocas enriquecedoras e colaboração mútua. Juntos, construímos um ambiente propício ao crescimento acadêmico e pessoal.

À família Anísio Teixeira, manifesto meu reconhecimento pelo grandioso apoio prestado. Sua contribuição foi determinante para minha jornada acadêmica.

Aos meus pais, agradeço pelo incentivo e apoio desde os primeiros passos na alfabetização. Sua dedicação e amor foram alicerce fundamental para minha formação.

A todos os meus familiares, cujo suporte e ajuda foram inestimáveis ao longo de toda minha trajetória acadêmica, meu mais profundo agradecimento.

Por fim, agradeço ao governo do Estado de Rondônia, por meio da Secretaria Estadual de Educação - SEDUC pelo apoio financeiro.

Que este gesto de gratidão reverberante alcance a todos que, de alguma forma, contribuíram para o meu desenvolvimento e sucesso. Que a luz do conhecimento continue a iluminar nossos caminhos, guiados pela benevolência divina e pela força das relações humanas.

RESUMO

O processo de ensino-aprendizagem de níveis tróficos e suas relações com o meio ambiente mostra-se cada vez mais importante diante de um mundo que sofre com problemas como desmatamentos e grandes mudanças climáticas nos últimos anos, os quais levam a um desequilíbrio ambiental. Identifica-se empiricamente pela pesquisadora que os alunos do ensino fundamental têm dificuldade no aprendizado desta área e os impactos que o desequilíbrio pode ocasionar ao meio-ambiente. O presente trabalho, vinculado ao Programa de Pós-Graduação no Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo (PPGECM - UPF), na linha de pesquisa Tecnologias de Informação, Comunicação e Interação aplicadas ao ensino de Ciências e Matemática. Como objetivo geral, analisar as implicações decorrentes do desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática para o ensino dos níveis tróficos no Ensino Fundamental, na forma de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), ancorada no uso de simuladores virtuais e apoiada na Teoria da Aprendizagem Significativa. Para isso, propõe-se a aplicação de uma UEPS que inclui o uso de simulador virtual e materiais didáticos produzidos pela pesquisadora em forma de produto educacional. Desenvolve-se junto à Escola Estadual Anísio Teixeira, na cidade de Ariquemes - RO, em horário de contraturno, com um grupo de 15 alunos do oitavo ano do Ensino Fundamental. Os procedimentos metodológicos viabilizam-se por meio de uma pesquisa exploratória, com abordagem qualitativa, utilizando como instrumentos de produção de dados: questionários pré e pós-intervenção, mapas conceituais produzidos pelos estudantes e o diário de bordo utilizado pela professora pesquisadora. O produto educacional vinculado a esta dissertação consiste em uma sequência didática e dedica-se especialmente aos professores de Ciências, para o ensino de níveis tróficos no ensino fundamental. Os resultados apontam que a utilização de simuladores virtuais revela-se um recurso potencialmente significativo onde os estudantes interagem e utilizam com grande facilidade. Identifica-se também que os estudantes adquirem habilidade de transferir e aplicar o conhecimento em diferentes contextos através de mapas conceituais. As respostas dadas pelos estudantes às perguntas reflexivas apontam que os alunos assimilam o conhecimento, demonstrando por meio de exemplificações práticas e objetivas sobre o conteúdo abordado. A conclusão da avaliação, composta por 10 questões, reflete em um índice global de acertos dos estudantes de 77%. Uma análise revela que a principal área de equívocos reside na capacidade dos estudantes de identificar o número total de cadeias alimentares dentro de uma teia. Por fim, o produto educacional, documento adicional desta dissertação, está disponível no portal dos produtos educacionais do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo <<http://ppgecm.upf.br/>> e no site EduCapes <<https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/742245>>.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa; Níveis Tróficos; Simuladores virtuais; Ensino Fundamental.

ABSTRACT

The teaching-learning process of trophic levels and their relationships with the environment is increasingly important in a world that is suffering from problems such as deforestation and major climate changes in recent years, which lead to an environmental imbalance. The researcher empirically identifies that elementary school students have difficulty learning this area and the impacts that the imbalance can cause to the environment. This work, linked to the Postgraduate Program in Science and Mathematics Teaching at the Universidade de Passo Fundo (PPGECM - UPF), in the line of research Information, Communication and Interaction Technologies applied to the teaching of Science and Mathematics. As a general objective, to analyze the implications arising from the development and application of a didactic sequence for teaching trophic levels in Elementary Education, in the form of a Potentially Significant Teaching Unit (UEPS), anchored in the use of virtual simulators and supported by the Theory of Meaningful Learning. To this end, it is proposed to apply a UEPS that includes the use of a virtual simulator and teaching materials produced by the researcher in the form of an educational product. It takes place next to the Anísio Teixeira State School, in the city of Ariquemes - RO, during after-school hours, with a group of 15 students in the eighth year of Elementary School. The methodological procedures are made possible through exploratory research, with a qualitative approach, using as data production instruments: pre- and post-intervention questionnaires, conceptual maps produced by the students and the logbook used by the research teacher. The educational product linked to this dissertation consists of a didactic sequence and is especially dedicated to Science teachers, for teaching trophic levels in elementary school. The results indicate that the use of virtual simulators proves to be a potentially significant resource that students interact with and use with great ease. It is also identified that students acquire the ability to transfer and apply knowledge in different contexts through concept maps. The answers given by students to reflective questions indicate that students assimilate knowledge, demonstrating through practical and objective exemplifications of the content covered. The conclusion of the assessment, consisting of 10 questions, reflects an overall student correct answer rate of 77%. An analysis reveals that the main area of misunderstanding lies in students' ability to identify the total number of food chains within a web. Finally, the educational product, an additional document for this dissertation, is available on the educational products portal of the Postgraduate Program in Science and Mathematics Teaching at the Universidade de Passo Fundo <<http://ppgecm.upf.br/>> and on the EduCapes website <<https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/742245>>.

Keywords: Meaningful Learning; Trophic Levels; Virtual simulators; Elementary School.

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Trabalhos relacionados.....	24
Quadro 2 - Proposta das atividades da UEPS.....	34
Quadro 3 - Atividades executadas na aplicação da UEPS.....	54
Quadro 4 - Transcrição de fala do estudante.....	58
Quadro 5 - Transcrição das questões sobre o vídeo “Antas da Amazônia”.....	62
Quadro 6 - Intervenções dos estudantes.....	65
Quadro 7 - Intervenções dos estudantes.....	66
Quadro 8 - Intervenções dos estudantes.....	67
Quadro 8 - Questões reflexivas.....	79
Tabela 1 - Resultados da atividade final.....	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tela do simulador Food chain challenge Woodland.....	23
Figura 2 - Localização e foto da EEEF Médio Anísio Teixeira.....	30
Figura 3 - Espaços internos da EEEF Médio Anísio Teixeira.....	31
Figura 4 - Cartões com imagens do ecossistema da Floresta Amazônica.....	36
Figura 5 - Segunda parte cartões com imagens do ecossistema da floresta amazônica.....	37
Figura 6 - Terceira parte cartões com imagens do ecossistema da floresta amazônica.....	37
Figura 7 - Classificação dos níveis tróficos.....	38
Figura 8 - Vídeo Antas da Amazônia.....	39
Figura 9 - Vídeo: Ciclo natural - cadeia alimentar.....	41
Figura 10 - Slides sobre a cadeia alimentar.....	42
Figura 11 - Vídeo Cadeia alimentar - Resumo.....	42
Figura 12 - Telas do simulador Sheppard Software.....	43
Figura 13 - Telas do simulador.....	44
Figura 14 - Telas do simulador.....	44
Figura 15 - Lista de termos relacionado aos níveis tróficos.....	46
Figura 16 - Perguntas-guia.....	50
Figura 17 - Questionário avaliativo.....	51
Figura 18 - Continuação do questionário avaliativo.....	52
Figura 19 - Momento de boas-vindas aos estudantes.....	56
Figura 20 - Realização da primeira atividade aplicada aos estudantes.....	57
Figura 21 - Atividade realizada pelos estudantes.....	59
Figura 22 - Folha 1 com alto índice de erros e folha 2 - com alto índice de acertos.....	60
Figura 23 - Estudantes após concluírem a primeira atividade.....	61
Figura 24 - Estudantes assistindo “ Antas da Amazônia”.....	62
Figura 25 - Alunos fazendo a leitura da história interativa.....	63
Figura 26 - Alunos participando da aula expositiva.....	65
Figura 27 - Alunos assistindo ao vídeo sobre cadeia alimentar.....	68
Figura 28 - Tela do simulador Sheppard Software.....	69
Figura 29 - Estudantes usando Food chain challenge: Savannah e Woodland.....	70
Figura 30 - Estudantes usando Food chain challenge: Savannah e Woodland.....	71
Figura 31 - Final do 3 encontro.....	71
Figura 32 - Estudantes assistindo ao vídeo.....	72
Figura 33 - Estudantes construindo mapas conceituais.....	73
Figura 34 - Mapas conceituais produzidos pelos estudantes.....	74
Figura 35 - Mapa conceitual satisfatório aos critérios avaliados.....	76
Figura 36 - Mapa conceitual considerado moderado quanto aos critérios avaliados.....	77

Figura 37 - Mapa conceitual pouco satisfatório aos critérios avaliados.....	78
Figura 38 - Resposta questão reflexiva.....	80
Figura 39 - Resposta questão reflexiva.....	81
Figura 40 - Resposta questão reflexiva.....	82
Figura 41 - Resposta questão reflexiva.....	83
Figura 42 - Resposta questão 3.....	85
Figura 43 - Resposta questão 6B.....	86
Figura 44 - Resposta questão 8.....	86
Figura 45 - Resposta questão 6A.....	87

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 REFERENCIAL TEÓRICO E ESTUDOS RELACIONADOS.....	13
2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa.....	13
<i>2.1.1 Diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.....</i>	<i>17</i>
2.2 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS).....	19
2.3 Simuladores Virtuais.....	22
2.4 Revisão de estudos: trabalhos relacionados.....	24
3 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	29
3.1 Lócus da aplicação da UEPS e público alvo.....	30
3.2 Coleta de dados e o contexto da análise dos dados.....	32
4 PRODUTO EDUCACIONAL.....	34
4.1 Etapa 1: Apresentação do Conceito Geral.....	35
4.2 Etapa 2: Resgate do Conhecimento Prévio.....	35
4.3 Etapa 3: Situação problema - Introdução ao Tópico de Estudo.....	39
4.4 Etapa 4: Apresentação de Novo Conteúdo.....	41
4.5 Etapa 5: Abordagem interativa.....	43
4.6 Etapa 6: Debate guiado.....	45
4.7 Etapa 7: Reflexão guiada.....	49
4.8 Etapa 8: Avaliação Reflexiva da UEPS.....	50
5 APLICAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	54
5.1. Cronograma.....	54
5.2. Primeiro encontro: Execução da 1º e 2º etapa da UEPS.....	55
5.3. Segundo encontro: Execução da 3º e 4º etapa da UEPS.....	61
5.4. Terceiro encontro: Execução da 5º etapa da UEPS.....	68
5.5. Quarto encontro: Execução da 6º etapa da UEPS.....	72
5.6. Quinto encontro: Execução da 7º e 8º etapas da UEPS.....	78
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	89
REFERÊNCIAS.....	92
APÊNDICE A – Autorização da Escola.....	95
APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	96
APÊNDICE C - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.....	97
ANEXO I.....	98

1 INTRODUÇÃO¹

Rondoniana, filha de pais migrantes, que chegaram ao Estado na década de 70, começo minha trajetória pessoal/profissional pelos meus estudos, iniciados em 2004, no Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná, em Licenciatura em Ciências - habilitação em Biologia. A faculdade foi um tempo maravilhoso, onde tive meu horizonte aberto, pude participar de alguns eventos de iniciação científica, publiquei um resumo no 58º Congresso Nacional de Botânica em 2007, participei de vários minicursos e palestras. Em 2006, voluntariei-me na Fundação Wilma Zermiani, onde me doeï por dois anos para ensinar crianças com baixa renda e vulnerabilidade social. Foi marcante poder fazer a diferença na vida de crianças que eram carentes, não somente de coisas materiais, mas de afeto e carinho. Foi meu primeiro contato efetivamente com a docência real, onde pude perceber e entender a grandeza de ensinar.

Em dezembro de 2007 me formei e, em 2008, fui contratada como celetista pelo governo de Rondônia. Trabalhei em três escolas diferentes, com muitas séries distintas e componentes curriculares que não eram os de minha formação. Ano difícil, de adaptação e muito aprendizado. Nos anos de 2009-2010, mantive contrato celetista com a prefeitura de Ouro Preto do Oeste, e finalmente pude ministrar aula em minha área de formação: fui lotada em uma escola periférica e, mesmo com poucos recursos, foi ressignificante para mim, pois estava ensinando Ciências. O convívio do corpo docente e pedagógico dessa escola traz à memória boas lembranças, pois era um clima muito fraterno e que, sem dúvidas, refletia em nossa prática em sala de aula.

Cursei uma especialização em Didática e Metodologia do Ensino Superior pela Faculdade de Ouro Preto/Uneouro. Foi gratificante poder aprender mais. Em 2010, me preparei e fui aprovada no concurso da Secretaria de Educação do estado de Rondônia e, em março de 2011, fui convocada e lotada em uma escola da Zona Sul de Porto Velho, onde pude lecionar de 2011 até abril de 2018. Findo esse ciclo, outro foi iniciado na cidade de Ariquemes, em maio de 2018, com novas possibilidades e horizontes, em uma escola com menor depreciação do seu patrimônio e recursos tecnológicos disponíveis e acessíveis aos

¹ Em razão da natureza híbrida do conteúdo da Introdução, reservo-me a possibilidade de recorrer a diferentes pessoas do discurso, de acordo com o que está sendo apresentado (relatos pessoais, estudos presentes na literatura, etc.).

alunos. O ano de 2018 foi para criação e formação de vínculo com os alunos. Tudo estava correndo em seu curso normal. Mesmo com laboratório improvisado, era possível realizar atividades práticas, das quais o aluno era instigado a buscar o conhecimento. E assim, novos desafios foram surgindo e, ainda, se apresentam na área educacional, principalmente o período pandêmico, que iniciou em 2020 e exigiu ainda mais esforços pela comunidade educacional. De modo repentino, tudo estava diferente. A pandemia do coronavírus nos mostrou a fraqueza de nossa inserção nas tecnologias, envolvendo vários meses de aprendizagem, onde fomos obrigados a nos reinventar e inovar para mantermos a qualidade de ensino. Sem nenhuma prática com a mediação tecnológica, utilizamos diversos meios digitais, tais como o Whatsapp e o Google Classroom para ministrar as aulas. A cada dia, uma nova descoberta, um novo ensino, uma nova prática, um novo aplicativo; atualização forçada de conceitos e práticas, mas que nos fizeram repensar em tudo, e na necessidade do essencial para o bem do aluno.

Essa experiência mostrou que, diferente de muitos de nós, docentes, os alunos já estavam inseridos nessa revolução tecnológica. A internet, redes sociais e jogos virtuais fazem parte do cotidiano. Os Smartphones são como uma extensão do seu próprio corpo, sendo os últimos objetos consultados antes de dormir e os primeiros, ao acordar. Diante dessa surpreendente realidade, vimos uma oportunidade clara que pudemos utilizar deste meio tecnológico, também com o fim da transformação do conhecimento. Nesse contexto, este trabalho em questão apresenta importante temática, com o uso de simuladores virtuais (ou jogos) para uma aprendizagem significativa no ensino fundamental dos níveis tróficos.

Assim, durante esses anos de experiência na docência, pude perceber a grande dificuldade apresentada pelos alunos do oitavo ano do ensino fundamental, em relação às definições mais básicas e simples da ecologia, tais como as relações alimentares entre os níveis tróficos. Essa dificuldade afeta toda a percepção e entendimento sobre a vida e relação entre os seres vivos, o que refletirá por toda sua vida estudantil. Pois, é extremamente relevante, nos dias de hoje, entender a complexa relação entre seres vivos, nos níveis explicitados anteriormente, para que possamos compreender o funcionamento de questões, tais como, transferência de massa e energia entre indivíduos ou entre populações. Somando-se a este desafio, há o desinteresse dos estudantes, que não veem muito sentido na forma e de como são abordados tais conhecimentos.

Nesse sentido, os simuladores virtuais podem ser um valioso instrumento como estratégia, uma vez que já estão familiarizados e demonstram bastante interesse por tal temática. É nesse sentido que a proposição do estudo “Vida e Evolução” vem a contribuir como enfoque principal.

Na unidade temática “Vida e Evolução” é proposto o estudo relacionado às relações entre os seres vivos. Características dos ecossistemas, com destaque para as interações dos seres vivos com outros seres vivos e com fatores não vivos do ambiente são objetos de conhecimento listados na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018). Ainda, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), os conceitos ecológicos são construções teóricas e não fenômenos facilmente observáveis, ou passíveis de experimentações (BRASIL, 1998).

A forma de interação mais básica e fundamental entre os seres vivos é a constante busca de recursos alimentares em outros organismos. Essa relação pode ser representada de maneira simplificada, através de uma ou várias sequências tróficas, denominadas cadeias e teias alimentares, respectivamente (BRASIL, 2000). Lopes e Rosso (2005) definem nível trófico como sendo o conjunto de todos os organismos de um ecossistema com o mesmo tipo de nutrição. Os seres vivos somente têm condições favoráveis de sobrevivência em seu habitat quando conseguem obter a matéria e a energia necessárias para sua sobrevivência.

Os organismos produtores ocupam o primeiro nível trófico. Os organismos produtores, chamados também de autótrofos, sintetizam seu próprio alimento orgânico, a partir de matéria inorgânica, através do processo conhecido como fotossíntese, estes organismos captam a luz solar, convertem-na em energia química, sendo então transferida aos demais seres vivos. No entanto, essa energia diminui à medida que é transferida de um consumidor para outro, pois parte dela é liberada sob a forma de calor, o restante é utilizado na realização dos processos vitais do organismo (LOPES; ROSSO, 2005). Formam o segundo nível trófico os animais herbívoros, que são consumidores primários. Os animais carnívoros, que se alimentam de animais herbívoros (consumidores secundários), formam o terceiro nível trófico. O quarto nível trófico é formado por animais carnívoros que se alimentam de animais carnívoros (consumidores terciários) e assim por diante. (LOPES; ROSSO, 2005). Um organismo pode ocupar mais de um nível trófico, como ocorre, por exemplo, com os animais onívoros: eles se

alimentam de plantas, de herbívoros e de carnívoros, podendo participar de várias cadeias alimentares e, assim, ocupar diferentes níveis tróficos. E também temos um grupo especial, os decompositores ou saprófagos, que se nutrem de organismos mortos, provenientes de diferentes níveis tróficos, decompondo, tantos produtores, como consumidores (LOPES; ROSSO, 2005). Odum (2006) descreve os saprófagos como organismos que se alimentam de matéria orgânica morta. As atividades decompositoras dos saprófagos liberam nutrientes inorgânicos que são usados pelos produtores; também, fornecem alimento para os macroconsumidores e, frequentemente, excretam substâncias que inibem ou estimulam outros componentes bióticos do ecossistema.

Entender a complexidade envolvida nas relações entre os seres vivos é muito importante para que possamos adequar a nossa vivência a uma forma de vida mais sustentável. Os níveis tróficos é uma forma que a ecologia utiliza para que os organismos que constituem uma cadeia alimentar sejam organizados. Sobre a interação entre os níveis tróficos Odum (2006, p. 40) explica:

Uma das características universais de todos ecossistemas - terrestres, de água doce, marinhos ou fabricados pelos humanos (por exemplo agrícola) - é a interação dos componentes autotróficos e heterotróficos. Os organismos responsáveis pelos processos estão parcialmente separados no espaço; o maior metabolismo autotrófico ocorre no estrato superior, o “cinturão verde”, no qual há disponibilidade de energia luminosa. O metabolismo heterotrófico mais intenso ocorre no “cinturão marrom” que fica abaixo, local onde a matéria orgânica se acumula nos solos e sedimentos.

É através do entendimento desse conceito que será possível compreendermos como ocorre a transferência de massa e energia entre indivíduos ou entre populações.

Conhecer o processo de relação entre os seres vivos é fundamental, não somente pelo fato de fazermos parte diretamente desse mecanismo, como também para compreender a importância da biodiversidade presente no planeta e maneiras de como preservá-la. Segundo Nevanpää e Law (2006, p. 41):

Compreender a dinâmica da população (ex. cadeias alimentares, teias alimentares, os ecossistemas, a concorrência, as pirâmides de números, nichos ecológicos, as flutuações populacionais naturais e extinção) é pré-requisito para a compreensão do funcionamento da natureza e dos sistemas naturais. [...] Em geral, os alunos têm dificuldade de entender os ecossistemas como totalidades organizadas, mas tendem a considerá-los como uma coleção de organismo. [...] Outra dificuldade importante encontrada no ensino da ecologia de população refere-se ao fato de que a

experimentação direta muitas vezes não é possível, e até mesmo para os experimentos de laboratório simples nesta área, os processos são frequentemente muito tediosos. Assim, a abstração de fenômenos ecológicos torna difícil para os alunos mudarem suas estruturas de conhecimento e para a construção da explicação científica.

Paralelo a isso, uma aprendizagem significativa sobre níveis tróficos mostra-se desafiadora, pois nem sempre o aluno consegue fazer uma ligação entre a real importância da compreensão da temática ao seu papel dentro do próprio nicho ecológico (o papel do humano dentro do ecossistema). Nesse cenário, tem-se como um importante aliado, para aplicação da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) em sala de aula, as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). Moreira define uma UEPS como sendo “[...] sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula” (MOREIRA, 2011, p. 2). São elencados por Moreira alguns critérios para construção de uma UEPS, que deve seguir um objetivo, uma filosofia e um marco teórico. Todos esses aspectos necessitam ser contemplados na construção de uma UEPS. Para que isso ocorra, o marco teórico é pautado na TAS de David Ausubel.

O desinteresse dos estudantes no processo de ensino e de aprendizagem também se deve em parte ao uso de metodologias e ferramentas que se tornam tediosas, conforme Nevanpää e Law (2006, p. 41). E inserido nesse bojo, temos a Escola, como parte da Sociedade contemporânea, permeada pelas Tecnologias Digitais, incluindo os jogos virtuais e/ou simuladores virtuais. Contexto este, acelerado pela pandemia do Covid 19, permanecendo no pós pandemia, em que o ensino se estabeleceu com uso de tecnologias, se mostrando por vezes complexo, mas também dinâmico e atrativo, estimulando os estudantes a buscar uma aprendizagem que tenha significados. Isso remete, por exemplo, ao uso de recursos, como simuladores virtuais, que estão em sintonia com a vivência de todos os estudantes do século XXI.

Diante da crescente problemática do desinteresse dos estudantes na aprendizagem dos níveis tróficos, torna-se evidente a urgência de uma intervenção pedagógica eficaz para superar esse desafio. Assim, identificamos a necessidade de despertar o interesse dos estudantes de maneira significativa em relação a esses elementos, centralizando o tema deste

trabalho nessa demanda específica. Surge, então, uma proposta de estudos levando em conta as características dos ecossistemas e de como impactam nas relações entre os seres.

Nesse contexto, emergiu a seguinte questão de pesquisa: como a TAS, associada a um produto educacional na forma de uma UEPS, que inclui simuladores virtuais, pode potencializar o aprendizado de níveis tróficos no ensino fundamental?

E, visando sanar essa problemática, tem-se como objetivo geral, analisar as implicações decorrentes do desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática, na forma de uma UEPS, no ensino dos níveis tróficos no ensino fundamental. Sendo esta UEPS ancorada no uso de simuladores virtuais e apoiada na TAS.

Como objetivos específicos, buscou-se:

- Realizar revisão sistemática sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa, Unidades de Ensino Potencialmente Significativas e suas interfaces com o ensino de níveis tróficos e desequilíbrio ecológico;
- Analisar e evidenciar os processos de ensino e aprendizagem e os conceitos essenciais dos níveis tróficos do ensino fundamental, tendo por base a BNCC;
- Identificar, analisar e descrever o uso de simuladores virtuais para o ensino dos níveis tróficos;
- Desenvolver e implementar uma sequência didática, na forma de uma UEPS, no contexto do ensino dos níveis tróficos do ensino fundamental, com destaque ao debate sobre como o desequilíbrio ecológico nos ecossistemas afetam a manutenção da vida;
- Analisar as implicações decorrentes da aplicação da sequência didática, tanto no que concerne à promoção da aprendizagem significativa quanto ao uso dos simuladores virtuais como ferramentas de ensino.

Ainda, é importante destacar que a presente pesquisa, no que se refere a aplicação do produto educacional, na forma de uma UEPS, ocorreu na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Anísio Teixeira, localizado no município de Ariquemes - RO, com um grupo de 15 alunos matriculados no oitavo ano do ensino fundamental. Informa-se que já foi obtida a autorização da referida escola, conforme modelo do Apêndice A (Autorização da Escola).

Por fim, o texto está organizado da seguinte forma, além da presente Introdução. No capítulo dois é apresentado o referencial teórico sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa, das Unidades de Ensino Potencialmente Significativa, simuladores virtuais e revisão de estudos (trabalhos relacionados). No terceiro capítulo é apresentado a metodologia da pesquisa. No quarto capítulo é apresentado o produto educacional. No quinto capítulo a aplicação do produto e os resultados obtidos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO E ESTUDOS RELACIONADOS

Neste capítulo apresenta-se o referencial teórico sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa, as Unidades de Ensino Potencialmente Significativa, simuladores virtuais e revisão de estudos (trabalhos relacionados).

2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa foi concebida pelo pesquisador David Paul Ausubel (1918-2008). Nasceu nos Estados Unidos, sendo filho de judeus. Mesmo sendo formado em medicina psiquiátrica, atuou como pesquisador na área de psicologia educacional. Na década de sessenta, onde o que predominava era a teoria behaviorista² (SKINNER, 1904-1990), ele apresentou sua teoria da aprendizagem, que poderia ser uma nova direção, um novo caminho para a educação.

Conforme informa Moreira (2022, p. 140), Ausubel segue a linha teórica cognitivista:

Ausubel é um representante do cognitivismo e, como tal, propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem, segundo o ponto de vista cognitivista, embora reconheça a importância da experiência afetiva. Para ele, aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva.

Ausubel (1963 apud MOREIRA, 2011) define a estrutura cognitiva como sendo um conjunto de subsunçores que possui uma organização hierárquica, de forma que estão inter-relacionadas e progressivamente se tornam mais estáveis, diferenciados e ricos em significados, o que irá facilitar a aprendizagem de uma maneira interativa em que os subsunçores servirão de âncora para o novo conhecimento, trazendo novos significados e validando os já existentes. Assim:

A aprendizagem significativa pressupõe que o aluno manifeste uma disposição para relacionar, de forma não arbitrária e substantiva, o novo material à estrutura cognitiva – e que o material aprendido seja potencialmente significativo – principalmente incorporável à sua estrutura de conhecimento (AUSUBEL, 1980, p. 34 apud MOREIRA, 2011).

² Burrhus Frederic Skinner foi um psicólogo estadunidense que criou o behaviorismo radical. Para Skinner o homem era educado (moldado) pela natureza (condicionado pelo meio em que vive). Seus comportamentos psicológicos são uma resposta aos estímulos que recebe desde o nascimento. A ideia básica do enfoque skinneriano é a de que o comportamento é controlado pelas consequências.

Ausubel divide a aprendizagem em quatro tipos distintos, sendo elas: a aprendizagem automática (mecânica); aprendizagem por recepção; aprendizagem por descoberta; e aprendizagem significativa. Quando novas informações forem aprendidas, sem que ocorra uma interação com os conceitos existentes no cognitivo não haverá modificações nos subsunçores; ou seja, isso ocorreu de forma arbitrária e literal, resultando em uma aprendizagem mecânica. De forma contrária, na aprendizagem significativa o aluno irá relacionar de maneira não arbitrária e substantiva (não literal) um novo conceito e ligará ele a outros já existentes em seu cognitivo (os subsunçores³) e os modificará.

Para Ausubel, todas as formas de aprendizagem mencionadas podem vir a se tornar significativas. Para isso, o novo conceito deve se incorporar ao cognitivo do aluno, de maneira não arbitrária e não literal. Não-arbitrariedade e substantividade (não literal) são as características básicas da aprendizagem significativa:

A essência do processo de aprendizagem significativa é que as ideias expressas simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas pelo aluno, através de uma relação não arbitrária e substantiva (não literal). Uma relação não arbitrária e substantiva significa que as ideias são relacionadas a algum aspecto relevante, existente na estrutura cognitiva do aluno, como por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição (AUSUBEL, 1980, p. 34 apud MOREIRA, 2011, p. 155).

Quando o conteúdo é apresentado ao aluno no seu estado final, ele irá incorporar ao seu cognitivo sem uma nova descoberta, isso mostra que ocorreu a aprendizagem por recepção (automática ou significativa).

Na aprendizagem por descoberta, o aluno descobre um novo conteúdo antes que ele seja arranjado de modo significativo ao seu cognitivo, analisando e relacionando os novos conceitos.

Todas as informações devem ser armazenadas de forma organizada no cérebro humano, onde os elementos mais específicos do saber serão assimilados a conceitos mais gerais e inclusivos, formando uma hierarquia conceitual.

³ Moreira (2011) define o subsunçor como o nome dado a um conhecimento específico, existente na estrutura cognitiva do indivíduo, que permitirá a ele dar significado a um novo conhecimento. A estrutura cognitiva é descrita como uma hierarquia de conceitos que são representações de experiências sensoriais do indivíduo.

Moreira (2022) explica que a estrutura cognitiva significa, portanto, uma estrutura hierárquica de conceitos, que são representações de experiências sensoriais do indivíduo. Os subsunçores (conhecimentos prévios) são a base para que ocorra de fato a aprendizagem significativa. Pode-se questionar como os subsunçores se formam quando ainda não havia nenhum conhecimento prévio no cognitivo do indivíduo.

Moreira nos fornece duas possibilidades como respostas a essa indagação: a primeira é a de que a aprendizagem mecânica sempre será necessária quando um indivíduo adquire novos conhecimentos, pois essa aprendizagem, à medida que vai se tornando significativa, servirá de subsunçor para que novos conhecimentos se ancorem nela. A segunda possibilidade ocorre na fase da primeira infância, onde a formação de novos conceitos acontecerá, através das experiências psicomotoras, onde a criança formará os primeiros conceitos, onde, a partir deles, ocorrerá a assimilação com novos conhecimentos.

Alguns pressupostos são necessários para que ocorra uma aprendizagem significativa. Para Ausubel deve haver uma disposição do aluno em aprender e um material que seja potencialmente significativo.

A Aprendizagem significativa pressupõe que o aluno manifeste uma disposição para relacionar, de forma não substantiva, o novo material à estrutura cognitiva e que o material aprendido seja potencialmente significativo, principalmente incorporável a sua estrutura de conhecimento [...] (AUSUBEL, 1980, p. 34 apud MOREIRA, 2011).

Os organizadores prévios, segundo Ausubel, são recursos para um material potencialmente significativo, quando a temática ainda não foi apresentada ao aprendiz, sendo algo totalmente novo. Os materiais podem ser, desde um acontecimento histórico, um filme, uma leitura introdutória ou uma simples curiosidade relacionada à temática. Eles servirão para introduzir esse novo conteúdo de forma que posteriormente novos conceitos poderão ser aprendidos de forma significativa.

Masini e Moreira (2008, p. 39) relatam a finalidade dos organizadores prévios:

Destinam-se a fazer uma ponte entre o que o aluno sabe e o que deveria saber para que o material fosse potencialmente significativo ou a explicitar a relação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio, o qual pode não ser facilmente percebida pelo aprendiz.

Os organizadores prévios irão auxiliar o aprendiz a interligar os conceitos prévios aos conceitos a serem aprendidos. Moreira (2011) explica que os organizadores prévios podem ser classificados em dois tipos: os organizadores expositivos, quando o material de aprendizagem não é familiar e o aprendiz não possui subsunçores, e o organizador comparativo, que deve ser usado quando o material apresentado é relativamente familiar ao aprendiz.

Ausubel classifica em três os tipos de aprendizagem significativa: aprendizagem representacional, aprendizagem de conceitos e aprendizagem proposicional. Para uma aprendizagem significativa, Moreira (2011) propõe a construção de UEPS, que são um tipo de sequência didática que deve seguir oito aspectos sequenciais para que seja implementada, conforme apresentados na seção 2.2.

A aprendizagem *representacional* é base para os demais tipos de aprendizagem significativa, ela é a atribuição, em significado, de símbolos com seus referentes, nela existe uma relação entre determinado símbolo e o que ele significa. Moreira (2011, p. 38) explica: “Ainda que a aprendizagem representacional seja próxima à aprendizagem mecânica, ela é significativa, pois o símbolo significa um referente concreto. Na aprendizagem mecânica, a relação símbolo-objeto/evento é apenas associativa, sem significado.”

A aprendizagem significativa *por conceitos* pode ser considerada de certa maneira representacional, pois os conceitos são representados por símbolos e representam abstrações dos atributos essenciais dos referentes. Masini e Moreira (2008, p. 28) esclarecem sobre esse tipo de aprendizagem:

Lembremos que a aprendizagem significativa de conceitos por formação de conceitos é típica de crianças, podendo também ocorrer em adultos, em casos particulares, por exemplo, quando o conjunto de situações é completamente novo para o sujeito.

A aprendizagem significativa proposicional é contrária às citadas anteriormente, pois ela não se trata de aprender o que os símbolos isolados representam, mas entender e aprender o significado de ideias, de proposições.

Além dos três tipos de aprendizagem significativa, de modo análogo, tem-se que também três tipologias: subordinação, superordenação e modo combinatório. Pode-se definir, de uma maneira geral, a aprendizagem significativa subordinada quando a aprendizagem

ocorre por um processo de ancoragem cognitiva, interativa com os conhecimentos prévios que são mais relevantes, inclusivos e gerais. Moreira (2011, p. 36) esclarece:

Por exemplo, se o aprendiz já tem uma ideia, uma representação do que seja uma escola, a aprendizagem significativa de distintos tipos de escola, como escola técnica, aberta, norma, pública e outros, serão aprendidos por ancoragem e subordinação a ideia inicial de escola. Mas, ao mesmo tempo, como o processo é interativo, essa ideia inicial vai se modificando, ficando cada vez mais elaborada, mais rica e mais capaz de servir de ancoradouro cognitivo para novas aprendizagens.

Na aprendizagem superordenada, conforme Moreira (2011), os conhecimentos que já existem na estrutura cognitiva são reconhecidos como casos particulares de um novo conhecimento, que passará a subordiná-los e organizá-los na estrutura cognitiva. Assim, Moreira (2011, p. 37) define: “A aprendizagem superordenada envolve, então, processos de abstração, indução, síntese, que levam a novos conhecimentos, que passam a subordinar aqueles que lhes deram origem. É um mecanismo fundamental para a aquisição de conceitos.”

Na aprendizagem significativa combinatória, temos uma nova informação interagindo com um conhecimento prévio mais amplo do sujeito de determinado campo de conhecimento, dando-nos a ideia que a âncora não é um subsunçor em particular, mas o conjunto de subsunçores. Moreira (2011, p. 37-38) a descreve assim:

Aprendizagem combinatória é, então, uma forma de aprendizagem significativa em que a atribuição de significados a um novo conhecimento implica interação com vários outros conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva, mas não é nem mais inclusiva, nem mais específica do que os conhecimentos originais. Possui alguns atributos criteriais, alguns significados comuns a eles, mas não os subordina nem superordena.

2.1.1 Diferenciação progressiva e reconciliação integrativa

A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são dois processos que estão relacionados e que devem ocorrer durante o processo de aprendizagem significativa. Esses processos são simultâneos. Moreira (2022) classifica como um descer e subir nas hierarquias conceituais. São idas e voltas entre o geral e o específico, sendo permeado por conceitos e proposições intermediárias, que procuram facilitar a progressividade da aprendizagem significativa.

Ausubel (1978, p. 190, apud MOREIRA, 2022, p. 146) se refere a diferenciação progressiva e à reconciliação integrativa de maneira instrucional:

A diferenciação progressiva é vista como um princípio programático da matéria de ensino segundo o qual as ideias, conceitos, proposições mais gerais e inclusivos do conteúdo devem ser apresentados no início da instrução, e progressivamente diferenciados em termos de detalhes e especificidade.

Moreira (2022) afirma que Ausubel baseia-se na ideia de que é menos difícil para os seres humanos captar aspectos diferenciados de um todo mais amplo e inclusivo previamente aprendido do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas previamente, aprendidas e que a organização do conteúdo de uma certa disciplina na mente de um indivíduo é uma estrutura hierárquica, na qual as ideias mais inclusivas e gerais estão no topo e, progressivamente, incorporam proposições, conceitos e fatos menos inclusivos e mais diferenciados.

A reconciliação integrativa faz a ligação entre os subsunçores, mostrando suas semelhanças e diferenças com finalidade de simplificá-los, organizá-los, se necessário, sempre objetivando um equilíbrio cognitivo. Raramente, encontramos esse arranjo nos livros didáticos. Moreira (2011, p. 44-45) pontua:

A grande maioria dos livros didáticos não promove a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Sua organização é linear, muitas vezes cronológica, começando com o mais simples e terminando com o mais complexo, ou mais difícil. É uma organização lógica, não psicológica. Do ponto de vista cognitivo, a aprendizagem significativa será facilitada se o aprendiz tiver uma visão inicial do todo, do que é importante, para, então, diferenciar e reconciliar significados, critérios, propriedades, categorias, etc.

Essa lacuna compromete a qualidade da educação, uma vez que a diferenciação progressiva se refere à apresentação gradual e sequencial de conceitos, respeitando a diversidade de aprendizado dos estudantes. Já a reconciliação integrada busca integrar diferentes áreas de conhecimento da formação coesa, estimulando uma compreensão geral. A ausência desses elementos nos materiais didáticos pode resultar em dificuldades de aprendizagem e na fragmentação do conhecimento, prejudicando o desenvolvimento pleno

dos alunos e comprometendo a eficácia do processo educacional, as UEPS propostas por Moreira, podem ser meios de viabilizar a aprendizagem significativa.

2.2 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)

Moreira (2005) menciona as UEPS como uma proposta didática para tornar, dentro do possível, a aprendizagem eficaz e significativa.

As UEPS são sequências didáticas de ensino, com fundamentos teóricos dentro da aprendizagem significativa, elaboradas pelo professor, onde os tópicos abordados devem ser com os conhecimentos específicos a serem desenvolvidos com o objetivo de auxiliar a aprendizagem significativa, através de atividades que exponham o conhecimento dos alunos e que posteriormente possam ser analisadas e discutidas.

A construção das UEPS envolve:

- Objetivo: definir os objetivos a serem alcançados nesta UEPS;
- Filosofia: só há ensino se há aprendizagem e esta deve ser significativa;
- Marco Teórico: a teoria da aprendizagem significativa e seus colaboradores.

Conforme Moreira (2011), as UEPS devem seguir os seguintes princípios:

- não esquecer que o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa;
- pensar, sentir e agir estão integrados no ser que aprende quando a aprendizagem é significativa;
- o aluno deve estar interessado em aprender;
- organizadores prévios podem e devem ser utilizados, sempre que necessários;
- são as situações-problema que dão sentido ao conhecimento (VERGNAUD, 1990) e elas são criadas para despertar a curiosidade do aluno;
- as situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- as situações-problema devem ser propostas em um nível crescente de complexidade;
- diante de uma nova situação, é importante criar um modelo mental, na memória de trabalho, análogo estruturalmente a essa situação (JOHNSON-LAIRD, 1983);

- não esquecer de levar em conta, na organização do ensino, a diferenciação progressiva, a reconciliação integrativa e a consolidação (AUSUBEL, 1980);
- ao longo da aprendizagem, progressivamente, deve-se buscar evidências de que ela é significativa;
- o professor é organizador e mediador de situações-problema (VERGNAUD, 1990; GOWIN, 1981);
- deve-se considerar a linguagem e a interação social durante o processo de aprendizagem;
- existe uma relação triádica professor, aluno e materiais educativos (GOWIN, 1981);
- essa relação poderá ser quádrica, na medida em que o computador não for utilizado apenas como material educativo;
- a aprendizagem deve ser significativa e crítica (MOREIRA, 2005);
- a aprendizagem significativa crítica estimula a formulação de perguntas, ao invés da memorização e o abandono das aulas narrativas, em prol de aulas com materiais e estratégias diversificadas.

Para a construção das UEPS, conforme (Moreira, 2011, p. 5) também são considerados os seguintes aspectos sequenciais:

1. definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais, tais como aceitos no contexto da matéria de ensino, na qual se insere esse tópico;
2. criar/propor situação(ões) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, etc. – que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito, no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta;
3. propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo e procedimental) que se pretende ensinar; estas situações problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio; são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos; mas, para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); estas situações-problema iniciais podem ser propostas, através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;

4. uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral, seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;

5. em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora; após esta segunda apresentação, propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador; esta atividade pode ser a resolução de problemas, a construção de uma mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc., mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;

6. concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva, retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão; porém, de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um áudio visual, etc.; o importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade; após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;

7. a avaliação da aprendizagem, através da UEPS, deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual, após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino; a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor), como na avaliação somativa;

8. a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Os aspectos transversais envolvidos na construção das UEPS são os listados, a seguir:

- considerar atividades diferenciadas durante o processo e incentivar o questionamento em lugar das respostas prontas;
- propor que os alunos formulem situações de aprendizagem em relação ao conteúdo em questão;
- permitir momentos individuais e em grupo durante as situações de aprendizagem.

Por fim, nesta seção foi descrito o conceito de UEPS e as suas etapas de execução.

2.3 Simuladores Virtuais

Esta seção tem por objetivo apresentar a importância dos Simuladores Virtuais no ambiente educacional de ensino de Ciências, especialmente dos conceitos de níveis tróficos e desequilíbrio ecológico. Pois, ao utilizar um recurso pedagógico com este viés, pode-se proporcionar aos estudantes um ambiente de interação com simulações, que poderão auxiliá-los para com um aprendizado significativo.

Nesse contexto, uma definição para simulações computacionais, a partir de Simuladores Virtuais, são “... modelos computacionais de situações ou fenômenos reais ou hipotéticos que permitem aos usuários explorar as implicações de manipular ou modificar os parâmetros do modelo.” (CLARK et al., 2009, p. 4, tradução nossa). Ou seja, o estudante, ao utilizar um simulador virtual, poderá modificar os parâmetros deste e observar as mudanças.

Contudo, apesar de suas vantagens, cabe ao professor analisar cada simulador virtual previamente, verificando se as simulações preconizadas e disponibilizadas neste, estão epistemologicamente corretas. E ainda, também compete ao professor mediar esse processo de ensino através dos simuladores virtuais, proporcionando um ensino interativo, mas considerando os conteúdos e os estudantes.

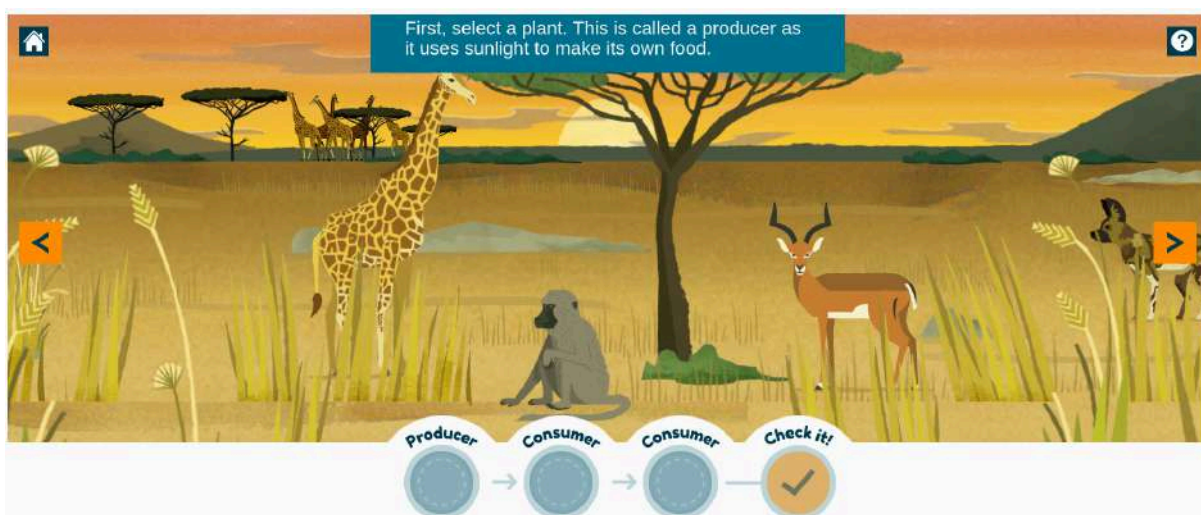
O uso de simuladores virtuais (considerando um simulador no contexto de um jogo interativo) como ferramenta também é previsto nos PCNs (BRASIL, 2000). De acordo com a BNCC (BRASIL, 2017, p. 233), as habilidades trabalhadas ao se utilizar de jogos são as de: “(EF67EF01) Experimentar e fruir, na escola e fora dela, jogos eletrônicos diversos, valorizando e respeitando os sentidos e significados atribuídos a eles por diferentes grupos sociais e etários.”

Sobre a eficácia dos jogos interativos Tezani (2004) apud Ferro e Viel (2019, p.117) afirma:

O jogo atua como um imprescindível recurso pedagógico e/ou psicopedagógico, pois a criança inter-relaciona a teoria à prática ao brincar, formula hipóteses e experiências, articula o pensamento, tornando a aprendizagem mais dinâmica e atrativa. Dessa forma a criação de um momento com jogos nas aulas, proporciona um ambiente alegre e favorável a uma aprendizagem significativa, onde os alunos sentem gosto e vontade em aprender e em descobrir novos horizontes.

Nesse cenário, um exemplo de simulador virtual é o *Food chain challenge Woodland*⁴, que pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1 - Tela do simulador *Food chain challenge Woodland*



Fonte: Bitesize, disponível em: <https://toybox.tools.bbc.co.uk/activities/id/g6klkqfxx1/exitGameUrl/https%3A>

Este simulador ambienta a Savana Africana que possui os animais desse bioma e permite aos estudantes escolher qual organismo participará da cadeia alimentar.

Portanto, com a percepção do benefício da utilização de ferramentas tecnológicas no ensino de Ciências, entende-se a pertinência da utilização dos simuladores virtuais para uma aprendizagem significativa dos níveis tróficos no ensino fundamental.

⁴ <https://toybox.tools.bbc.co.uk/activities/id/g6klkqfxx1/exitGameUrl/https%3A>

2.4 Revisão de estudos: trabalhos relacionados

O levantamento de trabalhos relacionados à temática foi realizado através de pesquisas no Google Acadêmico⁵, Portal de Periódicos da Capes⁶ e Repositório do PPGECEM/UPF⁷, buscando selecionar artigos, dissertações e teses publicados no período compreendido entre os anos de 2018 a 2023. A seleção dos títulos foi feita a partir das seguintes sentenças de busca: “nível trófico” e “ensino fundamental” e/ou “aprendizagem significativa” e/ou “tecnologias digitais”. A busca envolvendo todos os termos não resultou em nenhum documento minimamente relacionado à temática. Nesse sentido, optou-se por utilizar os termos “aprendizagem significativa” e “nível trófico”, o que resultou em 50 trabalhos. Destes, buscando um relacionamento com a temática da dissertação, restaram três (duas dissertações e um artigo), que estão descritos a seguir no Quadro 1.

Quadro 1 - Trabalhos relacionados

Autor	Título	Descrição
SILVA (2020)	Ensino de ecologia mediado por simulação computacional da cadeia alimentar	Aborda a construção de novos conceitos ecológicos, por meio do uso de simulação computacional, que foi experimentado com alunos do 6º ano do ensino fundamental. Sua abordagem foi apoiada na perspectiva construtivista do desenvolvimento cognitivo de Jean Piaget..
CABREIRA (2021)	Os quadrinhos como recursos didáticos para construção de conceitos sobre cadeias alimentares no ensino de ciências	Elaborou um material potencialmente significativo para a construção de conceitos ecológicos sobre cadeias alimentares, fundamentada na TAS. O estudo foi realizado através de pesquisa bibliográfica de cunho qualitativo, onde fora feito o levantamento de trabalhos desenvolvidos e disponíveis na literatura e na área do ensino de ecologia, cujo objetivo dessa etapa foi identificar as principais dificuldades apresentadas pelos estudantes acerca do conteúdo cadeia alimentar.
ALMEIDA e LOPES (2019)	Sequência didática eletrônica com testes adaptativos para o ensino de Ecologia do Ensino Fundamental numa plataforma de Ensino	Foi criada uma sequência didática eletrônica com testes adaptativos numa plataforma com conteúdos de ecologia e a verificação da sua eficácia para auxiliar a promover a aprendizagem significativa.

Fonte: autora, 2023.

⁵ <https://scholar.google.com.br/>

⁶ <https://www.periodicos.capes.gov.br>

⁷ <https://www.upf.br/ppgecem/dissertacoes-e-teses>

O primeiro trabalho selecionado foi uma dissertação de autoria de Silva (2020), intitulado “*Ensino de ecologia mediado por simulação computacional da cadeia alimentar*”, defendida na Universidade Federal do Amazonas, que abordou a construção de novos conceitos ecológicos, por meio do uso de simulação computacional, que foi experimentado com alunos do 6º ano do ensino fundamental. Sua abordagem foi apoiada na perspectiva construtivista do desenvolvimento cognitivo de Jean Piaget.

Conforme Silva (2020. p. 70) relata:

Os alunos se mostraram interessados e motivados a participar das atividades desenvolvidas, promovendo momentos de discussão e aprendizagem durante as aulas. A ideia em desenvolver uma simulação computacional da cadeia alimentar, representada por onças e capivaras, se deu no sentido de que esta é uma abordagem que permite apresentar e simular situações reais, visando a compreensão dos fenômenos num ecossistema.

A pesquisa foi dividida em três etapas: Etapa A - Pré-teste; Etapa B - aplicação das atividades; Etapa C - aplicação do pós-teste.

Segundo Silva (2020), o pré-teste foi o marco do desenvolvimento da pesquisa, onde foi aplicado um questionário sobre conhecimentos básicos de ecologia. Foi identificado para todas as questões respostas adequadas, parcialmente adequadas e inadequadas.

Na etapa B, foram desenvolvidas atividades práticas, com a simulação computacional que favoreceram ao aluno a habilidade para o desenvolvimento de conceitos sobre os desequilíbrios nos ecossistemas, fluxo de energia, flutuação das populações e eventos de predação no ambiente natural, por meio da associação dos conceitos da cadeia alimentar em um ambiente virtual de um modelo de simulação. A descrição da dinâmica do sistema biológico foi desenvolvida em um programa de simulação computacional, com base no modelo presa-predador de Lotka-Volterra⁸. O desenvolvimento pedagógico estruturou-se na aplicação de estratégias operacionais que atuaram como um meio de conexão das ações desenvolvidas pelos estudantes com as situações sugeridas pela estratégia desenvolvida na simulação.

⁸ O modelo de Lotka-Volterra é um par de equações diferenciais que descreve a dinâmica de interação entre duas espécies em um ecossistema. Este modelo foi proposto de forma independente por Alfred Lotka e Vito Volterra na década de 1920 e é frequentemente utilizado para estudar as relações predador-presa.

Na aplicação do pós-teste, a análise da atividade indicou que houve evolução conceitual; no entanto, ainda existiam muitas lacunas no conhecimento a serem superadas, muitas dúvidas a serem respondidas e as dificuldades de grandeza conceitual careciam ser trabalhadas rotineiramente pelos professores para que de fato, os alunos apropriem-se dos conhecimentos científicos e construam conhecimentos.

Silva (2020, p. 72) conclui:

Os resultados obtidos destacam a importância do uso dos modelos de simulação no ensino de Ecologia e mostraram a viabilidade de uma abordagem que favorece a aprendizagem e a interação dos estudantes, adaptável ao ensino das ciências naturais.[...] De acordo com as análises feitas, acreditamos que a proposta das situações didáticas seja uma estratégia de ensino viável para promover um ambiente de aprendizagem propício ao desenvolvimento de habilidades cognitivas que favoreçam a construção do conhecimento ecológico.[...] Como trabalhos futuros, sugere-se a expansão das estratégias propostas neste trabalho, agregando ao modelo de simulação outros níveis tróficos, como consumidores terciários, quaternários e decompositores, de forma a aumentar as possibilidades de interação dos animais na cadeia alimentar. Há também a possibilidade de ampliar a cadeia alimentar para uma teia alimentar. Ampliar a aplicação para outras séries do ensino básico.

O segundo trabalho selecionado foi uma dissertação intitulada: *"Os quadrinhos como recursos didáticos para construção de conceitos sobre cadeias alimentares no ensino de ciências"*, de autoria de Cabreira (2021), apresentado à Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, em novembro de 2021. O objetivo principal do estudo foi a proposta da elaboração de um material potencialmente significativo para a construção de conceitos ecológicos sobre cadeias alimentares, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa. Como embasamento do estudo foi realizada uma pesquisa bibliográfica de cunho qualitativo, onde fora feito o levantamento de trabalhos desenvolvidos e disponíveis na literatura e na área do ensino de ecologia, cujo objetivo dessa etapa foi identificar as principais dificuldades apresentadas pelos estudantes acerca do conteúdo cadeia alimentar. Também, verificou-se quais metodologias foram empregadas no ensino desse conteúdo, analisando os aspectos que favorecem ou dificultam a aprendizagem.

Foram identificados como principais estratégias metodológicas de ensino os jogos didáticos, as dinâmicas, as atividades práticas, os vídeos e outros recursos. Diante disso, foi proposto a elaboração de um material potencialmente significativo, onde optou-se pelo uso de histórias em quadrinhos, elencados a hierarquia conceitual relacionada ao conteúdo e

estabelecendo os elementos da Teoria da Aprendizagem Significativa, visando auxiliar o docente no processo de ensino. O Guia didático construído foi intitulado “Ensinando Cadeia Alimentar por meio do recurso dos quadrinhos”, e nele o docente encontrará diversas sugestões de atividades para que possa escolher e adaptar de acordo com sua realidade.

O terceiro trabalho selecionado, foi um artigo cujo título é “*Sequência didática eletrônica com testes adaptativos para o ensino de ecologia do Ensino Fundamental numa plataforma de Ensino*” de autoria de Almeida e Lopes (2019), apresentados à Universidade Luterana do Brasil, Rio Grande do Sul. O trabalho objetivou a criação de uma sequência didática eletrônica com testes adaptativos numa plataforma com conteúdos de ecologia e a verificação da sua eficácia para auxiliar a promover a aprendizagem significativa. O estudo foi desenvolvido em uma escola pública Municipal de Ensino Fundamental, em Sapucaia do Sul. Os testes foram aplicados a uma amostra de 23 alunos do 6º ano do ensino fundamental. A elaboração do instrumento de pesquisa na plataforma de ensino envolveu três fases:

1. Criação de um material de estudo potencialmente significativo sobre o conteúdo, contendo resumo textual, jogos, vídeos e exercícios de revisão;
2. Apresentação dos conteúdos numa sequência hierárquica;
3. Para cada conteúdo foi criado um teste adaptativo com trinta perguntas de múltipla escolha.

A sequência didática eletrônica inicia no conteúdo de conceitos básicos de ecologia e o conteúdo posterior só é liberado após o aluno ter feito todas as atividades da fase anterior. Dando ênfase ao que Ausubel propõe em relação a criar atividades sequencialmente dependentes (ALMEIDA; LOPES, 2019). Com base nos resultados obtidos, através das respostas dos alunos aos testes adaptativos, os autores identificaram que a maioria conseguiu corresponder às expectativas, precisando realizar apenas uma vez os testes, mostrando que obtiveram uma aprendizagem significativa.

Para finalizar, nesta revisão de estudos de trabalhos relacionados, nota-se uma crescente necessidade de abordar o ensino de ecologia de maneira mais interativa e significativa. Compreende-se que a TAS de Ausubel tem grande relevância, pois sugere que o aprendizado deve ser construído sobre o que o aluno já sabe, expandindo e solidificando seus conhecimentos prévios.

Ao analisar trabalhos anteriores na área, observa-se que muitos focam em métodos específicos para ensinar conceitos ecológicos, como simulações computacionais, histórias em quadrinhos e sequências didáticas eletrônicas.

No entanto, identifica-se uma lacuna quanto a uma abordagem que realmente permita aos alunos construir e ampliar seus conhecimentos de forma prática e dinâmica. Dessa forma, aborda-se a ideia de utilizar simuladores virtuais. Entende-se que, ao proporcionar uma experiência mais imersiva, pode-se criar um ambiente onde os alunos não apenas recebam informações, mas também interajam e construam seu próprio conhecimento. A proposta é que, através desses simuladores, os conceitos de níveis tróficos e desequilíbrio ecológico sejam apresentados de forma mais palpável e clara.

Além disso, destaca-se a importância da UEPS que, ao incluir jogos virtuais e simuladores, potencializa o aprendizado de níveis tróficos no ensino fundamental. Acredita-se que, ao combinar a TAS com ferramentas digitais interativas, pode-se criar um ambiente de aprendizagem mais enriquecedor e cativante.

Em resumo, busca-se com este trabalho uma abordagem mais holística e interativa para o ensino de ecologia, com o objetivo de promover uma aprendizagem verdadeiramente significativa para os alunos.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste capítulo apresentam-se as etapas metodológicas que foram seguidas no percurso da presente pesquisa, que envolveu o estudo da Teoria da Aprendizagem Significativa e sua implicação no processo de ensino dos níveis tróficos no ensino fundamental. Esta inclui também um produto educacional, organizado no formato de uma UEPS, que abordou esta temática com suporte dos simuladores virtuais. O propósito é contribuir com a prática pedagógica dos professores no ensino dos diferentes níveis tróficos. Pois, uma pesquisa científica configura-se como um procedimento sistemático, composto por diversas fases, que vão desde a formulação de um problema até a discussão dos resultados (GIL, 2018). Ou seja, na presente pesquisa procurou-se analisar as implicações decorrentes do desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática, na forma de uma UEPS, no ensino dos níveis tróficos no ensino fundamental. Sendo esta UEPS ancorada no uso de simuladores virtuais e apoiada na TAS.

O método qualitativo foi adotado para o desenvolvimento do trabalho, caracterizando, quanto à abordagem, como pesquisa qualitativa, que de acordo com Gerhardt (2009) preocupa-se em abordar aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais. Desta forma, o pesquisador está continuamente questionando os sujeitos de investigação com o intuito de perceber suas experiências e o modo como as interpretam e estruturam no mundo social em que vivem. A pesquisa qualitativa visa também transmitir suposições e fornecer definições, discutindo como são ilustradas no estudo (CRESWELL, 2014). Ainda, a pesquisa qualitativa é um veículo para aprofundar a compreensão sobre como as suposições, conceitos e práticas são representados e interpretados no contexto do uso de tecnologias virtuais como ferramentas pedagógicas para a exploração dos níveis tróficos. Além disso, esta permite a análise das percepções dos estudantes sobre a eficácia e o impacto dessa abordagem no processo de aprendizagem, fornecendo informações valiosas para aprimorar as estratégias de ensino e a qualidade da educação no âmbito do ensino fundamental.

Quanto aos objetivos, caracteriza-se como uma pesquisa exploratória, que de acordo com Gil (2018), tem como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e

ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores.

3.1 Lócus da aplicação da UEPS e público alvo

A aplicação do produto educacional foi realizada na Escola Estadual de Ensino Fundamental Médio Anísio Teixeira, localizada no bairro residencial à Rua Cardeal, 1394 Setor 02, área urbana, no município de Ariquemes-RO, conforme pode ser visualizada na Figura 2. A escola atende a alunos do ensino fundamental- séries finais e Ensino Médio. A autorização da escola para que tenha sido desenvolvida a intervenção didática proposta nesta pesquisa encontra-se no Apêndice A.

O público alvo da aplicação foram alunos devidamente matriculados em uma das quatro turmas de oitavo ano desta escola. O convite foi feito a todos os alunos das turmas, mas por disponibilidade dos mesmos, 15 alunos foram selecionados, levando em consideração a autorização dos pais e disponibilidade, pois todos os encontros foram realizados no contraturno do horário de estudo regular dos alunos.

Figura 2 - Localização e foto da EEEF Médio Anísio Teixeira



Fonte: Google Maps, 2023. Autora, 2023.

A escola ocupa um quarteirão completo, ambiente arejado e confortável. Apresenta-se instalada em plataforma térrea, toda em alvenaria, exclusiva para fins pedagógicos, ocupando um espaço de 117.000 m². A parte interna da escola é composta por um pátio todo coberto, um jardim bem arborizado, feito em parte com materiais recicláveis, um palco para

apresentação de danças, teatros, desfiles e para reuniões com a comunidade. Também uma praça de alimentação ampla e bem centralizada.

Com profissionais qualificados (graduação e especialização), com a missão de oferecer um ensino pedagógico de qualidade, essa escola pertence ao núcleo Estadual, atende ao Ensino Fundamental Nível I, 2º segmento e médio, no período matutino, vespertino e noturno, atendendo a 1597 alunos que são divididos em 9 turmas do 7º ano, 10 turmas do 8º ano e 7 turmas do 9º ano, nos períodos acima citados com as modalidades de cursos de formações gerais. O quadro de funcionários da escola soma um total de 94 pessoas, sendo: diretor e vice-diretor, (05) cinco orientadores educacionais, (06) seis inspetores, (02) dois coordenadores geral, (09) nove merendeiras, (12) doze agentes de limpeza, (06) seis agentes de secretaria, (06) seis bibliotecárias, (06) seis professores do ensino fundamental e (32) trinta e dois do ensino médio, destacando (06) seis professores de Ciências e (06) seis de Biologia, (02) dois professores de informática (laboratório), (02) dois prestadores de contas, (03) três professores na sala de recursos e (02) dois na sala de leitura. A instituição conta também com um laboratório de ciências. Na Figura 3 é possível visualizar os espaços da escola.

Figura 3 - Espaços internos da EEEF Médio Anísio Teixeira



Fonte: Autora, 2023.

A E.E.E.F.M. Anísio Teixeira contém 21 salas de aulas com tamanho de 7x7m, com boa iluminação, quadro de vidros e ar-condicionado, com capacidade para 36 alunos em cada sala. A escola também possui laboratório de informática contendo 36 computadores. A sala de atendimento educacional especializado, trabalha com atendimento separadamente, hoje atende a quantia de 73 estudantes portadores de deficiência, mas os atendimentos acontecem

de acordo com a demanda diárias. Para esta sala a escola tem dois professores com formação na área específica. Há a sala de coordenação, a biblioteca, a secretaria, pátio interno e externo com quadra ambos cobertos e arejados, área verde, auditório com capacidade para 100 alunos, cozinha e refeitório rotativo.

3.2 Coleta de dados e o contexto da análise dos dados

Destaca-se que a pesquisadora também é professora da referida turma onde a UEPS foi aplicada. Assim, sua proposta foi apresentada aos alunos descrevendo o aconteceria e como seria seu desenvolvimento. Também foi explicado sobre o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE B) para ser assinado pelos pais e/ou responsáveis legais, como o Termo de Assentimento livre e Esclarecido (TALE) (APÊNDICE C) para os próprios estudantes participantes da pesquisa. Ambos os termos foram entregues e estão em posse da pesquisadora.

A organização da UEPS e procedimentos metodológicos de análise dos dados foram com o objetivo central de identificar indícios de aprendizagem significativa nos alunos sobre níveis tróficos a partir do uso da UEPS. Desenvolveu-se um roteiro de atividades baseadas na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel que foi estruturado a partir do eixo temático vida e evolução.

A BNCC prevê que este eixo temático engloba o estudo de tudo que se relaciona com seres vivos, suas características, necessidades e interações entre os seres vivos (BRASIL, 2018). A cadeia alimentar é uma temática essencial no currículo educacional, pois permite a compreensão das relações interdependentes dos organismos em um ecossistema. Através dela, os alunos podem discernir como a energia e os nutrientes fluem entre os seres vivos, desempenhando um papel crucial no equilíbrio dos ecossistemas. A importância de uma abordagem qualitativa reside na capacidade de aprofundar essa compreensão, analisando os processos cognitivos e afetivos que moldam a percepção dos alunos sobre esse tópico.

A coleta de dados deu-se a partir dos seguintes instrumentos: observações da pesquisadora por meio de diário de bordo. Os relatos dos eventos registrados no diário de bordo (Zabalza, 2004) seguem os critérios gerais de observação, conforme descrito por Minayo (2002, p. 295): "anotações do que se observa, resultados de conversas informais,

observações de comportamentos contraditório com as falas, manifestações dos interlocutores quanto aos vários pontos investigados, dentre outros aspectos". Mapas conceituais elaborados pelos alunos, segundo Moreira (1993) os mapas conceituais podem ser usados como recurso didático de avaliação e de análise de currículo, além de, segundo o próprio Novak, também servir como instrumento de metacognição, isto é, de aprender a aprender (NOVAK e GOWIN, 1996). Registros fotográficos e vídeos registrados ao longo da aplicação do produto educacional.

Em síntese, a análise de dados, que também reflete os resultados decorrentes da implementação da sequência didática, na forma de UEPS, teve início no estudo e exploração das informações presentes nos instrumentos de coleta de dados, observando questões como: conhecimentos prévios, falas e interação dos estudantes em relação ao conteúdo, predisposição em aprender, materiais produzidos por eles que dão indícios de aprendizagem significativa. Sempre com foco na compreensão dos níveis tróficos e do desequilíbrio ecológico por parte dos estudantes e como esse conhecimento foi incorporado ao repertório dos alunos.

Por fim, o produto educacional é apresentado no próximo capítulo e a análise de dados é apresentada no capítulo cinco, conjuntamente com as descrições de cada encontro, tendo como norte o objetivo geral proposto para esta pesquisa.

4 PRODUTO EDUCACIONAL

Em meio aos desafios atuais da educação, a busca por métodos que vão além da simples transmissão de informações torna-se necessária. A ecologia, com sua complexidade e relevância, exige uma abordagem pedagógica que proporcione aos alunos uma compreensão integrada e profunda. Nesse panorama, a UEPS destaca-se como uma estratégia pedagógica inovadora, concebida para conectar o conhecimento prévio dos alunos a novas descobertas, fomentando uma aprendizagem significativa. Assim, ao abordar temas como níveis tróficos e desequilíbrio ecológico, esta UEPS teve o objetivo de não apenas instruir, mas também conscientizar os estudantes sobre a relação entre os seres vivos e o ambiente em que habitam. No Quadro 2, apresenta-se a estrutura da UEPS e as atividades propostas para cada etapa.

Quadro 2 - Proposta das atividades da UEPS

Etapa	ENCONTRO	Aulas	Atividades/Ações
1	Ponto de partida: Apresentação do conceito geral	1	Apresentação do tema da pesquisa, do conteúdo a ser estudado e da proposta de atividades.
2	Situação-inicial: Sondagem dos conhecimentos prévios	1	Atividade de Associação: Níveis tróficos na Floresta Amazônica. Discussão em grupo.
3	Situação-problema 1 (nível introdutório) Abordagem do conteúdo considerando a diferenciação progressiva: Conceitos iniciais	2	Vídeo sobre as <i>Antas na Amazônia</i> . Discussão sobre como o desequilíbrio em um nível trófico pode afetar todo o ecossistema. Animação simulada sobre desequilíbrio ambiental de uma ilha.
4	Apresentação do Novo Conteúdo	1	Exposição de slide. Apresentação vídeo: Como funciona uma cadeia alimentar? Reflexão em grupo.
5	Abordagem interativa	1	Uso do simulador de cadeia alimentar Sheppard Software ⁹ .
6	Reconciliação integrativa: Resolução de situações-problema	2	Debate guiado. Criação de Mapas Conceituais.
7	Avaliação da aprendizagem	1	Reflexão guiada: Através de perguntas-guia - os alunos serão levados a pensar criticamente sobre a temática abordada.

⁹ <https://www.sheppardsoftware.com/science/animals/games/food-chain/>. Além deste, será analisado a possibilidade de utilização de outro simulador.

Fonte: Autora, 2023.

Com base no Quadro 2, descreve-se de forma clara e detalhada as atividades propostas para cada encontro, permitindo que o leitor visualize a abordagem do professor pesquisador em relação ao material de ensino e assimile os passos da UEPS em seu desenvolvimento. A seguir descreve-se em detalhes as atividades propostas para cada um dos encontros da UEPS, iniciando pela etapa 1, onde é apresentada proposta pedagógica.

4.1 Etapa 1: Apresentação do Conceito Geral

Como ponto de partida, introduz-se a proposta pedagógica dos encontros destinados à implementação da sequência didática focada em níveis tróficos. Nesta ocasião, abordada-se:

- Justificativa: Esclarecimento da relevância e pertinência do tema no contexto educacional;
- Objetivos: Explicitação das metas educacionais a serem alcançadas através da abordagem do conteúdo;
- Metodologia: Apresentação das estratégias pedagógicas e abordagens didáticas que serão empregadas durante os encontros;
- Formas de Avaliação: Descrição dos mecanismos de avaliação da aprendizagem dos alunos, bem como da eficácia da UEPS em questão.

Além disso, é disponibilizado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (APÊNDICE B) para adesão dos discentes, no caso daqueles com menos de 18 anos, e de seus respectivos responsáveis legais e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE para adesão dos alunos (APÊNDICE C).

Também é enfatizado que a adesão ao estudo é voluntária, mas destaca-se a relevância da participação integral para a validação dos resultados. Garante-se o anonimato e a privacidade dos participantes.

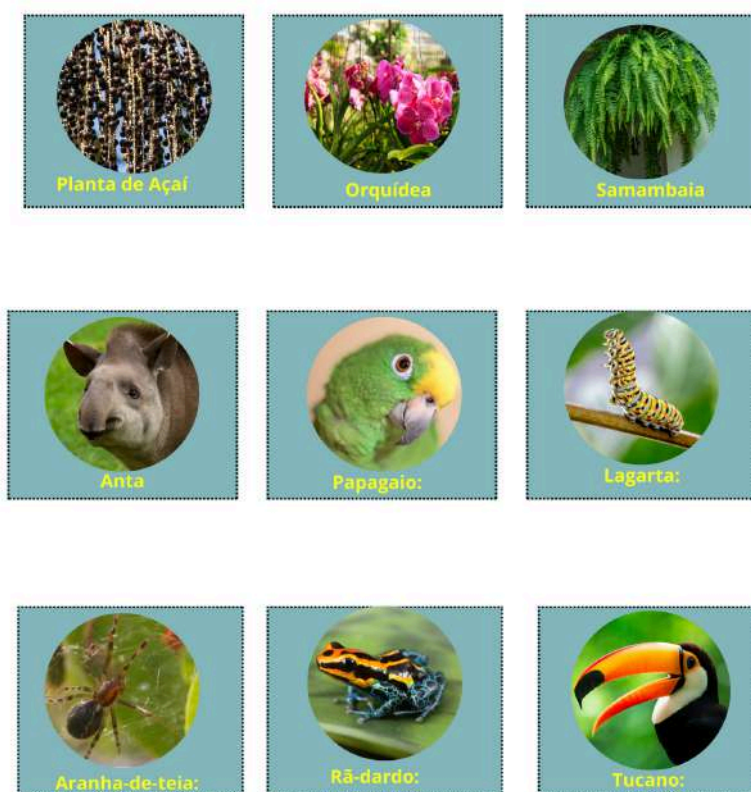
4.2 Etapa 2: Resgate do Conhecimento Prévio

Nesta etapa introduz-se o tópico de "níveis tróficos e desequilíbrio ecológico". É essencial resgatar o que os alunos já sabem sobre o assunto, fazendo perguntas abertas e incentivando-os a compartilhar suas experiências e percepções. Isso ajuda a estabelecer uma base sobre a qual o novo conhecimento será construído.

Dentro desta etapa, uma das atividades-chave a ser proposta é a "Atividade de Associação", que é projetada para explorar e avaliar o entendimento dos alunos sobre os níveis tróficos, usando o contexto da própria vivência sobre a Floresta Amazônica. Os alunos recebem cartões com imagens de diferentes (que estão apresentadas nas figuras Figura 4, Figura 5 e Figura 6) componentes deste ecossistema, desde plantas até grandes predadores.

Figura 4 - Cartões com imagens do ecossistema da Floresta Amazônica.

ATIVIDADE DE ASSOCIAÇÃO: NÍVEIS TRÓFICOS NA
FLORESTA AMAZÔNICA



Fonte: Autora, 2023.

Figura 5 - Segunda parte cartões com imagens do ecossistema da floresta amazônica.



Fonte: Autora, 2023.

Figura 6 - Terceira parte cartões com imagens do ecossistema da floresta amazônica



Fonte: Autora, 2023.

O desafio proposto é que eles coloquem os cartões de acordo com os níveis tróficos, conforme Figura 7, que acreditam pertencer: produtores, consumidores primários, consumidores secundários, consumidores terciários e decompositores.

Figura 7 - Classificação dos níveis tróficos.

Níveis Tróficos				
Produtores	Consumidores Primários	Consumidores Secundários	Consumidor terciário	Decompositores

Fonte: Autora, 2023.

Esta atividade não é apenas uma forma de avaliar o conhecimento prévio dos alunos, mas também serve como uma introdução tangível e interativa ao tema. Ao manipularem fisicamente os cartões e discutirem suas escolhas com colegas e a professora pesquisadora, os alunos começam a construir uma compreensão mais profunda dos níveis tróficos e de como os organismos interagem dentro de um ecossistema. Após a conclusão da atividade, uma discussão em grupo é conduzida para revisar as escolhas dos alunos, corrigir quaisquer equívocos e reforçar os conceitos corretos. Esta reflexão coletiva é vital, pois permite que os alunos confrontem e ajustem suas concepções, preparando-os para as etapas subsequentes da UEPS, onde o conhecimento será aprofundado e expandido.

Após a segunda etapa, onde se estabelece uma base de conhecimento prévio, adentra-se na terceira etapa, que se concentra na externalização desse conhecimento.

4.3 Etapa 3: Situação problema - Introdução ao Tópico de Estudo

Nesta etapa são apresentadas situações ou casos reais que mostram a relação entre o conhecimento prévio dos alunos e o novo conteúdo. É mostrado um vídeo, representado na Figura 8, sobre as *Antas na Amazônia*¹⁰ e uma discussão sobre como o desequilíbrio em um nível trófico pode afetar todo o sistema.

Figura 8 - Vídeo Antas da Amazônia¹¹



Fonte: Autora, 2023. Disponível em: <https://youtu.be/XjcxKhi2ce4>.

Destacamos a interação entre diferentes espécies, desde os grandes predadores, como onças-pintadas e harpias, até herbívoros, como antas e capivaras, e ainda os decompositores, como fungos.

Após assistirem ao vídeo, os alunos são questionados sobre o que aconteceria se um dos níveis tróficos fosse drasticamente afetado. Por exemplo: "O que aconteceria se, devido

¹⁰ <https://youtu.be/XjcxKhi2ce4>

¹¹ <https://youtu.be/XjcxKhi2ce4>

ao desmatamento, a população de antas, que são grandes dispersoras de sementes, diminuíse significativamente na Amazônia?"

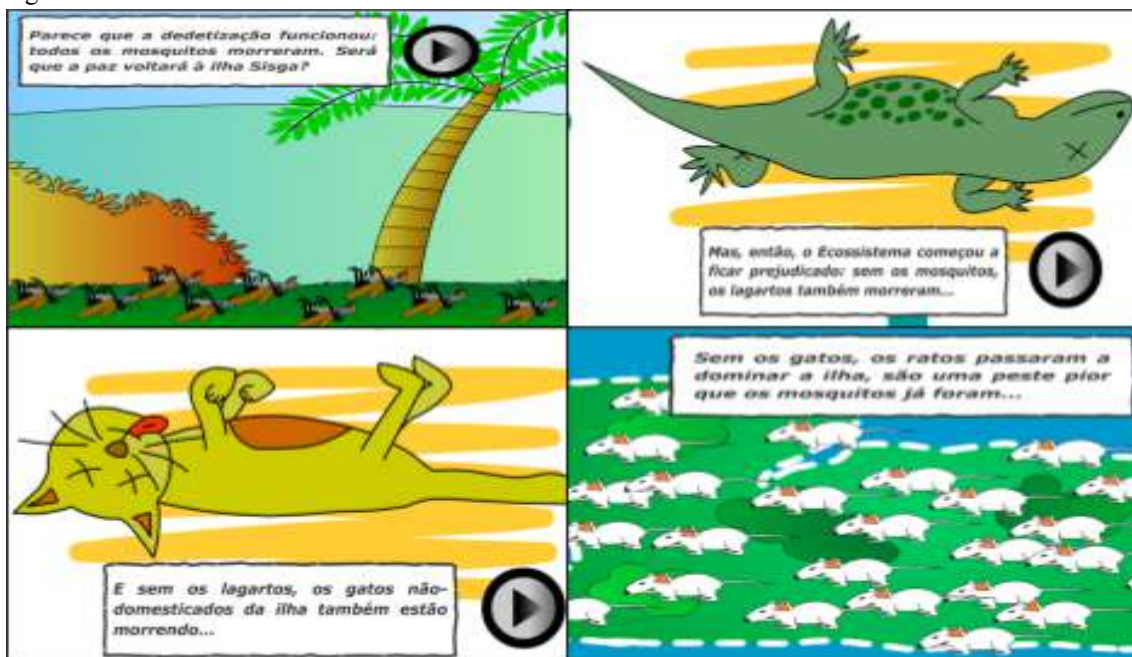
Os alunos são incentivados a discutirem as consequências em cadeia desse desequilíbrio:

1. Diminuição da Regeneração da Floresta: As antas desempenham um papel crucial na dispersão de sementes. Sem elas, muitas árvores não teriam suas sementes dispersas adequadamente, afetando a regeneração da floresta.
2. Impacto na Dieta dos Predadores: Com menos antas disponíveis, predadores como as onças-pintadas teriam que se adaptar e buscar outras fontes de alimento ou enfrentar a escassez.
3. Alteração na Estrutura da Floresta: A falta de dispersão de sementes de certas árvores pode levar a uma mudança na composição da floresta, favorecendo algumas espécies em detrimento de outras.
4. Impacto nos Decompositores: Com a alteração na composição da floresta e a possível morte de algumas espécies vegetais, os decompositores teriam uma mudança na matéria orgânica disponível para decompor.
5. Efeitos em Outros Animais: Outros animais que dependem das árvores dispersas pelas antas, seja para alimento, abrigo ou reprodução, também seriam afetados.

Pretende-se com este exemplo ilustrar como um desequilíbrio em um único nível trófico na Floresta Amazônica pode desencadear uma série de eventos que afetam todo o ecossistema. Ressalta-se ainda a importância de se conservar a biodiversidade e entender as intrincadas relações ecológicas presentes em nossos biomas.

Após essa imersão na realidade da Amazônia e nas consequências do desequilíbrio ecológico, é apresentado aos alunos um vídeo-simulador (Figura 9) sobre o desequilíbrio ambiental, onde é apresentada uma ilha que apresenta problemas com a superpopulação de determinada espécie, e como interferência humana, na tentativa de sanar o problema causou o desequilíbrio em todo ecossistema.

Figura 9 - Vídeo: Ciclo natural - cadeia alimentar¹²



Fonte: Secretaria da Educação, Estado do Paraná. Disponível em http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/modules/mydownloads_08/singlefile.php?cid=5&lid=1616

4.4 Etapa 4: Apresentação de Novo Conteúdo

A quarta etapa busca consolidar e expandir esse conhecimento, a transição para esta etapa é natural, pois, após terem sido expostos a um exemplo real e discutido suas implicações, os alunos estão agora prontos para uma compreensão mais aprofundada. O conteúdo é apresentado de forma sistemática, começando com uma visão geral dos níveis tróficos e avançando para os detalhes mais intrincados de suas interações. Esta progressão lógica garante que os alunos construam seu conhecimento de forma estruturada, facilitando a retenção e compreensão dos conceitos apresentados.

Iniciamos com aspectos mais gerais sobre níveis tróficos, como a definição e a importância, e gradualmente avançamos para detalhes mais específicos, como os diferentes níveis e como eles interagem. Para essa exposição usamos slides¹³ (vide Figura 10), e um vídeo didático (vide Figura 11)¹⁴ com uma linguagem de fácil entendimento, onde os alunos têm a oportunidade de interagir com a finalidade de sanarem suas dúvidas sobre o tema.

¹² http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/modules/mydownloads_08/singlefile.php?cid=5&lid=1616

¹³ https://drive.google.com/file/d/1oykHQ6Pvm5uPa9USJAL2YNvspHyWiMk_/view. Estes slides foram elaborados pela autora.

¹⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=X4Xj2wFHtVs&t=12s>

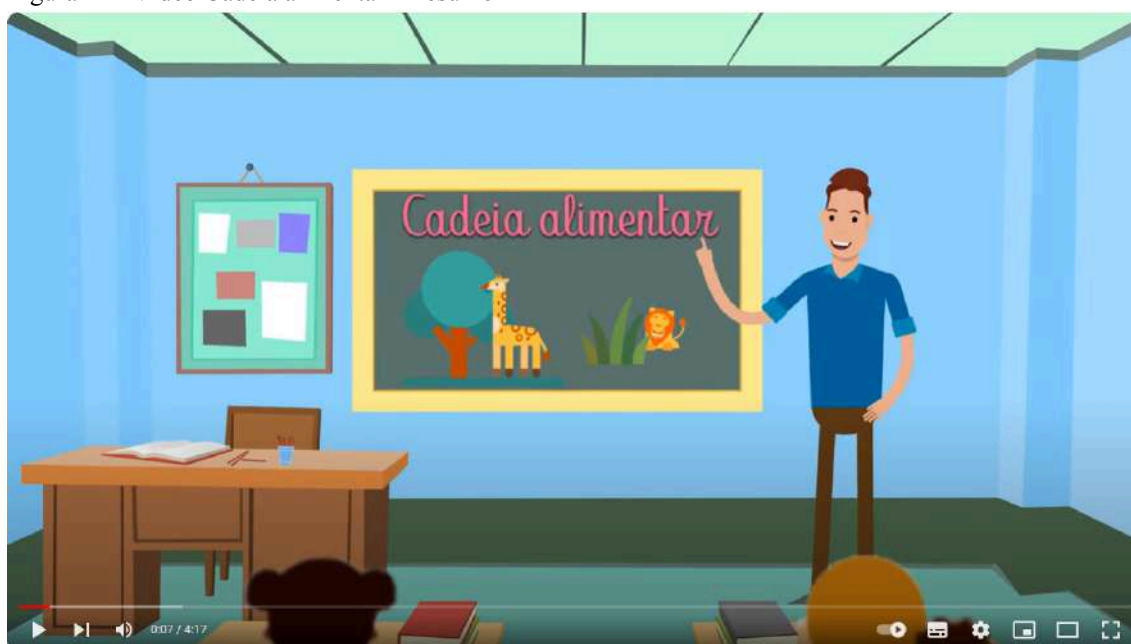
Figura 10 - Slides sobre a cadeia alimentar



Fonte: Autora, 2023.

E a seguir uma tela inicial do vídeo didático proposto (Figura 11), escolhido por ter uma linguagem de fácil entendimento.

Figura 11 - Vídeo Cadeia alimentar - Resumo



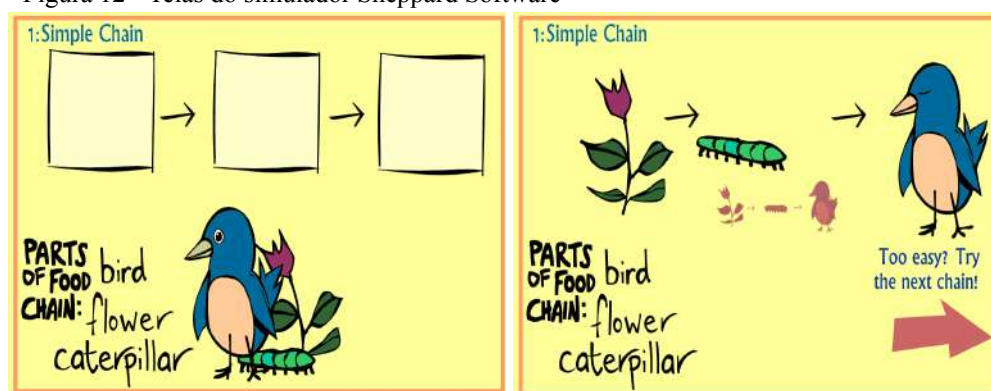
Fonte: CIÊNCIA, Com.Cadeia alimentar - RESUMO.YouTube. 2 de Junho de 2022. Disponível em: <https://youtu.be/-IucorJodNY>

4.5 Etapa 5: Abordagem interativa

Após toda a imersão no conceito sobre níveis tróficos onde os estudantes podem assimilar novos conceitos e sanar possíveis erros, lançamos mão do simulador disponível em Sheppard Software, e do simulador Food chain challenge, que apresenta duas variações de ambientes, a Savannah e o Woodland. Esses simuladores são uma ferramenta educacional interativa que exemplifica de maneira clara e visual as relações alimentares em um ecossistema.

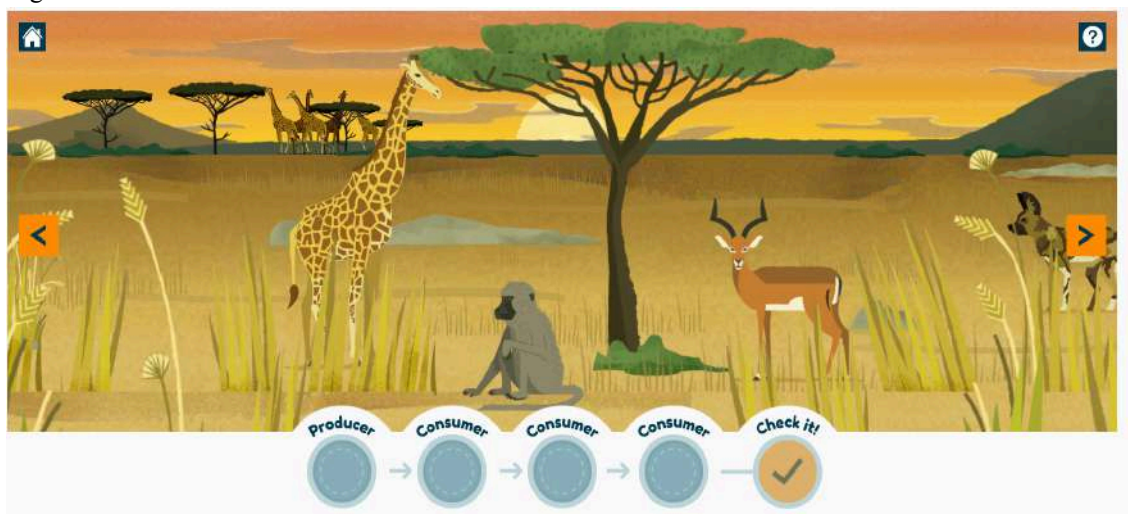
No simulador Sheppard Software, uma seta indica a relação "...é comido por...", permitindo aos alunos visualizar e compreender as conexões entre diferentes organismos. Eles têm a oportunidade de clicar e arrastar imagens para construir diferentes cadeias alimentares, explorando assim as diversas interações possíveis. Na Figura 12 é apresentado duas telas deste simulador. O simulador Food chain challenge, que apresenta duas variações de ambientes como podemos ver nas figuras Figura 13 e Figura 14, a Savannah e o Woodland, propõe desafios de formação de cadeias alimentares, o estudante clica no organismo que imediatamente abrirá uma janela com algumas informações, ele então arrasta para encaixá-lo no nível trófico ao qual julgar ser o correto, o estudante pode usar as setas laterais para visualizar o ambiente, após finalizado ele mudará de fase.

Figura 12 - Telas do simulador Sheppard Software



Fonte: Sheppard Software.

Figura 13 - Telas do simulador



Fonte: Autora, 2023.

Figura 14 - Telas do simulador



Fonte: Autora, 2023.

Durante a exploração do simulador, observamos as construções dos estudantes e estamos à disposição para esclarecer quaisquer dúvidas que possam surgir. Esta atividade prática tem como objetivo reforçar a compreensão dos estudantes sobre a interdependência dos seres vivos em um ecossistema e a complexidade das redes tróficas.

Após um período de exploração, conduzimos uma discussão em grupo, onde os estudantes podem compartilhar suas observações e reflexões sobre as cadeias alimentares que

construíram. Neste momento, abordamos a importância dos decompositores, que desempenham um papel crucial no ciclo de nutrientes de um ecossistema.

Ao final da atividade com o simulador, espera-se que os alunos tenham uma compreensão mais profunda e matizada sobre as cadeias e redes tróficas, percebendo a importância de cada organismo no equilíbrio e saúde do ecossistema.

Após a exploração e discussão nas etapas anteriores, a quinta etapa da nossa UEPS visa aprofundar e solidificar o entendimento dos alunos sobre os níveis tróficos e o desequilíbrio ecológico. Esta fase é especialmente projetada para ser mais interativa e colaborativa, permitindo que os alunos assumam um papel mais ativo e central em seu processo de aprendizagem.

Este recurso didático é uma ferramenta interativa que exemplifica de maneira clara e visual as relações alimentares em um ecossistema, permitindo aos alunos explorar e compreender as complexas interações entre diferentes organismos. Este simulador exemplifica de maneira didática a interrelação entre os organismos em uma cadeia alimentar.

4.6 Etapa 6: Debate guiado

Com base nas observações e conclusões retiradas do simulador, os estudantes são divididos em grupos para debater as consequências de diferentes ações humanas na cadeia alimentar e no equilíbrio ecológico. Isso permite uma compreensão mais profunda das complexas interações ecológicas.

Ao final da sexta etapa, com uma base estabelecida e uma compreensão mais rica dos níveis tróficos e do desequilíbrio ecológico, é o momento ideal para desafiar ainda mais os estudantes e aprofundar seu entendimento. Com as fundações já estabelecidas, os estudantes estão agora preparados para abordar o tema com uma perspectiva mais crítica e analítica. A ideia é proporcionar aos estudantes uma experiência de aprendizagem significativa, onde eles não apenas entendem o conteúdo, mas também serão capazes de aplicá-lo em diferentes contextos e situações.

Seguidamente é realizada uma avaliação através de mapas conceituais, uma ferramenta pedagógica eficaz para a compreensão e representação gráfica do conhecimento. Primeiramente, é feita uma breve introdução sobre o que são mapas conceituais, elucidando

sua importância e como eles podem ser empregados para representar e conectar conceitos. Para facilitar o entendimento, são apresentados aos estudantes exemplos práticos de mapas já elaborados, permitindo que visualizem claramente sua estrutura e funcionalidade.

Em seguida, é fornecido a eles uma lista cuidadosamente selecionada de termos e conceitos intrinsecamente ligados ao tema em estudo, como "produtor", "consumidor", "presa", "predador", "desequilíbrio ecológico" e "cadeia alimentar", conforme Figura 15. Com essa lista em mãos, os estudantes são orientados a estabelecerem relações entre esses termos, conectando-os por meio de linhas e palavras de ligação, de modo a construir um mapa que reflita seu entendimento sobre as interações e relações no ecossistema.

Figura 15 - Lista de termos relacionado aos níveis tróficos



Fonte: Autora, 2023.

É concedido tempo adequado para que se dediquem à discussão sobre as relações entre esses termos, conceitos e elaboração de anotações na forma de mapas conceituais, seja de forma individual ou em pequenos grupos, incentivando a colaboração e o debate entre eles. Após a conclusão, é promovido um momento de compartilhamento, onde cada aluno ou grupo têm a oportunidade de apresentar suas considerações à classe.

Durante essa etapa, é necessário o mediador estar atento para fornecer feedbacks construtivos, elogiando os acertos e orientando nas possíveis correções. Após essa troca de experiências e aprendizados, eles são conduzidos a uma reflexão coletiva sobre o exercício, incentivando-os a discorrer sobre como a construção do mapa conceitual auxilia na consolidação de seu entendimento. A avaliação dos mapas conceituais dos estudantes é pautada na precisão, clareza e abrangência das conexões estabelecidas, servindo não apenas como um instrumento de nota, mas principalmente como um diagnóstico de áreas que podem necessitar de maior atenção em nosso percurso pedagógico.

Em tempo, como fechamento deste capítulo, é necessário descrever uma síntese sobre os mapas conceituais e sua possibilidade de utilização também como ferramenta de avaliação. Esses são representações gráficas que organizam e representam o conhecimento de uma determinada área, tópico ou domínio, enfatizando as relações entre conceitos. Moreira afirma que os mapas conceituais foram desenvolvidos para promover a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011, p. 132). As bases teóricas dos mapas conceituais estão fundamentadas em várias áreas, incluindo a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Para entender o termo "mapa conceitual", é crucial compreender o que é um conceito.

Um conceito é uma representação mental abstrata e geral de algo que tem características ou propriedades comuns. É uma unidade básica de pensamento que ajuda a categorizar e entender o mundo ao nosso redor. Os conceitos são formados através da identificação de padrões e características compartilhadas entre diferentes instâncias ou objetos.

Por exemplo, o conceito "cachorro" é uma representação mental que inclui características comuns a todos os cães, como ter quatro patas, ser um mamífero, latir, etc. Este conceito nos permite identificar e entender qualquer animal específico como sendo um cachorro se ele compartilhar essas características.

Um mapa conceitual deve organizar conceitos de um determinado conhecimento e suas relações hierárquicas e associativas. Não os classificar, mas sim relacioná-los e hierarquizá-los (MOREIRA, 2011, p. 124). Os conceitos são representados por nós (ou caixas) e as relações entre eles são representadas por linhas ou setas de maneira que podemos visualizar a estrutura e a interconexão dos conceitos, facilitando a compreensão das relações e padrões subjacentes no conhecimento. Sobre a construção dos mapas conceituais Moreira (2011, p. 126), afirma:

Em princípio, no entanto, figuras geométricas nada significam em um mapa conceitual. Assim como nada significa o comprimento e a forma das linhas ligando conceitos em um desses diagramas, a menos que estejam acoplados a certas regras. O fato de dois conceitos estarem unidos em uma linha é importante, pois significa que há, no entendimento de quem fez o mapa, uma relação entre esses conceitos, mas o tamanho e a forma dessa linha são, *a priori*, arbitrários.

Eles são frequentemente utilizados na educação, na pesquisa e em contextos profissionais para ajudar na aprendizagem, na resolução de problemas, na tomada de decisões e na comunicação de ideias de forma mais clara e eficaz.

Os mapas conceituais são ferramentas poderosas para avaliação da aprendizagem, pois não apenas medem o conhecimento, mas também fornecem uma visão profunda da estrutura cognitiva dos estudantes e podem orientar intervenções pedagógicas mais direcionadas para promover a aprendizagem significativa, eles podem ser utilizados como recursos em todas as etapas, assim como a obtenção de evidências de aprendizagem significativa, ou seja, na avaliação da aprendizagem (MOREIRA, 2011, p. 132). Existem vários aspectos da aprendizagem que podem ser obtidos ao usar mapas conceituais como ferramenta de avaliação.

- Avaliação Diagnóstica e Contínua, pois eles permitem identificar pré-concepções, conceitos errôneos ou lacunas no entendimento dos estudantes.
- Mapeamento da evolução do conhecimento, os mapas possibilitam mapear a evolução do conhecimento ao longo do tempo, mostrando o progresso e as mudanças nas estruturas cognitivas dos estudantes à medida que adquirem mais informações e compreensão do tema.
- Facilitação da Autoavaliação, ao envolver os estudantes na criação de mapas conceituais, eles têm a oportunidade de auto avaliar seu próprio entendimento e identificar onde precisam revisar ou aprimorar seu conhecimento.
- Estímulo à Metacognição, os mapas conceituais promovem a metacognição, pois eles precisam refletir sobre seus próprios processos de pensamento para organizar e representar os conceitos de forma significativa.

- Expressão criativa e personalizada, os estudantes têm a oportunidade de expressar criatividade e individualidade na construção dos mapas conceituais, tornando a avaliação mais dinâmica e adaptada às suas capacidades e estilos de aprendizagem.

Sobre o conceito de certo versus errado no processo avaliativo dos mapas conceituais Moreira (2011, p. 133) esclarece:

De maneira análoga, nunca se deve esperar que o aluno apresente na avaliação o mapa conceitual “correto” de um certo conteúdo. Isso não existe. O que o aluno apresenta é o seu mapa e o importante não é se esse mapa está certo ou não, mas sim se ele dá evidências de que o aluno está aprendendo significativamente o conteúdo.

Sobre a relevância da construção dos mapas Moreira (2011, p. 135) conclui:

Aparentemente simples e às vezes confundidos com esquemas e diagramas organizacionais, mapas conceituais são instrumentos que podem levar a profundas modificações na maneira de ensinar, de avaliar e de aprender. Procuram promover a aprendizagem significativa e entram em choque com técnicas voltadas para aprendizagem mecânica. Utilizá-los em toda sua potencialidade implica atribuir novos significados aos conceitos de ensino, aprendizagem e avaliação.

Então, o uso eficaz de mapas conceituais não apenas fortalece a aprendizagem, mas também transforma a maneira como o conhecimento é apresentado, compartilhado e compreendido, proporcionando benefícios significativos para estudantes, professores e pesquisadores.

4.7 Etapa 7: Reflexão guiada

Em grupos pequenos, os alunos são convidados a discutir e refletir sobre os principais conceitos abordados. Eles recebem perguntas-guia, conforme a Figura 16, que os ajudam a pensar criticamente sobre o tema, como: "Como o entendimento sobre níveis tróficos pode influenciar nossas ações diárias?" ou "Como você explicaria o desequilíbrio ecológico para alguém que nunca ouviu falar sobre isso?".

Figura 16 - Perguntas-guia.

NOME: _____

REFLEXÕES GUIADAS

Como o entendimento sobre níveis tróficos pode influenciar nossas ações diárias?

Como você explicaria o desequilíbrio ecológico para alguém que nunca ouviu falar sobre isso?

REFLEXÕES GUIADAS

Quais são os desafios enfrentados pelos agricultores e pescadores em manter um equilíbrio na produção de alimentos e, ao mesmo tempo, conservar os recursos naturais e a biodiversidade?

Como o desmatamento afeta a cadeia alimentar e o equilíbrio dos ecossistemas terrestres?

Fonte: Autora, 2023.

4.8 Etapa 8: Avaliação Reflexiva da UEPS

Prosseguindo com a sequência didática, a Etapa 8 enfatiza a Avaliação Processual e Formativa. Nesta fase, a avaliação não se limita a medir o conhecimento adquirido, mas também a entender o processo pelo qual novos conhecimentos são ancorados aos subsunçores.

Nesta última etapa, a avaliação da UEPS, o foco é entender o impacto real da sequência didática na aprendizagem dos estudantes, para essa verificação é aplicado um questionário contendo dez questões conforme mostra as figuras Figura 17 e Figura 18. Estes instrumentos de avaliação permitem compreensão das nuances da jornada de cada estudante, adaptando futuras UEPS para melhor atender às suas necessidades e potencialidades.

Figura 17 - Questionário avaliativo



Verificação de Aprendizagem

1) Sobre os organismos produtores, podemos afirmar certamente que todos são:

() Procariontes.
 () Unicelulares.
 () Autotróficos.
 () Heterotróficos.

2) Em uma cadeia alimentar com produtor, consumidor primário, consumidor secundário e consumidor terciário, pode-se afirmar que:

() Como a energia é transferida ao longo da cadeia, todos os níveis dessa cadeia assimilam a mesma quantidade, independentemente de serem consumidores primários, secundários ou terciários.
 () A quantidade de energia disponível diminui do produtor aos consumidores, em decorrência das perdas com a atividade vital.
 () A quantidade de energia que o consumidor terciário absorve do alimento é igual à quantidade de energia da luz absorvida pelo produtor.
 () Por causa da multiplicação da energia que ocorre quando essa passa pelos consumidores de primeira e segunda ordem, o consumidor terciário incorpora maior quantidade de energia do que os outros dois níveis de consumo.

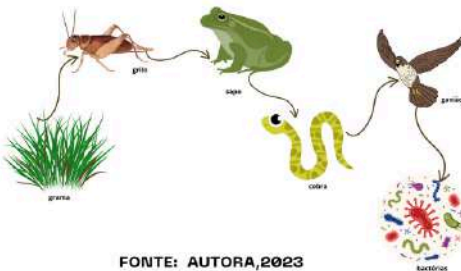
Adaptado do
 site: <https://exercicios.mundoeducacao.uol.com.br/>

3) Faça uma definição do que seja nível trófico.

4) Povos indígenas de Rondônia frequentemente fazem uso de muitas espécies de cogumelos, que crescem sobre troncos caídos no chão da floresta, onde suas hifas nutrem-se das moléculas orgânicas componentes da madeira. Um indígena, ao comer cogumelos está se comportando como:

() produtor.
 () consumidor secundário.
 () decompositor.
 () consumidor primário.

5) Veja a cadeia alimentar abaixo e responda: Quantos **níveis tróficos** existem nela?



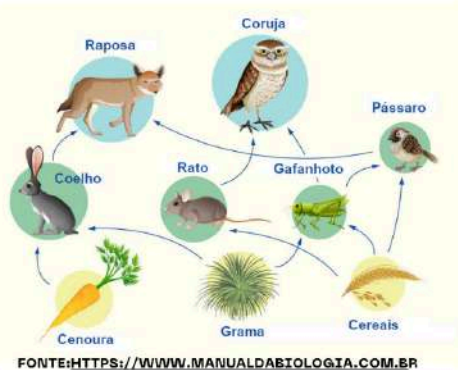
grama grilo sapo cobra falcão bactérias

FONTE: AUTORA, 2023

Fonte: Autora, 2023.

Figura 18 - Continuação do questionário avaliativo

6) observe a Teia alimentar abaixo e responda:



a) Quantas cadeias podemos observar nessa teia?

b) Cite todos os organismos que são consumidores primários.

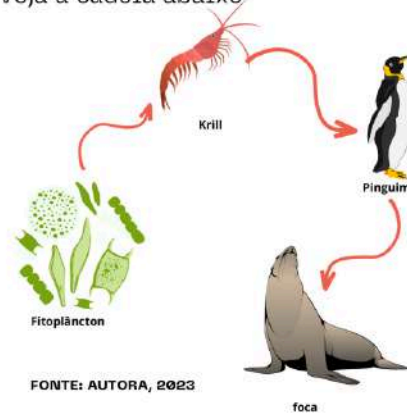
c) A raposa e a coruja ocupam qual nível trófico nessa teia?

7) O primeiro nível trófico de uma cadeia alimentar é ocupado por seres **autotróficos**, ou seja, seres que:

- () Não produzem seu próprio alimento.
- () Realizam a decomposição de matéria orgânica.
- () produzem seu alimento e, por isso, são chamados de produtores.
- () reproduzem-se de forma assexuada.

8) O que acontecerá num ecossistema terrestre se a população de animais herbívoros não for controlada por predadores? Explique a importância do equilíbrio ecológico.

9) Veja a cadeia abaixo



Analise cada uma das alternativas e marque aquela que indica um nível trófico **não indicado** na cadeia acima.

- () Consumidor primário.
- () Consumidor secundário
- () Consumidor terciário.
- () Decompositor.

10) Marque a alternativa que indica o que ocorre em um ecossistema com a passagem de energia de um nível trófico para outro.

- () é totalmente perdida.
- () aumenta sempre.
- () diminui sempre.
- () permanece igual

Em suma, esta UEPS é cuidadosamente planejada para guiar os estudantes através de um processo de aprendizagem estruturado e significativo, desde o resgate de seu conhecimento prévio até a avaliação final, sempre com foco na compreensão profunda e aplicada dos níveis tróficos e do desequilíbrio ecológico. Ao chegarmos ao final desta jornada pedagógica, é crucial que façamos uma pausa para refletir e avaliar o percurso trilhado. A avaliação da UEPS não se resume a verificar o que é aprendido pelos estudantes, mas sim indícios de aprendizagem.

Os procedimentos delineados por Moreira (2011) não precisam ser seguidos de maneira tão inflexível, mas devem essencialmente permitir a integração de novas situações-problema, permitindo que o professor faça ajustes conforme necessário, para que possam ser utilizados como suporte na abordagem dos níveis tróficos e adaptados de acordo com o bioma específico desejado.

Em síntese, o produto educacional desenvolvido apresenta-se como uma ferramenta promissora para enriquecer o ensino dos diferentes níveis tróficos. Seu potencial reside não apenas na capacidade de facilitar a compreensão dos conceitos, mas também na flexibilidade para se adaptar a diferentes contextos e necessidades pedagógicas. Ao integrar abordagens inovadoras, como UEPS e simulação virtual, busca-se não apenas transmitir conhecimento, mas também promover uma aprendizagem significativa e contextualizada. Assim, este recurso pode ser uma peça fundamental na promoção de uma educação mais dinâmica e eficaz.

5 APLICAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Este capítulo aborda a descrição da aplicação do produto educacional, tendo por objetivo relatar detalhadamente a efetiva ocorrência das atividades em cada encontro, destacando as características que se manifestaram durante a implementação prática junto aos estudantes. É importante ressaltar que, para facilitar o acompanhamento, as atividades descritas estão integralmente incluídas no produto educacional intitulado “Níveis Tróficos no ensino fundamental: Uma UEPS mediada por simuladores virtuais”, vinculado a esta dissertação. A sequência didática, em formato de UEPS, é uma abordagem de ensino composta por estratégias planejadas e desenvolvidas com embasamento em conceitos da TAS. Essas estratégias são ajustadas de acordo com os interesses e conhecimentos prévios dos estudantes, permitindo a observação de como os indivíduos interagem e o que aprendem acerca de temas relacionados.

5.1. Cronograma

O Quadro 3 demonstra o cronograma dos encontros realizados com a amostragem de quinze estudantes do oitavo ano e as atividades desenvolvidas em cada encontro.

Quadro 3 - Atividades executadas na aplicação da UEPS

ENCONTRO	ETAPAS UEPS	AULAS	DATA	ATIVIDADES/AÇÕES
1	ETAPAS 1 E 2	2	23/10/2023	Apresentação do tema da pesquisa, do conteúdo a ser estudado e da proposta de atividades. Termos de assentimento e consentimento Atividade de Associação: Níveis tróficos na Floresta Amazônica. Discussão em grupo.
2	ETAPAS 3 e 4	3	24/10/2023	Vídeo sobre as <i>Antas na Amazônia</i> . Discussão sobre como o desequilíbrio em um nível trófico pode afetar todo o ecossistema. Animação simulada sobre desequilíbrio ambiental de uma ilha. Exposição de slide. Apresentação vídeo: Como funciona uma cadeia alimentar? Reflexão em grupo.

3	ETAPA 5	2	25/10/2023	Uso dos simuladores de cadeia alimentar Sheppard Software ¹⁵ , Food chain challenge: Savannah ¹⁶ e Food chain challenge: Woodland ¹⁷
4	ETAPA 6	3	26/10/2023	Criação de Mapas Conceituais.
5	ETAPAS 7 e 8	2	27/10/2023	Reflexão guiada: Através de perguntas-guia - os alunos foram levados a pensar criticamente sobre a temática abordada. Questionário avaliativo.

Fonte: Autora, 2023.

5.2. Primeiro encontro: Execução da 1º e 2º etapa da UEPS

O primeiro encontro ocorreu no dia 23/10/2023 e teve duração de 2 horas/aulas, Figura 19. Neste encontro foram executadas as duas primeiras etapas da UEPS. Buscou-se estabelecer uma atmosfera acolhedora e engajadora para os estudantes, destacando a importância da participação ativa dos mesmos durante todo o processo.

¹⁵ <https://www.sheppardsoftware.com/science/animals/games/food-chain/>.

¹⁶ <https://www.bbc.co.uk/bitesize/articles/z93vdxs>

¹⁷ <https://www.bbc.co.uk/bitesize/articles/zsphrwx>

Figura 19 - Momento de boas-vindas aos estudantes.



Fonte: Autora, 2023.

Em seguida foi apresentado aos estudantes a proposta didática da UEPS e explicou-se como ocorreria o seu desenvolvimento, a temática que seria trabalhada destacando a relevância dos níveis tróficos no ecossistema, apresentou-se a justificativa, metodologia, objetivos e formas de avaliação que envolve a sequência didática em estudo.

Ainda foi recolhido os TALE e de TCLE que foram entregues previamente para a autorização de seus pais e/ou responsáveis (APÊNDICES B e C). Ressalta-se que a implementação do produto já havia sido autorizada pela direção da escola (APÊNDICE A).

Os estudantes se mostraram receptivos quanto a temática abordada e também as atividades planejadas para as etapas seguintes, ao saberem que teriam em uma das etapas aula no laboratório de informática. Diante deste fato, apresentaram grande empolgação para esse momento.

Neste primeiro encontro pretendeu-se identificar subsunçores ligados a temática presentes na estrutura cognitiva dos estudantes, para isso realizamos a primeira atividade da UEPS, a atividade de associação, que foi projetada para explorar e avaliar o entendimento dos alunos sobre os níveis tróficos, usando o contexto da própria vivência sobre a Floresta Amazônica.

Os estudantes receberam duas folhas contendo um quadro com os níveis tróficos (FIGURA 7) e três folhas contendo vários organismos vivos que compõem a fauna e flora

amazônica (FIGURA 4, FIGURA 5 e FIGURA 6). Para execução da atividade eles deveriam colar as duas folhas da tabela de níveis tróficos e recortar os organismos e colar conforme o entendimento que eles tinham sobre níveis tróficos, como mostra a Figura 20.

Figura 20 - Realização da primeira atividade aplicada aos estudantes.



Fonte: Autora, 2023.

O propósito dessa atividade foi avaliar o grau de informação e conhecimento prévio relacionado aos tópicos específicos do tema em questão. Ela antecedeu um organizador prévio, que é um material introdutório destinado a ser apresentado antes do conteúdo principal. O objetivo principal é atuar como uma ponte, estabelecendo uma conexão entre o conhecimento prévio do aprendiz e o que ele deveria saber para que o novo conhecimento possa ser aprendido de maneira potencialmente significativa. (AUSUBEL, 1968 apud MOREIRA, 2011, p. 10).

Durante a realização muitos estudantes apresentaram facilidade com a temática, enquanto outros se mostraram menos familiarizados com a definição de níveis tróficos. Como fica evidente na fala transcrita no Quadro 4.

Quadro 4 - Transcrição de fala do estudante

"Professora, eu não me lembro absolutamente de nada sobre isso"

Fonte: Autora, 2023.

Através dessa atividade de classificação, procurou-se identificar e avaliar o conhecimento base dos estudantes relativo à categorização de organismos como produtores, consumidores ou decompositores. O intuito foi sondar os conhecimentos prévios para direcionar o desenvolvimento da UEPS, adequando-a às necessidades educacionais identificadas. A Figura 21 nos mostra o resultado da primeira atividade realizada.

Figura 21 - Atividade realizada pelos estudantes.



Fonte: Autora, 2023.

Os dados revelaram que a maior parte dos estudantes possuía uma compreensão satisfatória do papel das plantas como produtores, com 14 acertos (93,3%). Contudo, a classificação de animais como decompositores apresentou um índice de erro elevado, com 13 estudantes (86,7%) cometendo esse equívoco. Além disso, houve confusão em relação aos fungos: sete alunos (46,7%) os classificaram erroneamente como produtores, e um aluno (6,7%) atribuiu-lhes um nível trófico que não correspondia ao de decompositores. A maior dificuldade encontrada foi na classificação do peixe-boi da Amazônia: somente três alunos (20%) reconheceram corretamente esse mamífero aquático como um consumidor primário.

Isso deixa claro que houve dois tipos de erros com relação aos fungos: a maioria classificou-os como produtores e um aluno classificou-os em uma categoria que também era

incorreta, mas diferente de produtor. Além disso, destaca o erro específico com relação ao peixe-boi. Pode-se analisar na Figura 22 as diferenças entre atividade com êxito maior e outra menos exitosa.

Figura 22 - Folha 1 com alto índice de erros e folha 2 - com alto índice de acertos.



Fonte: Autora, 2023.

Os resultados indicam que, embora haja um entendimento razoável da função das plantas na base da cadeia alimentar, persistem concepções alternativas significativas sobre os decompositores e consumidores aquáticos. A dificuldade em classificar o peixe-boi sugere uma lacuna no conhecimento e na valorização dos papéis ecológicos dos herbívoros aquáticos, que pode ser reflexo de uma menor ênfase. Esses erros de classificação ressaltam a necessidade de enfatizar as cadeias alimentares aquáticas e a importância dos decompositores nas próximas etapas da UEPS. A Figura 23 mostra os estudantes após a conclusão da atividade.

Figura 23 - Estudantes após concluírem a primeira atividade.



Fonte: Autora, 2023.

5.3. Segundo encontro: Execução da 3ª e 4ª etapa da UEPS

O segundo encontro ocorreu no dia 24/10/2023 e teve duração de 3 horas. Neste encontro foram executadas a 3ª e a 4ª etapa da UEPS. Iniciou-se com a exibição do vídeo “Antas da Amazônia”¹⁸, representado na Figura 8, que desempenhou o papel de organizador prévio, alinhando-se com a perspectiva Ausubeliana, segundo Ausubel a principal função dos organizadores prévios é o de “preencher o hiato entre o que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer antes de poder aprender significativamente a tarefa com que se defronta (AUSUBEL, 2003). Sua principal função é preencher a lacuna de conhecimento entre o que os estudantes já sabem sobre antas e o ecossistema amazônico, e o entendimento mais profundo necessário sobre o papel específico desses animais nos níveis tróficos. O vídeo fornece uma visão detalhada do nicho ecológico das antas na floresta amazônica, apresentando informações sobre sua aparência física, seu comportamento solitário, dieta herbívora e o papel fundamental que desempenham na dispersão de sementes.

Esses detalhes estabelecem uma base de conhecimento sobre as antas, servindo como uma ponte cognitiva entre o que os estudantes já sabem e o que precisam compreender para explorar os níveis tróficos, pois este animal é comumente encontrado nessa região, inclusive

¹⁸ Disponível em: <https://youtu.be/XjcxKhi2ce4>

em áreas urbanas e próximas a córregos, permitindo que utilizem suas experiências anteriores como base para compreender de forma mais significativa como as antas se inserem nos níveis tróficos e o seu papel ecológico. A contextualização visual proporcionada pelo vídeo estimulou o interesse dos estudantes tornando o aprendizado sobre níveis tróficos mais envolvente e relevante. A Figura 24 mostra os estudantes assistindo ao vídeo.

Figura 24 - Estudantes assistindo “ Antas da Amazônia”



Fonte: Autora, 2023.

Seguidamente à exibição do vídeo, os estudantes foram levados a refletirem sobre algumas questões que foram expostas neste. Elas foram transcritas no Quadro 5 juntamente com algumas intervenções feitas por eles.

Quadro 5 - Transcrição das questões sobre o vídeo “Antas da Amazônia”

<p>Questão 1 - Como as escolhas alimentares das antas podem influenciar a composição da vegetação na floresta?</p> <p>E1- <i>“Então, quando as antas escolhem que vai comer tal planta, aí se comer muito vai diminuir. E se tem outra planta que elas não curtem tanto, essa pode crescer mais, porque as antas não tão comendo ela.”</i></p> <p>E2- <i>“Tipo, as antas são herbívoras, o que significa que comem plantas, né? ”</i></p> <p>E3- <i>“Quando as antas gostam de um tipo de planta, elas comem ela bastante, é como nós, né? Dai as que elas não quer comer fica crescendo mais.”</i></p> <p>Questão 2 - Como o processo de dispersão de sementes pelas antas contribui para a biodiversidade e a regeneração das plantas na Floresta Amazônica?</p> <p>E1- <i>“É que, quando as antas comem as frutas, elas carregam as sementes por aí, e depois, quando fazem o “número 2”, as sementes são jogadas no chão, que vão brotar e crescer.”</i></p> <p>E2- <i>“As sementes que as antas espalham podem dar origem a novas plantas”</i></p> <p>E3- <i>“Imagina se as antas parassem de fazer isso? Algumas plantas não conseguiriam se espalhar tão longe.”</i></p>

Fonte: Autora, 2023.

Após a discussão das questões propostas, a partir das falas dos estudantes, é perceptível que eles compreenderam como as antas são tão importantes para a manutenção das matas, e se mostraram conscientes quanto ao cuidado e preservação desses animais.

Dando continuidade a temática, fora apresentado uma animação que narra como a ação humana, mesmo que com boas intenções, pode acarretar em graves consequências ao equilíbrio ecológico, afetando todos os níveis tróficos. A história é apresentada em arquivo flash, os estudantes foram convidados a participarem ativamente da apresentação, para isso uma estudante se voluntariou para fazer a leitura dos flash, como mostra a Figura 25.

Figura 25 - Alunos fazendo a leitura da história interativa



Fonte: Autora, 2023.

Após a leitura dos textos da animação pode-se debater sobre as consequências que cada pessoa pode trazer ao ecossistema, pois a história ilustra vividamente o conceito crucial de equilíbrio ecológico e como as ações humanas podem desencadear uma série de efeitos de cascata em um ecossistema. O equilíbrio ecológico refere-se à harmonia dinâmica entre os diferentes elementos de um ecossistema, onde as interações entre as espécies e o ambiente mantêm um estado de equilíbrio relativamente estável ao longo do tempo.

No caso da ilha, a ação inicial de controle dos mosquitos com inseticidas teve um impacto positivo imediato na saúde da população humana, mas desencadeou uma série de eventos negativos. A morte dos mosquitos privou os lagartos de sua fonte de alimento, levando à diminuição de sua população e, eventualmente, à sua extinção. Sem lagartos, os gatos ficaram sem alimento, resultando em sua morte.

Com a ausência de gatos, a população de ratos se multiplica, causando danos à ilha. Os moradores, em seguida, introduziram 300 gatos para controlar a população de ratos, o que temporariamente resolveu o problema. No entanto, essa intervenção humana levou a uma nova consequência não prevista: a regulamentação de cupins, uma vez que não havia lagartos para predá-los.

Essa história ilustra como as ações humanas, mesmo quando tomadas com boas intenções de resolver um problema imediatamente, podem ter efeitos colaterais graves no ecossistema. O equilíbrio ecológico é vital para a saúde do meio ambiente, pois cada organismo desempenha um papel específico na manutenção do equilíbrio da cadeia alimentar e na regulação do ordenamento jurídico de outras espécies.

A “lição” da animação é que as intervenções humanas no meio ambiente devem ser cuidadosamente consideradas, levando em conta as complexas interações entre os organismos e os ecossistemas. As ações impulsivas e desconsideradas podem levar a consequências não intencionadas, prejudicando a biodiversidade, a qualidade do solo, da água e do ar, e comprometendo a sustentabilidade a longo prazo. A preservação do equilíbrio ecológico é essencial para garantir a saúde do planeta e o bem-estar das futuras gerações.

Em prosseguimento às atividades deste segundo encontro, teve-se a exposição do conteúdo através de slides. Como sugere Moreira (2012), no quarto passo da UEPS, deve-se promover a diferenciação progressiva, que refere-se à estratégia de apresentar informações de maneira gradual e crescente em complexidade, adaptando o ensino às necessidades específicas dos estudantes. Assim, a apresentação do conteúdo via slides desempenhou um papel fundamental no processo de ensino-aprendizagem, proporcionando uma oportunidade eficiente para assimilação de conhecimentos aos subsunçores dos estudantes. A Figura 26 mostra o momento de exposição do objeto de estudo aos estudantes.

Figura 26 - Alunos participando da aula expositiva.



Fonte: Autora, 2023.

Durante a apresentação do objeto de estudo, buscou-se estabelecer um diálogo com os estudantes e incentivá-los a participar ativamente da aula. Nesse sentido, foram feitas perguntas, envolvendo-os na discussão sobre como podemos definir o conceito de nível trófico. O Quadro 6 nos mostra algumas falas dos estudantes.

Quadro 6 - Intervenções dos estudantes.

- E1 - *"Não sei exatamente o que significa."*
 E2 - *"Será que é algo relacionado a cadeia alimentar?"*
 E3 - *"É um tipo de cadeia alimentar."*
 E4 - *"Acho que é quando os animais comem muito, e todo o tipo de comida,"*

Fonte: Autora, 2023.

Porém, não foi possível obter uma definição precisa do conceito. Prosseguiu-se a aula sanando as dúvidas sobre o tema, e enfatizando que nível trófico é uma maneira de categorizar os seres vivos com base em sua alimentação.

Quando questionados sobre a distinção entre organismos autótrofos e heterótrofos, a maioria deles declarou concordância nas respostas corretas, conforme evidenciado no Quadro 7:

Quadro 7 - Intervenções dos estudantes.

- E1-** *“O que faz sua própria comida é o autótrofo.”*
E2- *“Sim, os que fazem a fotossíntese são autótrofos.”*
E3- *“Quem não consegue fazer a fotossíntese são heterótrofos.”*
E4- *“Nós somos heterotróficos e as plantas fazem fotossíntese.”*

Fonte: Autora, 2023.

Dentro da abordagem sequencial de Ausubel na exposição do conteúdo, o princípio da diferenciação progressiva foi empregado como um sistema de referência. Isso significa que as ideias mais amplas e abrangentes do conteúdo foram inicialmente apresentadas, para depois serem gradualmente diferenciadas em termos de detalhes e especificidades. Prosseguiu-se a explicação específica de cada nível trófico que os organismos podem ocupar em uma cadeia alimentar. O primeiro nível trófico é ocupado por organismos produtores, os quais são capazes de produzir seu próprio alimento por meio da fotossíntese, incluindo vegetais, algas e algumas espécies de bactérias. No segundo nível trófico, encontram-se os organismos consumidores primários, que se alimentam exclusivamente de organismos produtores; animais herbívoros e onívoros também podem ocupar esse nível. O terceiro nível trófico é formado pelos consumidores terciários, que são organismos que se alimentam de herbívoros, podendo ser tanto carnívoros quanto onívoros ocupando esse nível trófico. Há também um grupo especial, os decompositores, representados por fungos e bactérias, que têm a capacidade de decompor organismos mortos de qualquer nível trófico.

O ensino que visa a aprendizagem significativa não deve adotar uma abordagem monológica. Embora seja o professor quem introduz e transmite os significados a serem compreendidos e compartilhados, o diálogo desempenha um papel crucial. No processo de aprendizagem significativa, a linguagem está integralmente envolvida, destacando a importância da interação e da troca de ideias. Diante disso algumas indagações foram feitas aos estudantes, mostradas no Quadro 8.

Quadro 8 - Intervenções dos estudantes.

<p>Q1- Quem são produtores em uma cadeia alimentar e em qual nível trófico eles se encontram?</p> <p>E1- <i>“São os que produzem seu alimento, o início da cadeia.”</i> E2- <i>“São as plantas, estão no primeiro nível.”</i> E3- <i>“Quem faz fotossíntese, os vegetais, também tem as algas. Estão no primeiro.”</i> E4- <i>“As plantas, porque fazem sua própria comida. Está no primeiro nível.”</i></p> <p>Q2- Explique a diferença entre consumidores carnívoros e onívoros em termos de hábitos alimentares.</p> <p>E1- <i>“São os animais que comem carne, os onívoros não me lembro.”</i> E2- <i>“São tipos onças que comem carne, onívoros como carne e vegetais.”</i> E3- <i>“Carnívoro só come carne, o onívoro come qualquer coisa.”</i></p> <p>Q3- Qual é o papel dos decompositores em uma cadeia alimentar? Eles sempre irão aparecer depois do terceiro nível trófico?</p> <p>E1- <i>“Apodrecer os bichos que morrem, sim.”</i> E2- <i>“Decompor depois que morre, pode ser em qualquer nível.”</i> E3- <i>“Causar a decomposição. Não sei.”</i></p> <p>Q4- Dê um exemplo de um consumidor secundário.</p> <p>E1- <i>“Ser humano.”</i> E2- <i>“Os pássaros, quando comem insetos.”</i> E3- <i>“Os sapos.”</i></p>

Fonte: Autora, 2023.

Durante a abordagem das questões, é essencial manter um papel de mediador ou orientador nas discussões com os estudantes. Dessa forma, esse momento desempenha um papel importante na criação de conceitos consolidados e firmes, conhecidos como subsunçores, ou na transformação de ideias inicialmente instáveis e voláteis em conceitos mais sólidos.

Analisando algumas respostas que não foram suficientes do ponto de vista conceitual em relação aos onívoros e nível de ocupação dos decompositores, a mediação foi trabalhada no sentido de ajudar os estudantes a organizar os conceitos mencionados de maneira que possam compreender de fato o significado, o papel ocupado por cada organismo dentro dos níveis tróficos. Ainda, como forma de estimular a ancoragem dos conceitos estudados até o momento, partindo da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, exibiu-se um

vídeo¹⁹ intitulado Cadeia alimentar, com resumo do conteúdo, na Figura 27 pode-se ver os estudantes participando desse momento.

Figura 27 - Alunos assistindo ao vídeo sobre cadeia alimentar..



Fonte: Autora, 2023.

5.4. Terceiro encontro: Execução da 5ª etapa da UEPS

O terceiro encontro ocorreu no dia 25/10/2023 e teve duração de 2 horas. Neste encontro foi executada a 5ª etapa da UEPS. Conforme a orientação de Moreira (2012), na quinta etapa da UEPS, após exposição oral (que ocorreu na etapa anterior) é recomendado fomentar a reconciliação integradora por meio de uma atividade colaborativa. Essa atividade deve buscar estimular a interação entre os alunos, envolvendo-os na negociação de significados, com o professor participando como mediador desse processo.

Assim, a tecnologia pode projetar um papel transformador na dinâmica da sala de aula fornecendo recursos que supram as necessidades individuais dos alunos independentemente de suas habilidades ou limitações. Bueno (2014) indica que as tecnologias, incluindo os

¹⁹ Disponível em: <https://youtu.be/-IucorJodNY>

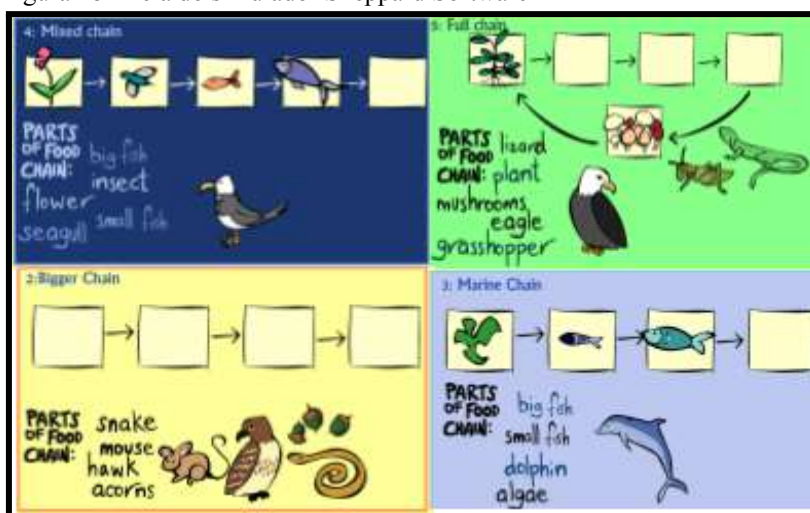
simuladores, podem apresentar características consideradas desejáveis pelos educadores no processo de ensino e aprendizagem. Assim, para o autor, é pertinente o seu uso:

[...] a inserção das tecnologias nas práticas educativas é fundamental, o que nos leva a considerar o real potencial das inovações para a educação e a forma de inseri-las nos ambientes educativos, tarefa que pressupõe uma quebra de paradigmas seculares e uma busca pela construção de práticas que repute positivamente reconstruções do currículo escolar vigente. (BUENO, 2014, p. 167).

Os recursos interativos, em especial as simulações computacionais, podem enriquecer a experiência de aprendizagem, pois por meio delas os estudantes exploram conceitos de maneiras mais dinâmicas e reais, promovendo uma compreensão mais profunda e significativa.

Propôs-se para essa aula o uso de simuladores virtuais sobre cadeia alimentar. Os estudantes foram direcionados ao laboratório de informática, onde cada aluno ocupou um computador, objetivando explorar e compreender o funcionamento das cadeias alimentares por meio de um simulador virtual; o Sheppard Software, como pode ser visto na Figura 28.

Figura 28 - Tela do simulador Sheppard Software



Fonte: Autora, 2023.

Antes de iniciar a aprendizagem no mundo digital, os estudantes receberam orientações sobre como acessar e manusear o simulador. Mesmo com o desafio da língua inglesa, eles foram tranquilizados, pois o simulador se mostrou totalmente intuitivo, baseando-se em imagens nítidas e representativas. Assim que as instruções foram dadas, os

estudantes mergulharam nas atividades propostas pelo jogo. Foi perceptível a animação de cada aluno explorando o simulador. As figuras intuitivamente guiaram o processo, permitindo que eles formassem cadeias práticas de maneira ágil.

Em seguida foi apresentado o próximo simulador: Food chain challenge²⁰, que apresenta duas variações de ambientes, a Savannah e o Woodland, que propõe desafios de formação de cadeias alimentares, uma abordagem prática e lúdica para consolidar o conhecimento teórico previamente aprendido. Os alunos foram desafiados a construir cadeias alimentares, conectando os organismos de acordo com seus papéis na dinâmica do ecossistema. Isso pode ser visto na Figura 29.

Figura 29 - Estudantes usando Food chain challenge: Savannah e Woodland



Fonte: Autora, 2023.

Os estudantes, imersos na experiência, perceberam que a aprendizagem poderia ser tão envolvente quanto um jogo, e a barreira linguística foi superada pela natureza visual e interativa do simulador. Na Figura 30 podemos observar a interação entre os estudantes e o mundo virtual.

²⁰ <https://www.bbc.co.uk/bitesize/articles/z6hy382>

Figura 30 - Estudantes usando Food chain challenge: Savannah e Woodland



Fonte: Autora, 2023.

Ao final do encontro, como mostrado na Figura 31, ficou evidente que a experiência no laboratório de informática havia elevado a compreensão dos estudantes sobre cadeias alimentares. A integração da tecnologia não apenas proporcionou um aprendizado prático, mas também estimulou a colaboração entre os estudantes.

Figura 31 - Final do 3 encontro



Fonte: Autora, 2023.

O encontro se encerrou com um sentimento de realização, destacando como a combinação de instrução, tecnologia e engajamento pode criar uma experiência de aprendizagem verdadeiramente enriquecedora.

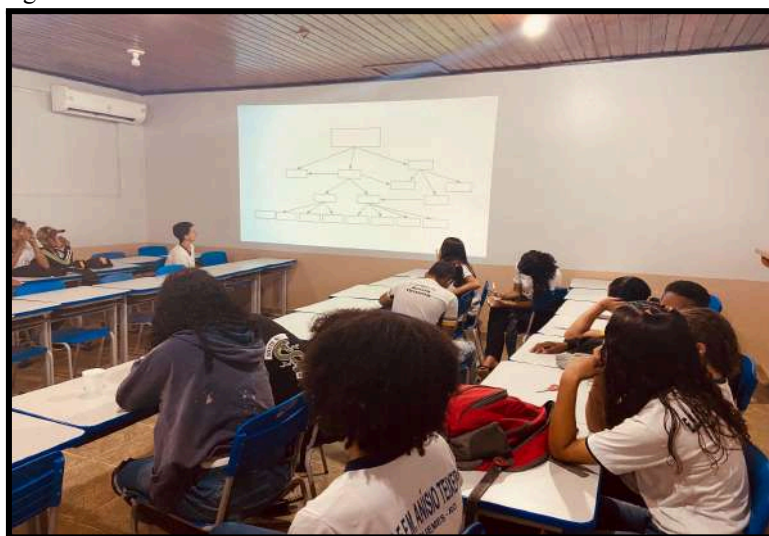
5.5. Quarto encontro: Execução da 6ª etapa da UEPS

O quarto encontro ocorreu no dia 26/10/2023 e teve duração de 3 horas. Neste encontro foi executada a 6ª etapa da UEPS. Nesta etapa Moreira (2012) propõe avançar no processo de diferenciação progressiva, revisitando os conteúdos mais significativos para promover uma reconciliação integradora.

Nessa perspectiva foi proposto aos estudantes a criação de mapas conceituais como possibilidade de sondar seus conhecimentos mais significativos acerca dos conceitos sobre níveis tróficos, pois a construção de mapas conceituais evidencia os princípios da diferenciação progressiva, ao refletir a mesma propensão para a organização hierárquica da estrutura cognitiva. Além disso, os mapas conceituais também manifestam a reconciliação integrativa, destacando as relações entre conceitos e proposições, concentrando-se nas principais diferenças e semelhanças. Contudo, eles devem apresentar com precisão os conceitos principais, bem como os secundários ou específicos (MOREIRA, 2011).

Foram fornecidas aos estudantes informações sobre o conceito de mapa conceitual e de sua função na organização de ideias, e conceitos estudados e que sua correta construção poderia evidenciar a compreensão dos conteúdos. Visando a aprendizagem dos estudantes sobre a construção dos mapas conceituais, foi exibido o vídeo intitulado “Como fazer um mapa conceitual”²¹ como pode ser visto na Figura 32.

Figura 32 - Estudantes assistindo ao vídeo.



Fonte: Autora, 2023.

²¹ Disponível em: <https://youtu.be/F54SWctP7-E>

Após assistirem ao vídeo, buscou-se verificar a familiaridade que os estudantes tinham com a ferramenta mapa conceitual, o que eles de fato haviam assimilado sobre sua construção e finalidade. Percebeu-se que os estudantes confundiam a técnica do mapa conceitual com o do mapa mental. Fez-se necessário retomar a definição de mapa conceitual, enfatizando que a principal característica dos mapas conceituais é que os conceitos são representados de maneira hierárquica, com os conceitos mais inclusivos e gerais no topo e os mais específicos e menos gerais dispostos hierarquicamente abaixo (MOREIRA, 2011).

Em seguida, pedimos aos estudantes que elaborassem um mapa conceitual que relaciona os conhecimentos adquiridos sobre níveis tróficos. Este mapa é considerado uma avaliação do entendimento desses estudantes em relação aos conceitos fundamentais sobre níveis tróficos. Para a construção do mapa conceitual os estudantes receberam uma lista de termos como mostrado na Figura 15, que individualmente criaram seus próprios mapas conceituais, como foi registrado pela Figura 33. Assim, esses mapas conceituais têm o propósito de oferecer elementos para analisar sinais de aprendizagem significativa.

Figura 33 - Estudantes construindo mapas conceituais.

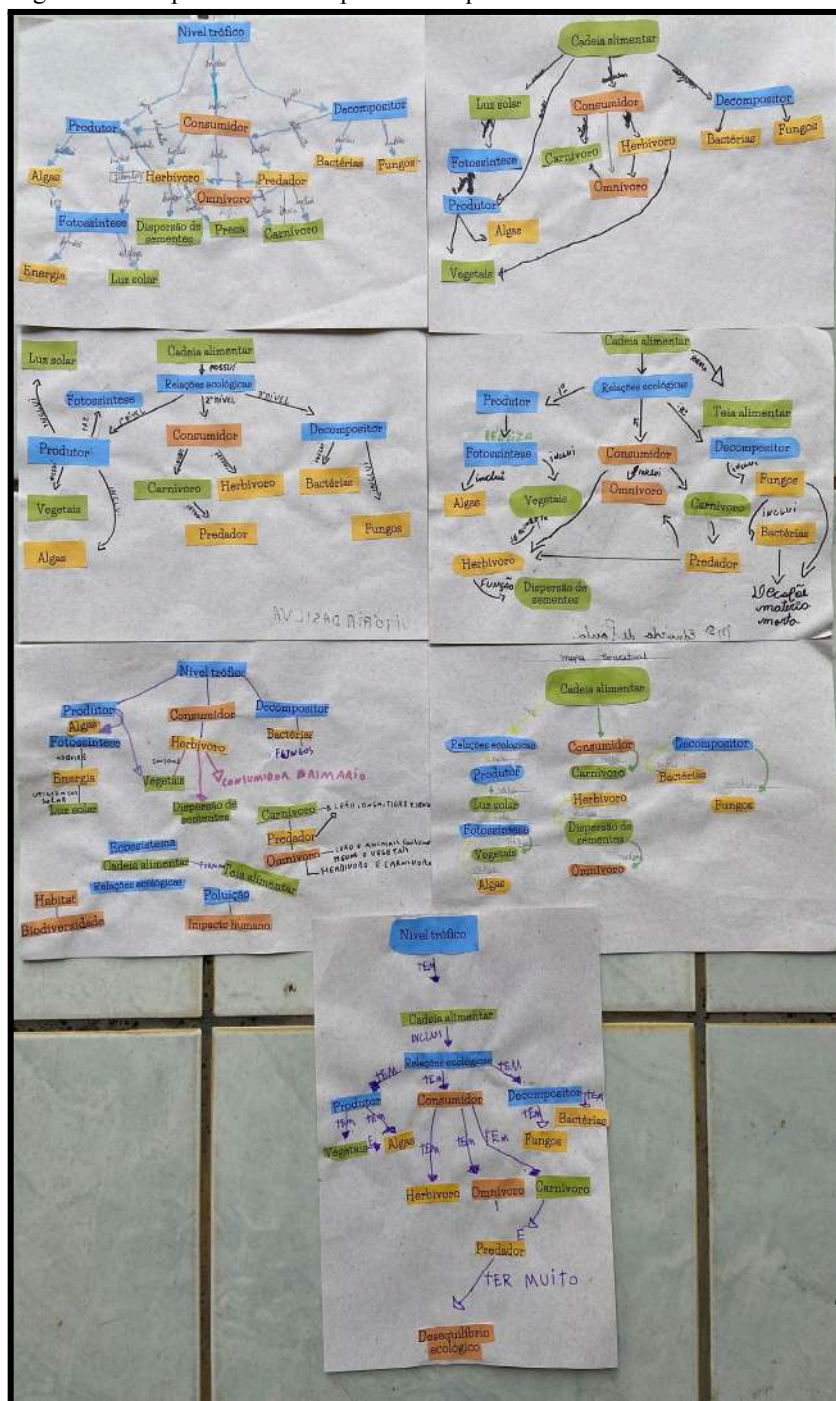


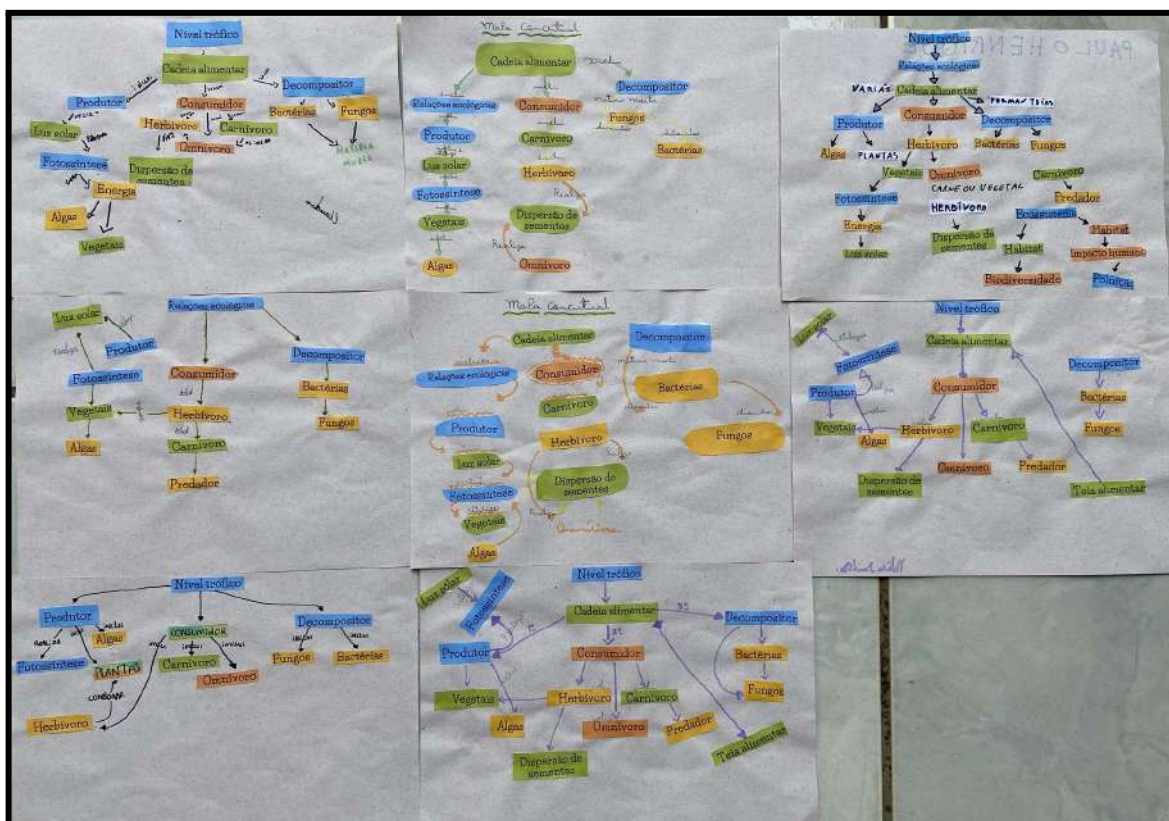
Fonte: Autora, 2023

Ao criar um mapa conceitual, o estudante articula suas próprias percepções, conferindo a essa ferramenta didática um caráter altamente pessoal. Nesse contexto, o mesmo conteúdo lecionado na sala de aula pode se manifestar em mapas construídos de diversas

maneiras. Diante dessas considerações, é fundamental que o professor compreenda a inexistência de um mapa certo ou errado. No entanto, a análise precisa se concentrar nas evidências expressas por meio dos conceitos e nas relações demonstradas entre eles. (MOREIRA, 2012). Na Figura 34 podemos ver os mapas conceituais produzidos pelos estudantes.

Figura 34 - Mapas conceituais produzidos pelos estudantes.





Fonte: Dados de pesquisa, 2023.

Em posse dos mapas conceituais, os mesmos foram analisados individualmente e classificados progressivamente como satisfatório, moderado e pouco satisfatório de acordo com as seguintes métricas elaboradas com base nas diretrizes propostas por Moreira:

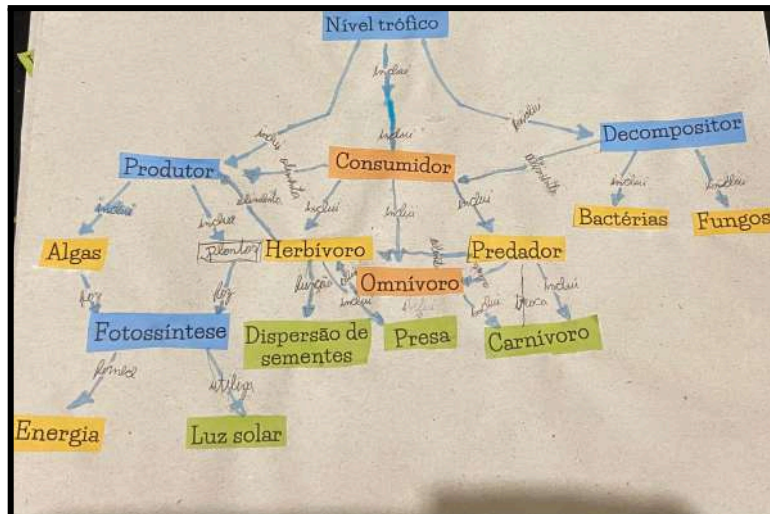
- **Precisão Conceitual:** Avaliou-se os conceitos que estão corretamente definidos e se refletem o entendimento sobre cadeias alimentares, níveis tróficos, e relações ecológicas;
- **Hierarquia e Fluxo de Informação:** Verificou-se a estrutura do mapa conceitual que reflete adequadamente a hierarquia dos conceitos, desde os mais abrangentes até os mais específicos, e se o fluxo de informação é lógico e sequencial;
- **Relações e Conexões:** Analisou-se como as diferentes partes do mapa estão interligadas, e se as setas e conectores representam corretamente as relações entre os conceitos (por exemplo, produtores, consumidores e decompositores).

Os resultados da avaliação da amostragem dos quinze mapas conceituais revelaram que oito mapas obtiveram resultado satisfatório, cinco obtiveram resultado moderado e dois obtiveram resultado pouco satisfatório.

A precisão conceitual, a hierarquia e o fluxo de informação, bem como as relações e conexões emergem como categorias essenciais para avaliar a eficácia desses mapas enquanto instrumentos pedagógicos. A precisão conceitual dos mapas conceituais é fundamental, visto que eles devem refletir o entendimento sobre níveis tróficos e relações ecológicas.

Nesta análise constatou-se que 53,33% dos mapas demonstraram uma precisão conceitual, a hierarquia e o fluxo de informação, bem como as relações e conexões satisfatórias, indicando um alinhamento robusto com o conhecimento de níveis tróficos e relações ecológicas. Isso sugere que os alunos que desenvolveram estes mapas possuem uma compreensão adequada dos mecanismos e interações ecológicas subjacentes aos ecossistemas e apresentam indícios de aprendizagem significativa. Na Figura 35 podemos ver um exemplo de mapa assim categorizado, como satisfatório.

Figura 35 - Mapa conceitual satisfatório aos critérios avaliados.

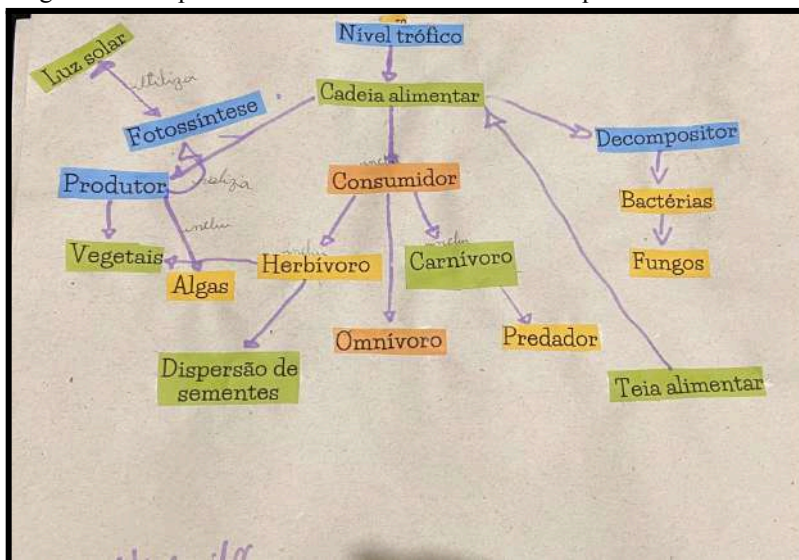


Fonte: Dados de pesquisa, 2023.

A avaliação moderada de 33,33% dos mapas conceituais revela que, embora haja um bom entendimento sobre todas as métricas analisadas, aprofundar a clareza na disposição hierárquica dos conceitos sobre níveis tróficos pode potencializar a compreensão dos estudantes. A categoria moderada, indica que os mapas foram bem-sucedidos em capturar a

essência da progressão natural e da interdependência dos níveis tróficos, porém percebe-se a ausência de palavras de ligações entre os conceitos, como também alguns conceitos ligados por setas em sentido contrário, como podemos ver na Figura 36.

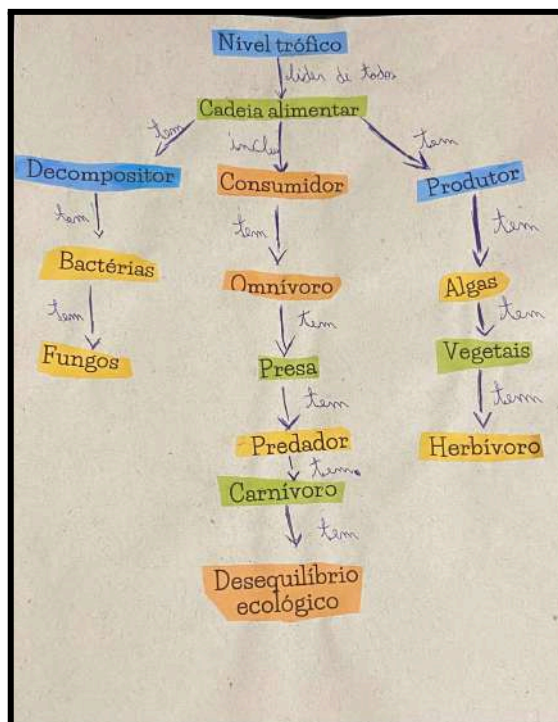
Figura 36 - Mapa conceitual considerado moderado quanto aos critérios avaliados.



Fonte: Dados de pesquisa, 2023.

Por fim, a hierarquia e o fluxo de informação, bem como as relações e conexões nos mapas conceituais são importantes para entender como os alunos percebem as interações entre diferentes entidades ecológicas, como produtores, consumidores e decompositores. Os 13,33% de mapas considerados pouco satisfatórios podem refletir uma oportunidade para intensificar o ensino de como essas relações são estabelecidas e mantidas dentro de um ecossistema. As setas e conectores devem precisamente representar as relações de energia e matéria, fundamentais para o entendimento dos processos ecológicos. Na Figura 37 podemos visualizar um exemplo de mapa conceitual avaliado como pouco satisfatório.

Figura 37 - Mapa conceitual pouco satisfatório aos critérios avaliados.



Fonte: Dados de pesquisa, 2023.

Em suma, a presente análise dos mapas conceituais ressalta a existência de uma base de entendimento substancial entre os alunos, com perspectivas encorajadoras para a melhoria contínua. A educação em ecologia, por meio de mapas conceituais, apresenta-se como um campo fértil para a adoção de metodologias inovadoras que possam abordar as lacunas de aprendizado e fortalecer o domínio conceitual dos estudantes. Ajustes focados no aperfeiçoamento da hierarquia de conceitos, na articulação do fluxo de informações, e na clareza das conexões ecológicas poderão resultar em um impacto positivo.

5.6. Quinto encontro: Execução da 7ª e 8ª etapas da UEPS

O quinto encontro ocorreu no dia 27/10/2023 e teve duração de 2 horas. Neste encontro foram executadas as 7ª e 8ª etapas da UEPS. Moreira (2012) propõe para que nesses passos aconteça uma avaliação.

Na aprendizagem significativa, destaca-se a importância dos estudantes construírem seu conhecimento por meio da interação entre o novo e o conhecimento prévio. Nesse sentido, uma atividade colaborativa foi executada para contribuir para esse processo. Buscou-se

analisar as contribuições da reflexão em dupla para o desenvolvimento da aprendizagem. Os estudantes foram orientados a resolver duas questões, em duplas, de maneira colaborativa, com a expectativa de que compartilhassem os conhecimentos assimilados entre si e resolvessem as questões de forma conjunta. Foram propostas quatro questões.

Os questionamentos foram elaborados pensando de uma maneira mais abrangente sobre a temática de níveis tróficos e desequilíbrio do ecossistema. Moreira (2022), nos mostra a possibilidade de que o professor organize suas atividades do geral para o específico. As atividades seguiram essa abordagem metodológica, levando em consideração, em sua execução, a importância de inicialmente apresentar a visão geral e, de maneira progressiva, aprofundar-se nas partes mais específicas, para ao final, realizar a reconciliação integradora. O questionário consiste nas questões mostradas no Quadro 8.

Quadro 8 - Questões reflexivas

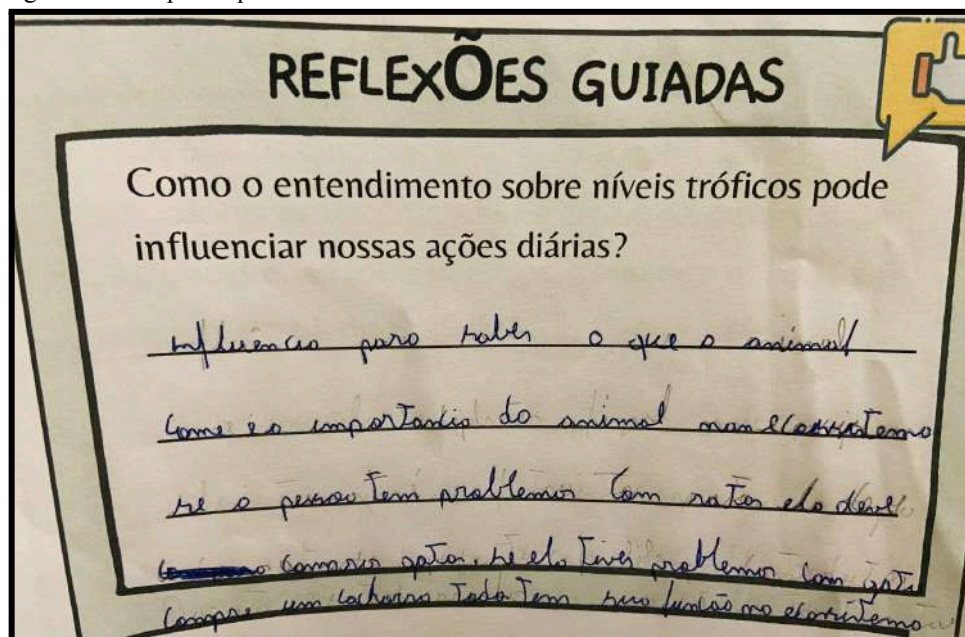
Número	Questão
1	Como o entendimento sobre níveis tróficos pode influenciar nossas ações diárias?
2	Como você explicaria o desequilíbrio ecológico para alguém que nunca ouviu falar sobre isso?
3	Quais são os desafios enfrentados pelos agricultores e pescadores em manter um equilíbrio na produção de alimentos e, ao mesmo tempo, conservar os recursos naturais e a biodiversidade?
4	Como o desmatamento afeta a cadeia alimentar e o equilíbrio dos ecossistemas terrestres?

Fonte: Autora, 2023.

De acordo com Moreira (2011), a aprendizagem significativa se manifesta de maneira substancial e não arbitrária. Isso implica que, quando o estudante realmente compreende um conceito, ele é capaz de explicá-lo com suas próprias palavras. Em consonância com essa ideia, as atividades propostas visam obter evidências de aprendizagem significativas, confirmando que uma análise real desse tipo de aprendizagem exigiria uma avaliação a longo prazo.

Vejamos na Figura 38 algumas das respostas recebidas dos estudantes, sendo que as demais respostas estão disponíveis no Anexo I desta dissertação. As respostas foram transcritas na íntegra para uma melhor visualização. Analisamos, ao menos, uma resposta dada a cada pergunta, pois de maneira geral tiveram sentido semelhante (para cada pergunta).

Figura 38 - Resposta questão reflexiva



Fonte: Autora, 2023.

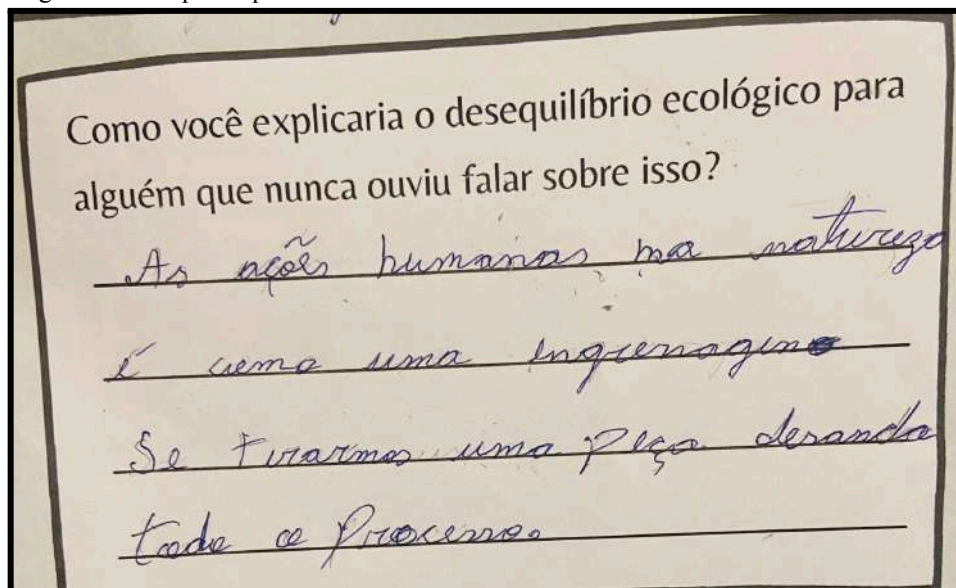
Resposta Figura 38: *"Influencia para saber o que o animal come e a importância do animal no ecossistema, se a pessoa tem problema com ratos ela deve comprar gato, se ela tiver problemas com gato, compre um cachorro, tudo tem sua função no ecossistema."*

A resposta dos estudantes indica um entendimento sobre os níveis tróficos e sua aplicação nas ações diárias. Os estudantes demonstraram compreensão ao mencionar que os níveis tróficos estão relacionados ao que os animais comem. Isso sugere um entendimento da cadeia alimentar e como os organismos estão interligados nos ecossistemas. Eles destacaram a importância prática desse conhecimento em nossas vidas diárias. Ao mencionar a escolha de animais de estimação com base em problemas específicos, como ratos, gatos e cachorros, eles sugerem uma aplicação prática dos conceitos tróficos para lidar com os desafios cotidianos.

A afirmação *"tudo tem sua função no ecossistema"* indica uma compreensão mais ampla de que cada organismo desempenha um papel específico no equilíbrio ecológico. Isso sugere uma avaliação do valor intrínseco de diferentes espécies na manutenção da saúde do ecossistema.

No entanto, uma resposta ainda poderia ser aprimorada ao oferecer exemplos mais específicos e detalhados sobre como as ações diárias podem ser influenciadas pelos níveis tróficos.

Figura 39 - Resposta questão reflexiva



Fonte: Autora, 2023.

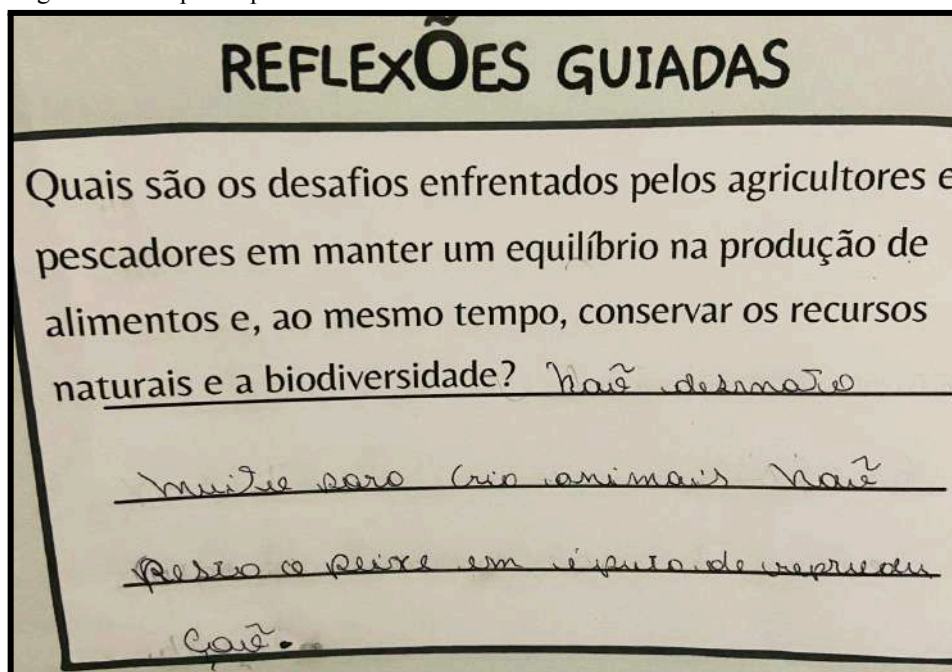
Resposta Figura 39: “As ações humanas na natureza é como uma engrenagem. Se tirarmos uma peça desanda todo o processo.”

A resposta dos estudantes utiliza uma metáfora interessante e simples para explicar o desequilíbrio ecológico. A comparação das ações humanas na natureza com uma especificação é uma metáfora eficaz. Ela simplifica o conceito de interconexão no ecossistema, pois cada parte desempenha um papel importante e que a remoção de uma peça pode levar ao desequilíbrio.

De maneira direta e fácil de entender, o que é o suficiente para explicar conceitos complexos para alguém que não tem conhecimento prévio sobre o assunto. A analogia escolhida para transmitir a ideia de forma acessível. Ao mencionar que “se tirarmos uma peça, desanda todo o processo”, o estudante destaca a interdependência das diferentes partes do ecossistema. Essa ênfase na relação entre os elementos ressalta a vulnerabilidade do equilíbrio ecológico e sugere implicitamente que as ações humanas têm um papel significativo no desequilíbrio ecológico. Ao usar a metáfora da engrenagem, o estudante implica que as atividades humanas desempenham um papel crítico na manutenção ou perturbação do equilíbrio natural, toda essa percepção do funcionamento do ecossistema nos

dá indícios de assimilação correta dos conceitos que foram expostos durante o desenvolvimento da UEPS.

Figura 40 - Resposta questão reflexiva



Fonte: Autora, 2023.

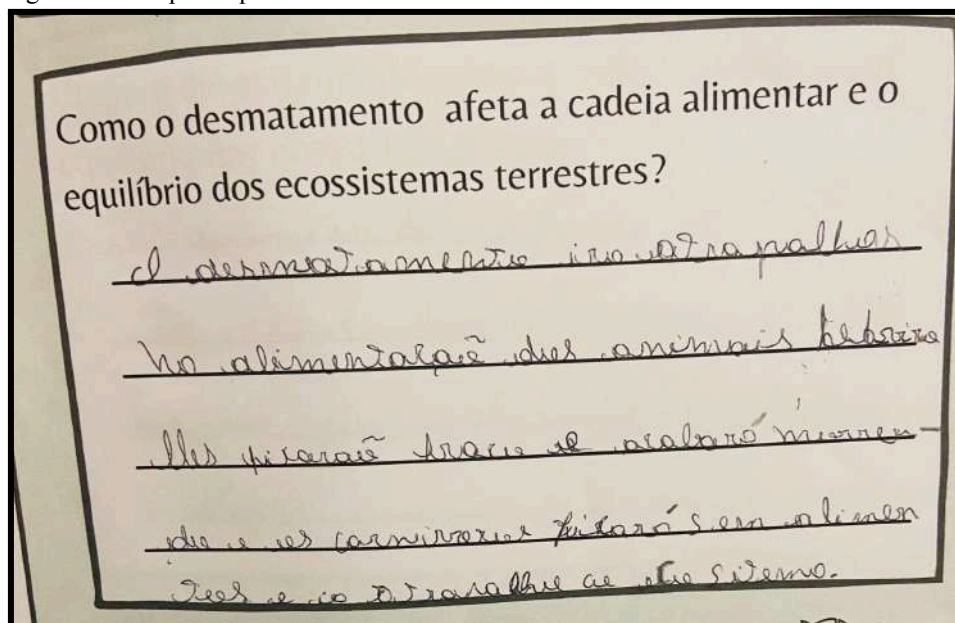
Resposta Figura 40: “*Não desmatar muito para criar animais, não pescar o peixe em época de reprodução.*”

Os estudantes abordam de maneira concisa dois pontos-chave relacionados aos desafios enfrentados pelos agricultores e pescadores na busca por um equilíbrio entre a produção de alimentos e a conservação dos recursos naturais e da biodiversidade, o desmatamento e a criação de animais, a menção de “*não desmatar muito para criar animais*” destaca a preocupação com o desmatamento, reconhecendo que a expansão agrícola e a criação de animais podem levar à manipulação do habitat natural. Essa consciência indica a importância de práticas agrícolas sustentáveis e a necessidade de equilibrar a produção de alimentos com a preservação de ecossistemas.

A instrução de “*não pescar o peixe em época de reprodução*” destaca a importância da gestão sustentável dos recursos pesqueiros. Evitar a pesca durante os períodos de reprodução

contribui para a preservação da natureza dos peixes e ajuda a manter a biodiversidade nos ecossistemas aquáticos.

Figura 41 - Resposta questão reflexiva



Fonte: Autora, 2023.

Resposta Figura 41: “O desmatamento irá atrapalhar na alimentação dos animais herbívoros, eles ficarão fracos e acabará morrendo e os carnívoros ficarão sem alimentos e irá atrapalhar o ecossistema.”

Os estudantes abordam de maneira precisa os impactos do desmatamento na cadeia alimentar e no equilíbrio dos ecossistemas terrestres. Destaca-se corretamente que o desmatamento pode prejudicar a alimentação dos animais herbívoros. Ao remover a vegetação, que serve como fonte de alimento para esses animais, eles podem enfrentar escassez de recursos alimentares, resultando em fraqueza e, em última instância, mortalidade. Também aborda o impacto nos animais carnívoros, diminuindo a escassez de herbívoros devido ao desmatamento que afetará sua fonte de alimentos. Isso destaca a relação na cadeia alimentar e como perturbações em um nível trófico podem se propagar para outros níveis.

Os estudantes finalizam a resposta mencionando que o desmatamento irá "atrapalhar o ecossistema". Isso sugere uma compreensão da importância da vegetação na manutenção do

equilíbrio ecológico. A remoção da vegetação pode ter efeito cascata afetando não apenas a fauna, mas também a qualidade do solo, ciclos de água, entre outros. A relação direta entre desmatamento, herbívoros, carnívoros e ecossistema é clara na resposta.

A atividade realizada pelos estudantes evidenciou certo nível de assimilação do conteúdo ensinado, refletindo uma aprendizagem significativa dos conceitos envolvidos. As respostas dos alunos forneceram clareza de que a aprendizagem foi além da simples memorização, demonstrando a capacidade de sintetizar informações de maneira reflexiva.

Na atividade final relacionada à aplicação do produto educacional, os estudantes foram desafiados a responder a dez questões que exploram os níveis tróficos de maneira mais específicas e a importância do equilíbrio ecológico no ecossistema (ver Figura 17 e Figura 18).

O objetivo desta atividade foi avaliar o entendimento dos estudantes sobre a temática assimilada ao longo da UEPS. Considerando que a aprendizagem significativa é um processo progressivo que se desenvolve a longo prazo, a última atividade proposta visa investigar se o uso do contexto de simulação virtual da cadeia alimentar permitiu a diferenciação nos conhecimentos dos alunos desde o início das atividades. A Tabela 1 apresenta o quantitativo de acertos e erros cometidos pelos estudantes na resolução da atividade proposta.

Tabela 1 - Resultados da atividade final.

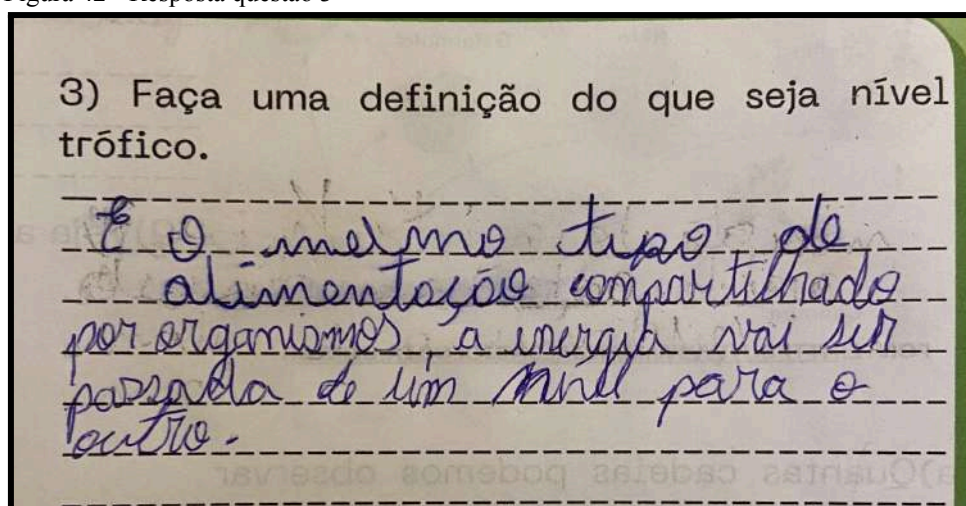
QUESTÕES	ACERTOS	ERROS
01	11 (73%)	04 (27%)
02	13 (87%)	02 (13%)
03	15 (100%)	0 %
04	10 (67%)	5 (33%)
05	10 (67%)	5 (33%)
06 A- B- C-	3 (20%) 15 (100%) 09 (60%)	12 (80%) 0 % 06 (40%)
07	11 (73%)	04 (27%)

08	15 (100%)	0%
09	11 (73%)	04 (27%)
10	11 (73%)	04 (27%)
Total	77,3%	22,7%

Fonte: Autora, 2023.

Examinamos as perguntas que obtiveram a maior porcentagem de acertos, que são as seguintes: a questão 3, conforme evidenciado na Figura 42; a questão 6, alternativa B, conforme ilustrado na Figura 43; e, por último, a questão 8, representada na Figura 44. Todas essas questões registraram um aproveitamento de 100%. Analisou-se, uma resposta dada a cada pergunta, pois de maneira geral tiveram sentido semelhante (para cada pergunta).

Figura 42 - Resposta questão 3

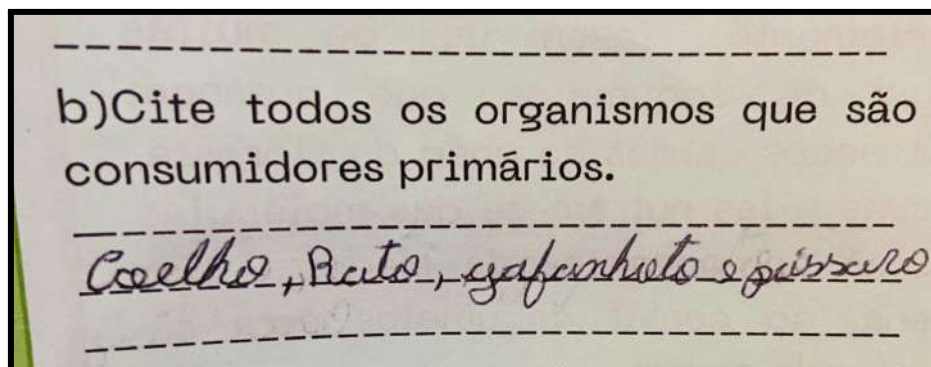


Fonte: Autora, 2023.

O estudante nos forneceu uma compreensão objetiva, direta e simples do conceito de nível trófico, a resposta do estudante destaca corretamente a ideia de que os organismos em um nível trófico incluem o mesmo tipo de alimentação, ele destaca corretamente a passagem de energia de um nível trófico para outro, o que é uma parte essencial do conceito. Cada nível trófico consiste em organismos que compartilham o mesmo tipo de alimentação, começando pelos produtores que convertem a energia solar em matéria orgânica, seguida pelos consumidores primários que se alimentam dos produtores, e assim por diante. Essa estrutura

ajuda a entender como a energia flui através dos ecossistemas e as interações entre os diferentes componentes de um ecossistema.

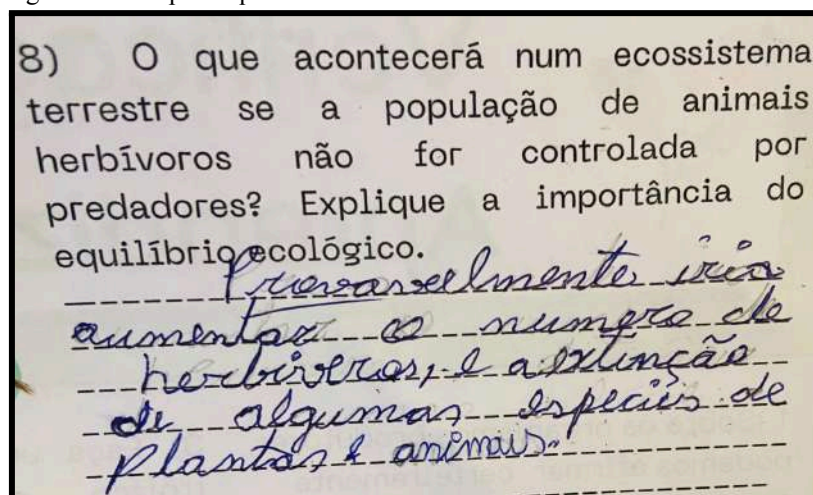
Figura 43 - Resposta questão 6B



Fonte: Autora, 2023.

Todos os estudantes conseguiram identificar corretamente os consumidores primários, que participavam dessa teia alimentar, a resposta demonstra um entendimento da posição trófica, identificando organismos que se alimentam diretamente de produtores.

Figura 44 - Resposta questão 8



Fonte: Autora, 2023.

A resposta aborda de maneira geral os efeitos de uma falta de controle na população de herbívoros em um ecossistema terrestre e também destaca corretamente que, sem previsões para controlar a população de herbívoros, é provável que o número de herbívoros aumente e

mencionou corretamente que esse aumento na população de herbívoros pode levar à extinção de algumas espécies de plantas e animais. Isso demonstra uma compreensão da conexão entre as diferentes formas de vida em um ecossistema.

Por fim, abordamos a questão 6, opção A, apresentada na Figura 45. Em sua resolução, observamos o maior índice de erros, com apenas três estudantes respondendo corretamente. A questão envolve uma representação de uma teia alimentar, exigindo dos estudantes a identificação do número de cadeias alimentares possíveis.

Figura 45 - Resposta questão 6A



Fonte: Autora, 2023.

Percebe-se a dificuldade dos estudantes em identificar corretamente o número de cadeias alimentares na teia proposta, isso destaca a importância de desenvolver habilidades de análise e compreensão da interrelação entre os organismos. É importante que os alunos aprimorem sua capacidade de discernir diferentes níveis tróficos e considerem as múltiplas vias pelas quais a energia flui em um ecossistema.

É comum que os estudantes encontrem desafios ao tentar identificar corretamente quais cadeias alimentares existem em uma teia alimentar. A compreensão da biodiversidade e

das interações entre diferentes organismos pode ser complexa, exigindo uma análise cuidadosa e uma compreensão profunda dos papéis de cada espécie na cadeia alimentar.

É importante considerar que a ecologia e o entendimento das cadeias alimentares envolvem uma habilidade de observação e análise crítica, e nem sempre é uma tarefa fácil. A complexidade das relações tróficas, juntamente com as variações nos níveis tróficos, pode criar confusão para os estudantes.

Para finalizar, este capítulo abordou a implementação do produto educacional fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa. A abordagem metodológica proposta consiste no ensino dos níveis tróficos por meio de uma UEPS, utilizando simuladores virtuais. Destinado aos alunos do oitavo ano do Ensino Fundamental, cada encontro incluiu a coleta, descrição e análise de dados, centrados na participação dos alunos e nas atividades envolvidas. Foi possível observar um progresso gradual e evidências de aprendizagem, uma vez que os estudantes aplicaram o conhecimento adquirido durante a implementação da UEPS.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou a construção e aplicação de uma UEPS, fazendo uso de simuladores virtuais. A proposta foi organizada com atividades variadas, divididas em oito etapas que foram executadas durante cinco encontros, totalizando 12 aulas. A aplicação da unidade de ensino ocorreu no período de 23 a 27 de outubro de 2023. Participaram da aplicação 15 alunos do 8º ano do ensino fundamental anos finais.

A partir dos princípios da aprendizagem significativa, buscamos investigar inicialmente os conhecimentos prévios relacionados ao conhecimento dos estudantes sobre níveis tróficos. Os dados revelaram que a maior parte dos estudantes possuía uma compreensão satisfatória do papel das plantas como produtores. Contudo, a classificação de animais como sendo decompositores apresentou um índice de erro elevado.

A avaliação dos resultados da aprendizagem foi realizada por meio dos materiais elaborados pelos estudantes, pelo diário de bordo e avaliação individual. Ao aplicar a UEPS, observou-se que os alunos receberam bem a aula, especialmente quando auxiliados por simuladores virtuais. Também percebeu-se grande interação durante os debates e outras atividades propostas, resultando em uma interação com o conteúdo apresentado. Os estudantes se envolveram ativamente, demonstrando interesse, participação e entusiasmo na execução das atividades desenvolvidas.

Assim, eles foram capazes de argumentar, discutir e desenvolver reflexões acerca do conhecimento referente ao conteúdo sobre níveis tróficos. Segundo Ausubel (2003), esse engajamento é primordial para a ocorrência de uma aprendizagem significativa, onde a predisposição do aluno se traduz em interesse e envolvimento com o conteúdo a ser aprendido, especialmente quando aliado a materiais potencialmente significativos.

A utilização de simuladores virtuais revelou-se um recurso potencialmente significativo, proporcionando resultados importantes, especialmente no que diz respeito à assimilação de conceitos, e ao desenvolvimento de habilidades.

Ficou evidente o interesse demonstrado pelos estudantes ao interagirem e utilizarem os simuladores com grande facilidade, muito embora há carência de simuladores de níveis tróficos na língua portuguesa e com variedade de biomas. A habilidade de aproveitar essas ferramentas como aliadas é viável para os professores, pois os conteúdos apresentados e as

atividades desenvolvidas ganham relevância. Nesse contexto, o estudante não apenas participa, mas torna-se um sujeito ativo na construção do seu conhecimento.

Os estudantes se envolveram ativamente, revelando uma disposição para assimilar os conceitos envolvidos e adquiriram a habilidade de transferi-los e aplicá-los em diferentes contextos de aprendizagem. Isso ficou evidente nos mapas conceituais produzidos por eles, onde mais de 85% dos estudantes conseguiram hierarquizar e relacionar corretamente os conceitos sobre níveis tróficos.

Durante toda a implementação da UEPS os estudantes foram oportunizados e incentivados a se expressarem a respeito do conteúdo apresentado e o quanto ele é importante para manutenção da nossa vida. As respostas dadas pelos estudantes às perguntas reflexivas apontaram que os estudantes assimilaram o conhecimento demonstrando por meio de exemplificações práticas e objetivas sobre o conteúdo abordado.

À luz da teoria ausubeliana, a aprendizagem ocorre significativamente quando novas ideias interagem com conhecimentos prévios por meio de uma abordagem de ensino proposta pelo professor. Esse processo permite que o estudante amplie e diferencie seus conhecimentos de maneira substancial e não arbitrária, conforme destacado por Moreira (2011). Em outras palavras, o aprendizado significativo é alcançado quando o aluno é capaz de explicar, com suas próprias palavras, aquilo que aprendeu.

A conclusão da avaliação, composta por 10 questões, refletiu em um índice global de acertos pelos estudantes, com cerca de 77%. Uma análise revelou que a principal área de equívocos reside na capacidade dos estudantes de identificar o número total de cadeias alimentares dentro de uma teia.

Diante dessas considerações, conclui-se que a UEPS pode ser considerada uma estratégia pedagógica propícia à promoção da aprendizagem significativa na escola. Isso porque, a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes, novas informações foram integradas à estrutura cognitiva deles, resultando na construção de novas ideias e conhecimentos. Observa-se uma melhoria na compreensão da importância do cuidado com nossas ações no ambiente em que vivemos, evidenciando que tais ações podem repercutir positivamente ou negativamente em níveis de equilíbrio do ecossistema.

Portanto, o objetivo geral desta pesquisa era como a Teoria da Aprendizagem Significativa, associada a um produto educacional na forma de uma UEPS, mediada por

simuladores virtuais poderia potencializar o aprendizado de níveis tróficos no ensino fundamental. Frente ao que foi exposto, este foi alcançado de maneira satisfatória, evidenciando que a combinação da Teoria da Aprendizagem Significativa com uma abordagem prática e interativa, por meio de simuladores virtuais, é eficaz para promover uma compreensão mais profunda e rigorosa dos conceitos relacionados aos níveis tróficos no contexto do ensino fundamental.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Caroline Medeiros Martins; LOPES, Paulo Tadeu Campos. *Sequência didática eletrônica com testes adaptativos para o ensino de Ecologia do Ensino Fundamental numa plataforma de ensino*. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 18, n. 1, p. 1-18, 2019.

AUSUBEL, Davi P. *Aquisição e retenção de conhecimentos*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003. (Tradução do original *The acquisition and retention of Knowledge*, 2000).

BELLO, R. S. *O videogame como representação histórica: narrativa, espaço e jogabilidade, em Assassin's Creed (2007-2015)*. 2016. 323 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de História, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8138/tde-19122016-103439/pt-br.php>. Acesso em: 20 nov. 2023

BRASIL, Secretaria da Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Secretaria da Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 2000.

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

BUENO, M. de O. B. *Cultura digital e redes sociais: incerteza e ousadia na formação de professores*. 2014. Tese (doutorado em educação) – Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande-MS, 2014.

CABREIRA, Juliana da Silva. *Os quadrinhos como recursos didáticos para a construção de conceitos sobre cadeias alimentares no ensino de ciências*. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2021.

CLARK, Douglas; NELSON, Brian; SENGUPTA, Pratim; D'ANGELO, Cynthia. *Rethinking Science Learning Through Digital Games and Simulations: genres, examples, and evidence*. Apresentado no Workshop on Gaming and Simulations, National Research Council, October 6-7, Washington, DC, 2009. p. 1-71. Disponível em: <<https://www.academia.edu/493598/>>. Acesso em: 25 ago. 2023.

CRESWELL, John. *Investigação Qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens*. 3a ed. Porto Alegre: Penso 2014.

FERRO, Bruno Rogério; VIEL, Franciele Vanessa. *A importância do lúdico nas séries iniciais do ensino fundamental*. *Revista Científica UNAR*, v. 18, n. 1, p. 109-129, 2019.

GERHARDT, Tatiana E. (org.); SILVEIRA, Denise T. (org.). *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2018.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. *Biologia* Volume 1 – 1.ed. – São Paulo, Saraiva, 2010.

MASINI, Elcie F. Salzano; MOREIRA, Marco Antonio. *Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. São Paulo: Vetor. 2008

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). *Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade*. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

MOREIRA, M.A. e Buchweitz, B. (1993). *Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

MOREIRA, Marco Antonio. *Aprendizagem significativa crítica*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. 2ª Edição, 2005.

MOREIRA, Marco Antonio. *A aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. *Teorias de Aprendizagem*. 3.ed - Rio de Janeiro. Editora LTC, 2022.

MOREIRA, Marco Antonio. *O que é Afinal Aprendizagem Significativa?* Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Currículo, La Laguna, Espanha, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2023.

NEVANPÄÄ, Tiina.; LAW, Nancy. *Pupil's ecological reasoning with help of modeling tool*. In: Conference on interaction design and children, 2006, Tampere, Finland. *Anais* [...] Tampere, Finland, 2006.

NOVAK, J.D. Gowin, D.B. (1996) *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas

ODUM, Eugene P. *Fundamentos de Ecologia*, 6 ed. São Paulo: Fundação Calouste Gulbenkian, 2006.

PAZ, Alfredo M.; ABEGG, Ilse; ALVES FILHO, José de Pinho; OLIVEIRA, Vera Lúcia Bahi. *Modelos e modelizações no ensino: um estudo da cadeia alimentar*. *Ensaio*, v. 8, n. 2, p. 133-146, dez. 2006.

SILVA, Mônica Martins da. *Ensino de ecologia mediado por simulação computacional da cadeia alimentar*. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020.

TEZANI, Thaís C. R. *O jogo e os processos de aprendizagem e desenvolvimento: aspectos cognitivos e afetivos*. *Educação em Revista*, v. 7, n. 1/2, p. 1-16, 2006.

ZABALZA, Miguel A. *O ensino universitário*. Porto Alegre: Artmed, 2004.

APÊNDICE A – Autorização da Escola

CARTA DE AUTORIZAÇÃO DO ESTABELECIMENTO DE ENSINO

CARTA DE AUTORIZAÇÃO DO ESTABELECIMENTO DE ENSINO

Eu, HELILCIANE AMORIM LENK, solicito autorização da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Anísio Teixeira, localizada no município de Ariquemes, para a realização de atividades de pesquisa associadas a dissertação que desenvolvo junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, RS. A pesquisa está vinculada a dados produzidos durante a aplicação de atividades didáticas junto a estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental. O período de aplicação das atividades na escola será de 20/10/2023 a 30/10/2023 e contará com a visita do professor orientador do estudo.

Autorizo

Não autorizo

EEEFM ANÍSIO TEIXEIRA
 Dec. de Criação nº 1033 de 25/05/1979
 Dec. de Nova Denom. nº 9005 de 20/02/2000
 Port. nº 2573/SEDUC-03/03/2023
 Concede autorização de funcionamento
 do Ens. Fund. Regular 6º ao 9º Ano
 Ens. Médio Regular
 Programa de Correção de Fluxo Escolar
 Educação Escolar Especial Inclusiva


 Responsável pela Escola

Selma Cristina Dionísia
 Diretora - EEEFM Anísio Teixeira
 Matrícula 300026033
 Portaria n. 919/2023/SEDUC/RO

Eu, HELILCIANE AMORIM LENK, me comprometo a cumprir as normativas da escola, mantendo conduta ética e responsável e a utilizar os dados produzidos pela pesquisa, exclusivamente para fins acadêmicos e a destruí-los após a conclusão do estudo.


 HELILCIANE AMORIM LENK
 Mestranda

APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

Seu filho(a) está sendo convidado a participar da pesquisa: **“USO DE SIMULADORES VIRTUAIS PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DOS NÍVEIS TRÓFICOS NO ENSINO FUNDAMENTAL”** de responsabilidade da pesquisadora Helilciane Amorim Lenk e orientação do Dr. Juliano Tonezer da Silva. Esta pesquisa apresenta como objetivo investigar como a Teoria da Aprendizagem Significativa, associada a um produto educacional na forma de uma UEPS, que inclui jogos virtuais e/ou simuladores virtuais, pode potencializar o aprendizado de níveis tróficos no ensino fundamental. As atividades serão desenvolvidas durante aproximadamente 10 horas/aula no componente curricular Ciências no espaço da escola.

Esclarecemos que a participação do seu filho(a) não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento. Além disso, garantimos que receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão transcritas e não envolvem a identificação do nome dos participantes. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações.

A participação do seu filho(a) nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve nenhum tipo de risco, físico, material, moral e/ou psicológico. Caso for identificado algum sinal de desconforto psicológico referente à sua participação na pesquisa, pedimos que nos avise. Além disso, lembramos que você não terá qualquer despesa para participar da presente pesquisa e não receberá pagamento pela participação no estudo.

Caso tenha dúvida sobre a pesquisa e seus procedimentos, você pode entrar em contato com o pesquisador orientador do trabalho, Dr. Juliano Tonezer da Silva pelo e-mail tonezer@upf.br ou no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo pelo e-mail ppgecm@upf.br.

Dessa forma, se concordam em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização. Informamos que este Termo, também é assinado pelos pesquisadores responsáveis.

Ariquemes - RO, 20 de outubro de 2023.

Nome do participante: _____

Data de nascimento: ____/____/____

Assinatura do responsável: _____

Assinaturas dos pesquisadores: _____

APÊNDICE C - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE

Você está sendo convidado a participar da pesquisa: **“USO DE SIMULADORES VIRTUAIS PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DOS NÍVEIS TRÓFICOS NO ENSINO FUNDAMENTAL”** de responsabilidade da pesquisadora Helilciane Amorim Lenk e orientação do Dr. Juliano Tonezer da Silva. Esta pesquisa apresenta como objetivo investigar como a Teoria da Aprendizagem Significativa, associada a um produto educacional na forma de uma UEPS, que inclui jogos virtuais e/ou simuladores virtuais, pode potencializar o aprendizado de níveis tróficos no ensino fundamental. As atividades serão desenvolvidas durante aproximadamente 10 horas/aula no componente curricular Ciências no espaço da escola.

Esclarecemos que a sua participação não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento. Além disso, garantimos que receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão transcritas e não envolvem a identificação do nome dos participantes. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações.

A sua participação nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve nenhum tipo de risco, físico, material, moral e/ou psicológico. Caso for identificado algum sinal de desconforto psicológico referente à sua participação na pesquisa, pedimos que nos avise. Além disso, lembramos que você não terá qualquer despesa para participar da presente pesquisa e não receberá pagamento pela participação no estudo.

Caso tenha dúvida sobre a pesquisa e seus procedimentos, você pode entrar em contato com o pesquisador orientador do trabalho, Dr. Juliano Tonezer da Silva pelo e-mail tonezer@upf.br ou no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo pelo e-mail ppgecm@upf.br.

Dessa forma, se concorda em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização. Informamos que este Termo, também é assinado pelos pesquisadores responsáveis.

Ariquemes - RO, 20 de outubro de 2023.

Nome do participante: _____

Data de nascimento: ____/____/____

Assinaturas do pesquisador: _____

ANEXO I

REFLEXÕES GUIADAS

Quais são os desafios enfrentados pelos agricultores e pescadores em manter um equilíbrio na produção de alimentos e, ao mesmo tempo, conservar os recursos naturais e a biodiversidade? Preservar o meio

ambiente e manter o equilíbrio
ecológico.

Como o desmatamento afeta a cadeia alimentar e o equilíbrio dos ecossistemas terrestres?

Porque sem Produtores temos um
desequilíbrio ambiental, pois assim o
numero de Presas diminui. E sem Presas
diminui o numero de Predadores.



REFLEXÕES GUIADAS

Quais são os desafios enfrentados pelos agricultores e pescadores em manter um equilíbrio na produção de alimentos e, ao mesmo tempo, conservar os recursos naturais e a biodiversidade? nao desmatam

Muita sara cria animais nao

Besta o peixe em riuo de represadu
cau.

Como o desmatamento afeta a cadeia alimentar e o equilíbrio dos ecossistemas terrestres?

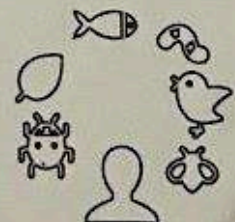
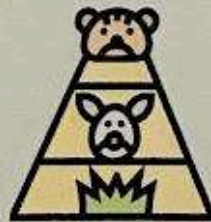
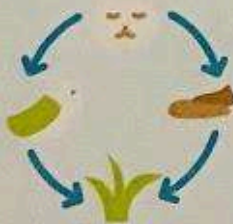
o desmatamento ira mata palha

na alimentaçã dos animais herbivoro

elles fizarã traco e alboró mueren

de e os carnivoros fizarã sem alimen

tes e o sistema do sistema.



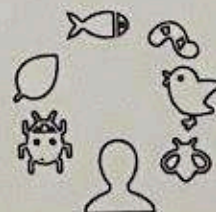
REFLEXÕES GUIADAS

Quais são os desafios enfrentados pelos agricultores e pescadores em manter um equilíbrio na produção de alimentos e, ao mesmo tempo, conservar os recursos naturais e a biodiversidade? Tem que ter o Equilíbrio

Nos Pragas temer cuidado com desmatamento pois e causado poro alguns animais.

Como o desmatamento afeta a cadeia alimentar e o equilíbrio dos ecossistemas terrestres?

Afeta no morte de varios animais destrói a base de varios animais causando a falta de alimento de alguns animais causando sua morte



REFLEXÕES GUIADAS



Como o entendimento sobre níveis tróficos pode influenciar nossas ações diárias?

Influencia para saber o que o animal

come e a importância do animal no ecossistema

se o peixe tem problemas com ratos ele deve

ter mais comida. se ele tiver problemas com gato

compre um cachorro. todo tem seu função no ecossistema

Como você explicaria o desequilíbrio ecológico para alguém que nunca ouviu falar sobre isso?

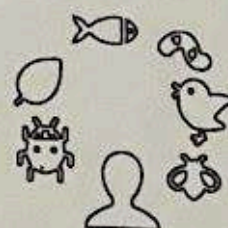
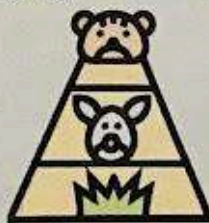
se o ser humano mata o gato ele

vai ter o problema de rato porque gato

come o rato e vai ter muitos ratos

por quem nunca viu falar vai achar confuso e

tem vontade de ele matam para saber a importância do animal no ecossistema



REFLEXÕES GUIADAS



Como o entendimento sobre níveis tróficos pode influenciar nossas ações diárias?

Influencia para saber o que o animal

come e a importância do animal no ecossistema

se o peixe tem problemas com ratos ele deve

comprar um cachorro. Se ele tiver problemas com gato
compre um cachorro. Todo tem sua função no ecossistema

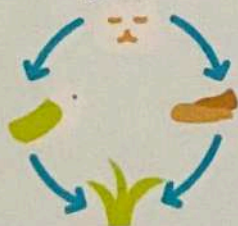
Como você explicaria o desequilíbrio ecológico para alguém que nunca ouviu falar sobre isso?

se o ser humano mata o gato ele

vai ter o problema de rato porque gato

come o rato e vai ter muitos ratos

por quem mata o gato falar vai achar confuso e
tem sentido e ele mata o ser humano a
importância do animal no ecossistema



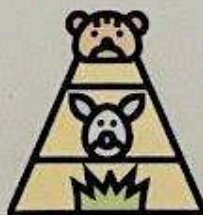
REFLEXÕES GUIADAS

Como o entendimento sobre níveis tróficos pode influenciar nossas ações diárias?

Pode parar com a matança dos animais com misericórdia.

Como você explicaria o desequilíbrio ecológico para alguém que nunca ouviu falar sobre isso?

É quando um ou mais animais de determinado região é afetado por um sistema medicinal.



REFLEXÕES GUIADAS

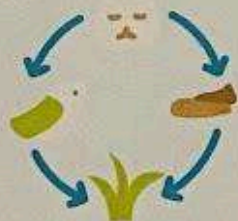


Como o entendimento sobre níveis tróficos pode influenciar nossas ações diárias?

Influencia, nas nossas ações diárias e em nossos pensamentos e em nossas atitudes em relação a natureza.

Como você explicaria o desequilíbrio ecológico para alguém que nunca ouviu falar sobre isso?

As ações humanas na natureza é como uma engenharia. Se fixarmos uma peça deram toda a processo.





**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
INSTITUTO DE HUMANIDADES, CIÊNCIAS, EDUCAÇÃO E
CRIATIVIDADE**

NÍVEIS TRÓFICOS NO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA UEPS MEDIADA POR SIMULAÇÃO VIRTUAL

**Helilciane Amorim Lenk
Juliano Tonezer da Silva**



Dados de Catalogação

CIP – Catalogação na Publicação

L566n Lenk, Helilciane Amorim,
Níveis tróficos no ensino fundamental [recurso eletrônico]
: uma UEPS mediada por simulação virtual / Helilciane
Amorim Lenk, Juliano Tonezer da Silva. – 2023.
7.1 MB ; PDF. – (Produtos Educacionais do PPGECM).

Inclui bibliografia.

ISSN 2595-3672

Modo de acesso gratuito: <http://www.upf.br/ppgecm>.
Este material integra os estudos desenvolvidos junto
ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e
Matemática (PPGECM), na Universidade de Passo Fundo
(UPF), sob orientação do Prof. Dr. Juliano Tonezer da Silva.

1. Ciências (Ensino fundamental) - Estudo e ensino.
2. Ecologia. 3. Aprendizagem significativa. 4. Simulação
(computadores). 5. Didática. 6. Prática de ensino. I. Silva,
Juliano Tonezer da. II. Título. III. Série.

CDU: 372.85

Bibliotecária responsável Juliana Langaro Silveira - CRB 10/2427

NÍVEIS TRÓFICOS NO ENSINO FUNDAMENTAL UMA UEPS MEDIADA POR SIMULAÇÃO VIRTUAL



Produto Educacional – versão final apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, do Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade, da Universidade de Passo Fundo no âmbito do Projeto de Cooperação entre Instituições – PCI, entre a Universidade de Passo Fundo e a Faculdade Católica de Rondônia, como requisito parcial para obtenção do título de mestra em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação do professor Dr. Juliano Tonezer da Silva.



Apresentação

O presente trabalho consiste em um Produto Educacional que apresenta uma sequência didática em formato de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). Esta sequência didática foi implementada em uma escola pública estadual de Rondônia, com estudantes do oitavo ano do ensino fundamental durante cinco encontros totalizando 12 aulas. O objetivo principal desta implementação foi compreender como a Teoria da Aprendizagem Significativa, associada a um produto educacional na forma de uma UEPS, pode potencializar o aprendizado dos níveis tróficos no ensino fundamental.

Este estudo está vinculado à dissertação¹ intitulada "Uso de simuladores virtuais para uma aprendizagem significativa dos níveis tróficos no ensino fundamental", de autoria de Helilciane Amorim Lenk.

O produto educacional adere-se à linha de pesquisa Tecnologias de Informação, comunicação e interação aplicadas ao ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação do Prof. Dr. Juliano Tonezer da Silva.

Este produto educacional foi desenvolvido com base na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Ele se configura como um material de suporte destinado aos professores de Ciências, voltado para o ensino fundamental. Aborda a temática dos Níveis tróficos, sendo de livre acesso e utilização e está disponível no portal do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo <<http://www.upf.br/ppgecm>> e no site do EduCapes.



Todo o material está disponível neste link:
https://drive.google.com/drive/folders/1eqEpNU5puMnnoa865HvArJmXhbBPFw8W?usp=drive_link

¹ Este trabalho foi realizado com o apoio financeiro do Governo de Rondônia, através do contrato nº 250/PGE-2021 firmado pela SEDUC/RO e Faculdade Católica de Rondônia.

Sumário

Referencial Teórico

05

Simuladores Virtuais

06

Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

07

Etapas da UEPS

08

Sobre a UEPS

09

Organização das Etapas

10

Etapa 1

11

Etapa 2

12

Etapa 3

14

Etapa 4

09

17

Sumário

Etapa 5

19

Etapa 6

21

Etapa 7

23

Etapa 8

25

Considerações

27

Referências

28

Autores

29

Anexo I

30



Referencial Teórico

A Teoria da Aprendizagem Significativa foi concebida pelo pesquisador David Paul Ausubel (1918-2008). Ausubel (1963 apud MOREIRA, 2011) define a estrutura cognitiva como sendo um conjunto de subsunçores que possui uma organização hierárquica, de forma que estão inter-relacionadas e progressivamente se tornam mais estáveis, diferenciados e ricos em significados, o que irá facilitar a aprendizagem de uma maneira interativa em que os subsunçores servirão de âncora para o novo conhecimento, trazendo novos significados e validando os já existentes.

Moreira (2011) define o subsunçor como o nome dado a um conhecimento específico, existente na estrutura cognitiva do indivíduo, que permitirá a ele dar significado a um novo conhecimento. A estrutura cognitiva é descrita como uma hierarquia de conceitos que são representações de experiências sensoriais do indivíduo.

Moreira (2005) menciona as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) como uma proposta didática para tornar, dentro do possível, a aprendizagem eficaz e significativa.



Simuladores Virtuais

Os simuladores virtuais são ferramentas muito importantes no ambiente educacional de ensino de Ciências, especialmente dos conceitos de níveis tróficos e desequilíbrio ecológico. Pois, ao utilizar um recurso pedagógico com este viés, pode-se proporcionar aos estudantes um ambiente de interação com simulações, que poderão auxiliá-los para com um aprendizado significativo.

Nesse contexto, uma definição para simulações computacionais, a partir de simuladores virtuais, são “... modelos computacionais de situações ou fenômenos reais ou hipotéticos que permitem aos usuários explorar as implicações de manipular ou modificar os parâmetros do modelo.” (CLARK et al., 2009, p. 4, tradução nossa). Ou seja, o estudante, ao utilizar um simulador virtual, poderá modificar os parâmetros deste e observar as mudanças.



Unidade de Ensino Potencialmente significativa

As UEPS são sequências didáticas teoricamente fundamentadas, voltadas para a aprendizagem não mecânica, e assim, têm um maior potencial de êxito na ocorrência da Aprendizagem Significativa (AS) (MOREIRA, 2011).

Conforme Moreira (2011), os princípios relevantes que devem ser considerados para a construção de uma UEPS são:

O que mais influencia na AS é o conhecimento prévio;

O processo de aprendizagem não deve ser mecânico, mas sim significativo e crítico;

Quem aprende decide se quer aprender significativamente;

A relação entre os novos conhecimentos e os prévios é revelada pelos organizadores prévios

As situações-problema, papel do professor, dão sentido aos novos conhecimentos, despertam a intencionalidade de quem aprende;

Devem ser consideradas a diferenciação progressiva, a reconciliação integrativa e a consolidação;

A busca de evidências deve ser feita de forma progressiva para avaliação da AS;

Um episódio de ensino envolve uma relação entre quem aprende o professor e materiais educativos;

Quando a aprendizagem é significativa, a integração entre pensamentos, sentimentos e ações é positiva em quem aprende;

A busca por respostas, o uso de diferentes materiais e estratégias eo ensino centrado em quem aprende

Etapas da UEPS

Moreira (2011) propõe a construção de UEPS que seguem oito aspectos sequenciais para serem implementadas como sequência didática.



Sobre a UEPS



Em meio aos desafios atuais da educação, a busca por métodos que vão além da simples transmissão de informações torna-se necessária. A ecologia, com sua complexidade e relevância, exige uma abordagem pedagógica que proporcione aos alunos uma compreensão integrada e profunda. Nesse panorama, a UEPS destaca-se como uma estratégia pedagógica inovadora, concebida para conectar o conhecimento prévio dos alunos a novas descobertas, fomentando uma aprendizagem significativa.

Assim, ao abordar temas como níveis tróficos e desequilíbrio ecológico, esta UEPS almeja não apenas instruir, mas também conscientizar os estudantes sobre a relação entre os seres vivos e o ambiente em que habitam.

As atividades que estruturam esta UEPS foram elaboradas com base na consideração do bioma da Floresta Amazônica, uma vez que este constitui o ambiente dos estudantes aos quais se destina como público-alvo.



Professor(a), você possui a liberdade para adaptar as atividades desta UEPS de acordo com o bioma que caracteriza o ambiente dos seus estudantes, se assim o desejar.



Organização das Etapas



A UEPS está organizada em 8 etapas, com 12 aulas.

Etapa	Encontro	Aulas	Atividades/Ações
1	Ponto de partida: Apresentação do conceito geral	1	Apresentação do tema da pesquisa, do conteúdo a ser estudado e da proposta de atividades.
2	Situação-inicial: Sondagem dos conhecimentos prévios	1	Atividade de Associação: Níveis tróficos na Floresta Amazônica. Discussão em grupo.
3	Situação-problema 1 (nível introdutório) Abordagem do conteúdo considerando a diferenciação progressiva: Conceitos iniciais	2	Vídeo sobre as <i>Antas na Amazônia</i> . Discussão sobre como o desequilíbrio em um nível trófico pode afetar todo o ecossistema. Animação simulada sobre desequilíbrio ambiental de uma ilha.
4	Apresentação do Novo Conteúdo	2	Exposição de slide. Apresentação vídeo: Como funciona uma cadeia alimentar? Reflexão em grupo.
5	Abordagem interativa	2	Uso do simuladores de cadeia alimentar.
6	Reconciliação integrativa	2	Construção de Mapas Conceituais.
7	Avaliação da aprendizagem	1	Reflexão guiada: Através de perguntas-guia - os alunos serão levados a pensar criticamente sobre a temática abordada.
8	Avaliação da UEPS	1	Questionário avaliativo.



Etapa 1

Apresentação

Como ponto de partida, deve ser introduzido a proposta pedagógica dos encontros destinados à implementação da UEPS focada em níveis tróficos. Nesta ocasião, deverá ser abordado os seguintes tópicos:

1. Justificativa: Esclarecimento da relevância e pertinência do tema no contexto educacional;

2. Objetivos: Explicitação das metas educacionais a serem alcançadas através da abordagem do conteúdo;

3. Metodologia: Apresentação das estratégias pedagógicas e abordagens didáticas que serão empregadas durante os encontros;

4. Formas de Avaliação: Descrição dos mecanismos de avaliação da aprendizagem dos alunos, bem como da eficácia da UEPS em questão.



Etapa 2

Sondagem do Conhecimento Prévio

Nesta etapa, o tópico de "níveis tróficos e desequilíbrio ecológico" deverá ser introduzido. Será essencial resgatar o que os alunos já sabem sobre o assunto, fazendo perguntas abertas e incentivando-os a compartilhar suas experiências e percepções. Isso ajudará a estabelecer uma base sobre a qual o novo conhecimento será construído.

Dentro desta etapa, uma das atividades-chave a ser proposta é a "Atividade de Associação", que foi projetada para explorar e avaliar o entendimento dos alunos sobre os níveis tróficos, usando o contexto da própria vivência sobre a Floresta Amazônica. Os alunos receberão cartões com imagens de diferentes componentes deste ecossistema, desde plantas até grandes predadores.

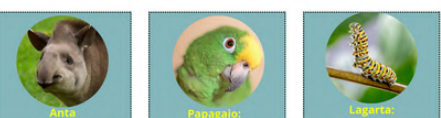
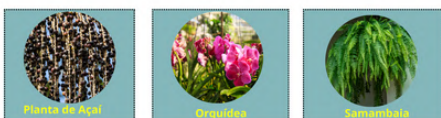


As imagens devem impressas, uma unidade por aluno, e recortadas para que os alunos possam colar no gabarito.

Etapa 2



ATIVIDADE DE ASSOCIAÇÃO: NÍVEIS TRÓFICOS NA FLORESTA AMAZÔNICA



ATIVIDADE DE ASSOCIAÇÃO: NÍVEIS TRÓFICOS NA FLORESTA AMAZÔNICA



ATIVIDADE DE ASSOCIAÇÃO: NÍVEIS TRÓFICOS NA FLORESTA AMAZÔNICA



Níveis Tróficos

Produtores	Consumidores Primários	Consumidores Secundários	Consumidor terciário	Decompositores

RECORTE COM CUIDADO

COLE AQUI



Imagens em alta resolução disponibilizadas em:
<https://drive.google.com/drive/folders/1eqEpNU5puMnnoa865HvArJmXhbBPFW8W?usp=sharing>

Etapa 3



Situação problema

Nesta etapa deve ser apresentadas situações ou casos reais que mostrem a relação entre o conhecimento prévio dos alunos e o novo conteúdo. Apresente o vídeo a seguir, sobre as Antas na Amazônia e faça mediação em uma discussão sobre como o desequilíbrio em um nível trófico pode afetar todo o sistema.



Vídeo disponível em:
<https://youtu.be/XjcxKhi2ce4>

Destaque a interação entre diferentes espécies, desde os grandes predadores, por exemplo: onças-pintadas e harpias, até herbívoros, como antas e capivaras, e ainda os decompositores, como fungos.

Após assistirem ao vídeo, os alunos devem ser questionados sobre o que aconteceria se um dos níveis tróficos fosse drasticamente afetado.

Exemplo: *"O que aconteceria se, devido ao desmatamento, a população de antas, que são grandes dispersoras de sementes, diminuísse significativamente na Amazônia?"*



O que discutir?

1. Diminuição da Regeneração da Floresta: As antas desempenham um papel crucial na dispersão de sementes. Sem elas, muitas árvores não teriam suas sementes dispersas adequadamente, afetando a regeneração da floresta.

2. Impacto na Dieta dos Predadores: Com menos antas disponíveis, predadores como as onças-pintadas teriam que se adaptar e buscar outras fontes de alimento ou enfrentar a escassez.

3. Alteração na Estrutura da Floresta: A falta de dispersão de sementes de certas árvores pode levar a uma mudança na composição da floresta, favorecendo algumas espécies em detrimento de outras.

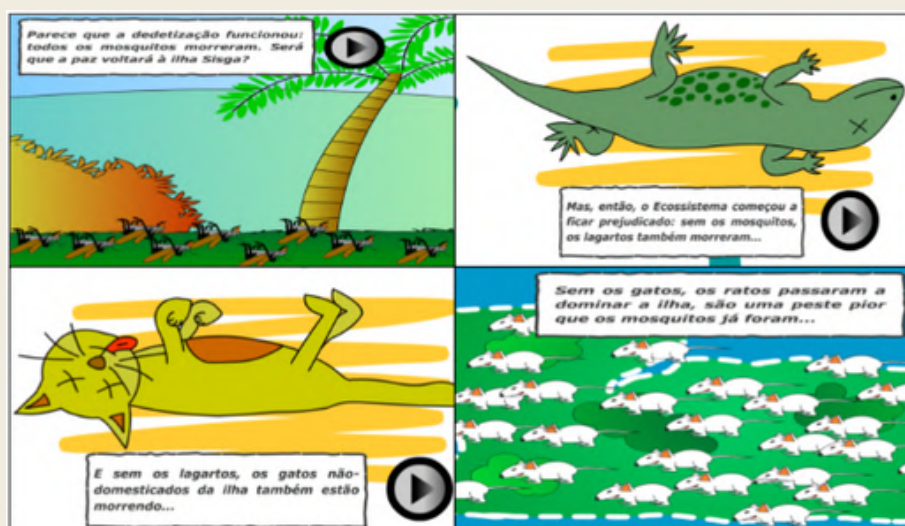
4. Impacto nos Decompositores: Com a alteração na composição da floresta e a possível morte de algumas espécies vegetais, os decompositores teriam uma mudança na matéria orgânica disponível para decompor.

5. Efeitos em Outros Animais: Outros animais que dependem das árvores dispersas pelas antas, seja para alimento, abrigo ou reprodução, também seriam afetados.

Etapa 3



Após essa imersão na realidade da Amazônia e nas consequências do desequilíbrio ecológico, apresente aos alunos um vídeo-simulador (conforme figura a seguir) sobre o desequilíbrio ambiental, onde é apresentada uma ilha que apresenta problemas com a superpopulação de determinada espécie, e como interferência humana, na tentativa de sanar o problema causou o desequilíbrio em todo ecossistema.



Vídeo disponível em:
http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/modules/mydownloads_08/singlefile.php?cid=5&lid=1616

Discuta com os estudantes como as ações humanas podem desencadear uma série de efeitos cascata em um ecossistema.



Ver o Anexo I para instruções de como executar o arquivo em flash

Etapa 4



Apresentação de Novo Conteúdo

A quarta etapa deve consolidar e expandir esse conhecimento. A transição para esta etapa é natural, pois, após terem sido expostos a um exemplo real e discutido suas implicações, os alunos estão agora prontos para uma compreensão mais aprofundada.

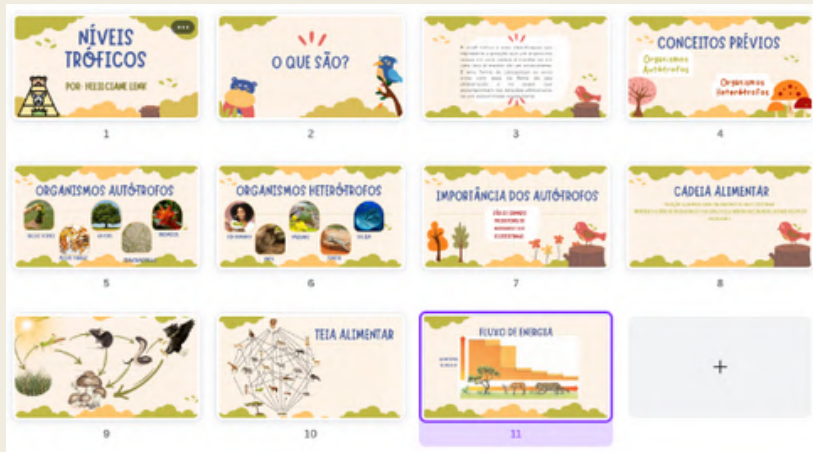
O conteúdo é apresentado de forma sistemática, começando com uma visão geral dos níveis tróficos e avançando para os detalhes mais intrincados de suas interações. Esta progressão lógica garante que os alunos construam seu conhecimento de forma estruturada, facilitando a retenção e compreensão dos conceitos apresentados.

Iniciaremos com aspectos mais gerais sobre níveis tróficos, como a definição e a importância, e gradualmente avançaremos para detalhes mais específicos, como os diferentes níveis e como eles interagem.

Etapa 4



Para essa exposição deverá ser usado o slide a seguir, e o vídeo didático com uma linguagem de fácil entendimento, onde os alunos terão a oportunidade de interagir com a finalidade de sanarem suas dúvidas sobre o tema.



Disponível em:

<https://drive.google.com/drive/folders/1eqEpNU5puMnnoa865HvArJmXhbBPFW8W>



<https://youtu.be/-lucorJodNY>

Etapa 5



Abordagem interativa

Após toda a imersão no conceito sobre níveis tróficos onde os estudantes puderam assimilar novos conceitos e sanar possíveis erros, nesta etapa deverá ser introduzido o uso de simuladores. Estes simuladores são ferramentas educacionais interativas que exemplificam de maneira clara e visual as relações alimentares em um ecossistema.

Esta atividade prática tem como objetivo reforçar a compreensão dos alunos sobre a interdependência dos seres vivos em um ecossistema e a complexidade das redes tróficas.



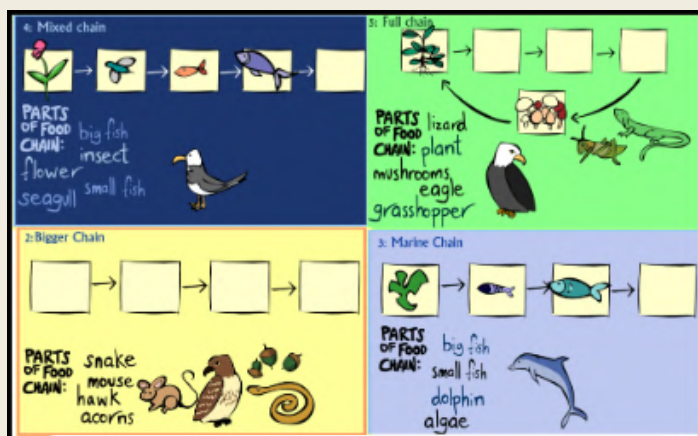
Antes de iniciar a aprendizagem no mundo digital, oriente-os sobre como acessar e manusear os simuladores. Mesmo com o desafio da língua inglesa, estes simuladores são totalmente intuitivos, pois utiliza imagens nítidas e representativas.

É importante observar as construções dos estudantes e estar à disposição para esclarecer quaisquer dúvidas que possam surgir.

Etapa 5



Os simuladores a serem utilizados:



Food Chain da Sheppard Software



Disponível em:
<https://www.sheppardsoftware.com/science/animals/games/food-chain>

Food chain challenge Woodland da Bitesize



Disponível em:
<https://www.bbc.co.uk/bitesize/articles/zsphrwx>



Food chain challenge Savannah da Bitesize



Disponível em:
<https://www.bbc.co.uk/bitesize/articles/z93vdxs>

Etapa 6



Construção de mapas conceituais

Proceda com uma avaliação através de mapas conceituais, uma ferramenta pedagógica eficaz para a compreensão e representação gráfica do conhecimento.

1

Faça uma breve introdução sobre o que são mapas conceituais, elucidando sua importância e como eles podem ser empregados para representar e conectar conceitos. Para facilitar o entendimento, exiba aos alunos o vídeo a seguir.



<https://youtu.be/F54SWctP7-E>

Etapa 6



2

Forneça uma lista cuidadosamente selecionada de termos e conceitos intrinsecamente ligados ao tema em estudo, como "produtor", "consumidor", "presa", "predador", "desequilíbrio ecológico" e "cadeia alimentar", conforme figura abaixo.



3

Oriente-os a estabelecerem relações entre esses termos, conectando-os por meio de linhas e palavras de ligação, de modo a construir um mapa que reflita seu entendimento sobre as interações e relações no ecossistema.

Etapa 7



Reflexões Guiadas

Em grupos pequenos ou em duplas os estudantes deverão discutir e refletir sobre os principais conceitos abordados. Eles receberão perguntas-guia, conforme as imagens disponibilizadas, que os ajudarão a pensar criticamente sobre o tema.

exemplo de pergunta

Como você explicaria o desequilíbrio ecológico para alguém que nunca ouviu falar sobre isso?

exemplo de pergunta

Como o entendimento sobre níveis tróficos pode influenciar nossas ações diárias?

Os questionamentos elaborados abordam um conhecimento mais abrangente sobre a temática de níveis tróficos e desequilíbrio do ecossistema. Moreira (2022), nos mostra a possibilidade de que o professor organize suas atividades do geral para o específico.

A atividade segue essa abordagem metodológica, levando em consideração, em sua execução, a importância de inicialmente apresentar a visão geral e, de maneira progressiva, para aprofundar na próxima etapa nas partes mais específicas.

Etapa 7



NO ME:

REFLEXÕES GUIADAS

Como o entendimento sobre níveis tróficos pode influenciar nossas ações diárias?

Como você explicaria o desequilíbrio ecológico para alguém que nunca ouviu falar sobre isso?




NO ME:

REFLEXÕES GUIADAS

Quais são os desafios enfrentados pelos agricultores e pescadores em manter um equilíbrio na produção de alimentos e, ao mesmo tempo, conservar os recursos naturais e a biodiversidade?

Como o desmatamento afeta a cadeia alimentar e o equilíbrio dos ecossistemas terrestres?



Encoraje a participação ativa dos estudantes, incentivando o debates entre eles. Isso pode criar um ambiente mais dinâmico e enriquecedor.



Etapa 8

Avaliação Reflexiva da UEPS

A etapa 8 enfatiza a Avaliação Processual e Formativa. Nesta fase, a avaliação não se limita a medir o conhecimento adquirido, mas também a entender o processo pelo qual novos conhecimentos foram ancorados aos subsunçores.

Nesta última etapa, a avaliação da UEPS, o foco é entender o impacto real da sequência didática na aprendizagem dos estudantes, para essa verificação será aplicado um questionário contendo dez questões conforme mostra as figuras disponibilizadas a seguir.

Ao final desta etapa, o professor terá em mãos não apenas produtos finais dos alunos, mas também informações valiosas sobre seu processo de aprendizagem. Estes instrumentos de avaliação permitirão compreender as nuances da jornada de cada aluno.

Etapa 8



Verificação de Aprendizagem

1) Sobre os organismos produtores, podemos afirmar certamente que todos são:

- Procariontes.
- Unicelulares.
- Autotróficos.
- Heterotróficos.

2) Em uma cadeia alimentar com produtor, consumidor primário, consumidor secundário e consumidor terciário, pode-se afirmar que:

- Como a energia é transferida ao longo da cadeia, todos os níveis dessa cadeia assimilam a mesma quantidade, independentemente de serem consumidores primários, secundários ou terciários.
- A quantidade de energia disponível diminui do produtor aos consumidores, em decorrência das perdas com a atividade vital.
- A quantidade de energia que o consumidor terciário absorve do alimento é igual à quantidade de energia da luz absorvida pelo produtor.
- Por causa da multiplicação da energia que ocorre quando essa passa pelos consumidores de primeira e segunda ordem, o consumidor terciário incorpora maior quantidade de energia do que os outros dois níveis de consumo.

Adaptado do site: <https://exercicios.mundoeducacao.uol.com.br/>

3) Faça uma definição do que seja nível trófico.

4) Povos indígenas de Rondônia frequentemente fazem uso de muitas espécies de cogumelos, que crescem sobre troncos caídos no chão da floresta, onde suas hifas nutrem-se das moléculas orgânicas componentes da madeira. Um indígena, ao comer cogumelos está se comportando como:

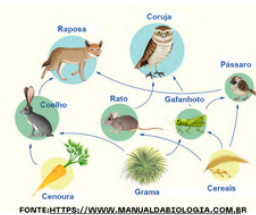
- produtor.
- consumidor secundário.
- decompositor.
- consumidor primário.

5) Veja a cadeia alimentar abaixo e responda: Quantos **níveis tróficos** existem nela?



FONTE: AUTORA, 2023

6) observe a Teia alimentar abaixo e 8) O que acontecerá num ecossistema terrestre se a população de animais herbívoros não for controlada por predadores? Explique a importância do equilíbrio ecológico.



FONTE: [HTTPS://WWW.MANUALDABILOGIA.COM.BR](https://www.manualdabiologia.com.br)

a) Quantas cadeias podemos observar nessa teia?

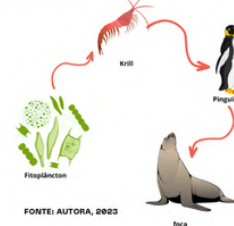
b) Cite todos os organismos que são consumidores primários.

c) A raposa e a coruja ocupam qual nível trófico nessa teia?

7) O primeiro nível trófico de uma cadeia alimentar é ocupado por seres **autotróficos**, ou seja, seres que:

- Não produzem seu próprio alimento.
- Realizam a decomposição de matéria orgânica.
- produzem seu alimento e, por isso, são chamados de produtores.
- reproduzem-se de forma assexuada.

9) Veja a cadeia abaixo



FONTE: AUTORA, 2023

Analise cada uma das alternativas e marque aquela que indica um nível trófico **não indicado** na cadeia acima.

- Consumidor primário.
- Consumidor secundário
- Consumidor terciário.
- Decompositor.

10) Marque a alternativa que indica o que ocorre em um ecossistema com a passagem de energia de um nível trófico para outro.

- é totalmente perdida.
- aumenta sempre.
- diminui sempre.
- permanece igual



As avaliações devem ser aplicadas individualmente

Estes instrumentos de avaliação permitirão compreensão das nuances da jornada de cada estudante, adaptando futuras UEPS para melhor atender às suas necessidades e potencialidades.

Considerações



Esta UEPS foi cuidadosamente planejada para guiar os estudantes a um processo de aprendizagem estruturado e significativo, desde o resgate de seu conhecimento prévio até a avaliação final, sempre com foco na compreensão profunda e aplicada dos níveis tróficos e do desequilíbrio ecológico.

Ao chegarmos ao final desta jornada pedagógica, é crucial que façamos uma pausa para refletir e avaliar o percurso trilhado. A avaliação da UEPS não se resume apenas a verificar o que foi aprendido, mas, sobretudo, como foi aprendido e como esse conhecimento foi incorporado ao repertório dos estudantes por meio dos indícios de aprendizagem significativa por eles evidenciados .



Referências

CLARK, Douglas; NELSON, Brian; SENGUPTA, Pratim; D'ANGELO; Cynthia. Rethinking Science Learning Through Digital Games and Simulations: genres, examples, and evidence. Apresentado no Workshop on Gaming and Simulations, National Research Council, October 6-7, Washington, DC, 2009. p. 1-71. Disponível em: [_<https://www.academia.edu/493598/>](https://www.academia.edu/493598/). Acesso em: 25 ago. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa crítica. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. 2ª Edição, 2005.

MOREIRA, Marco Antonio. A aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. Teorias de Aprendizagem. 3.ed - Rio de Janeiro. Editora LTC, 2022.

Autores



Helilciane Amorim Lenk

Mestra em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade de Passo Fundo. Professora da rede Estadual de Ensino de Rondônia.

E-mail: helilcianelenk@seduc.ro.gov.br

Juliano Tonezer da Silva

Doutor em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor titular na Universidade de Passo Fundo, atuando como orientador de Mestrado e Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Integra o Grupo de Pesquisa Educação Científica e Tecnológica - GruPECT, investigando temáticas relacionadas a linha de Tecnologias de informação, comunicação e interação aplicadas ao ensino de Ciências e Matemática.

E-mail: tonezer@upf.br

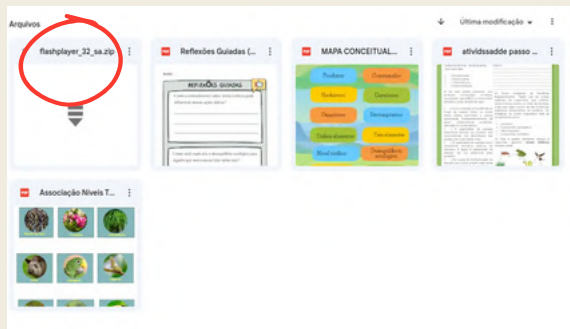




Acessando a apresentação flash

1

Com o link dos materiais, faça o Download do arquivo “flashplayer_32_sa.zip”



2

Descompacte e faça a instalação do Flash Player seguindo o passo-a-passo da instalação

3

Faça o Download da apresentação flash e clique em Abrir Com: Flash Player

