



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA/CAV-UFPE
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA – PROFBIO

DAMARIS MARQUES FERREIRA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE SELEÇÃO NATURAL E ADAPTAÇÃO NO
PROCESSO DE FORMAÇÃO DE NOVAS ESPÉCIES VISANDO A PRESERVAÇÃO
DA BIODIVERSIDADE**

**VITÓRIA DE SANTO ANTÃO
2025**

DAMARIS MARQUES FERREIRA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE SELEÇÃO NATURAL E ADAPTAÇÃO NO
PROCESSO DE FORMAÇÃO DE NOVAS ESPÉCIES VISANDO A PRESERVAÇÃO
DA BIODIVERSIDADE**

Trabalho de Conclusão Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO, pela Universidade Federal de Pernambuco – CAV, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Garcia

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2025

DAMARIS MARQUES FERREIRA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE SELEÇÃO NATURAL E ADAPTAÇÃO NO
PROCESSO DE FORMAÇÃO DE NOVAS ESPÉCIES VISANDO A PRESERVAÇÃO
DA BIODIVERSIDADE**

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO, pela Universidade Federal de Pernambuco – CAV, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Garcia

Aprovado em: 24/09/2025

BANCA EXAMINADORA

Dr. JOSE EDUARDO GARCIA (Presidente)
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE

Dr. JOÃO DE ANDRADE DUTRA FILHO (Membro Interno)
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE

Dra. ANA CRISTINA LAUER GARCIA, (Membro Externo)
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Ferreira, Damaris Marques.

Sequência didática sobre seleção natural e adaptação no processo de formação de novas espécies visando a preservação da biodiversidade / Damaris Marques Ferreira. - Recife, 2025.
127f.: il.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Pernambuco,
Centro Acadêmico da Vitória de Santo Antão, Programa Profissional
em Ensino de Biologia (PROFBIO), 2025.

Orientação: José Eduardo Garcia.

1. Evolução; 2. Museu virtual; 3. Trilha. I. Garcia, José
Eduardo. II. Título.

UFPE-Biblioteca Central

RELATO DA MESTRANDA - TURMA 2023

| |
|--|
| INSTITUIÇÃO: UFPE |
| MESTRANDA: Damaris Marques Ferreira |
| TÍTULO DO TRABALHO: Sequência Didática Sobre Seleção Natural E Adaptação no Processo de Formação de Novas Espécies, Visando a Preservação da Biodiversidade. |
| DATA DA DEFESA: 24/09/2025 |
| Venho de uma família onde o compromisso com a educação é algo de berço. Mãe professora, tia e tio por parte de pai e tias por parte de mãe, todos professores. Sendo assim, a vocação familiar também foi passada a mim. Minha formação básica foi em escola pública e isso pra mim é um orgulho. Conclui em 1998, mas não consegui entrar em universidade pública, era tão difícil, daí iniciei meus estudos em faculdade particular, mas sempre com uma culpa por não ter conseguido na universidade pública. Confesso que minha vontade era ter outra profissão, mas, assim que comecei a lecionar, nasceu um amor pelo que estava fazendo, aqueles rostinhos dos meus alunos me fizeram prosseguir. Comecei no ensino fundamental 2 como estagiária, logo depois como contratada até que em 2006, logo após perder meu pai, consegui passar no meu primeiro concurso público e me tornei professora efetiva. Isso pra mim foi a certeza que estava no caminho certo. Em 2010, passei outro concurso e isso me fez entender que essa era, verdadeiramente, minha missão. Hoje, contando com estágio, contrato e professora efetiva, tenho mais de 20 anos de sala de aula, mas sempre carregava dentro de mim o desejo de estudar em uma universidade pública e, foi aí que o PROFBIO entrou na minha vida e, através dele realizei meu sonho e tirei minha culpa. O curso também me tornou uma professora melhor em todos os sentidos, visto que, por ter sido estudante há tanto tempo atrás e por ter tido uma formação mais conteudista, eu usava os mesmos métodos de ensino. O PROFBIO me possibilitou avançar, criar, mover, experimentar, alargar meus conhecimentos e aplicá-los me fazendo sentir como uma professora novata de novo, daquelas que chega com muita vontade de ensinar. Os projetos de AASA, as atividades de cada disciplina, as explicações, o dia inteiro estudando, tudo foi desafiador, mas no final é perceptível a melhoria que este curso me proporcionou, visto que hoje sinto minhas aulas mais atrativas e significativas. |

AGRADECIMENTO À CAPES

**O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de
Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço ao meu bom Deus por ser meu fôlego, minha força, meu tudo. Para dar conta de tantas coisas, com certeza esse mérito não é meu, e, como diz a Bíblia em João 15:5, que sem Deus nada podemos fazer. Reconheço isso.

Ao maior presente que já recebi do céu, minha doce filha Eva, cujo nome tem significado forte “a que é cheia de vida” e, a tua alegria me impulsiona a prosseguir. És meu grande amor filha. Ao meu esposo Everaldo, que, do jeito dele, tem contribuído em minha jornada. Obrigada pelo incentivo. Também agradecer a minha cunhada Edcleide que sempre cuidou da minha Eva. A minha mãe e ao meu doce pai (que já não se encontra mais entre nós). Escrevo esse parágrafo com lágrimas de saudade e alegria por ter tido a melhor educação que vocês puderam dar, ensinando com amor e com o temor do Senhor. Minha mãe, minha maior incentivadora, amiga, meu porto seguro. Te amarei eternamente.

Ao meu Pastor Rogério, por sempre estar disponível, ajudando em oração. As líderes do círculo de oração, elas são incríveis. A equipe de louvor que faço parte. Quando chegava da faculdade nas sextas, sem saber, vocês mudavam a minha face de cansada.

Ao meu professor orientador José Eduardo Garcia, por ter aceitado esse desafio comigo. Muito obrigada por dizer sim. Muita Saúde e Paz. Também aos professores Drº. João Dutra (meu primeiro orientador no AASA) Drª. Ana Lauer, ambos, meus avaliadores da qualificação e defesa desta dissertação. Muito obrigada por dizerem sim.

Aos professores do PROFBIO, aos secretários, coordenadores, e todos os que fazem a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE- CAV), em especial professora Silvania e professora Tacila. Aos meus queridos companheiros e amigos de todas as sextas João (de quem sou fã), tão prestativo e meigo, o qual gentilmente levava a mim e a minha doce amiga Jamille (também tão amável). A Cândida e Denise que também faziam parte do nosso grupo de estudos. Tão bom estar com vocês, tudo se tornava mais leve. Enfim, a todos os meus companheiros de mestrado. Nossa turma era show.

Por fim, meus agradecimentos à escola, a minha empática diretora Denise Alves, aos estudantes participantes da pesquisa, por terem feito parte do desenvolvimento desse trabalho, a Secretaria de Educação de Pernambuco pela redução parcial de carga horária para realização desse mestrado.

RESUMO

A evolução é o processo de adaptação e mudança dos seres vivos ao longo do tempo, em resposta às alterações ambientais. Esse processo explica a grande variedade de organismos que existem no planeta. Charles Darwin é um dos principais precursores desse conhecimento, sendo considerado um dos cientistas e pensadores mais importantes da história por ter sido o primeiro a oferecer evidências científicas e explicar o mecanismo da evolução das espécies, a seleção natural. A teoria da evolução de Darwin, proposta na obra “A Origem das Espécies”, mudou radicalmente a biologia e a forma como os pesquisadores da época viam o surgimento das espécies. Este tema é abordado durante as aulas de biologia no ensino médio e, em um cenário educacional como o brasileiro, onde o ensino de conceitos evolutivos se mostra desafiador, pela falta de clareza de alguns termos, pelo viés religioso que o envolve, trazendo dificuldades de assimilação pelos estudantes, tornou-se necessário pensar em estratégias que visem o protagonismo juvenil, através do ensino investigativo, promovendo uma aprendizagem mais significativa. Este trabalho, traz o resultado da aplicação de uma sequência didática investigativa (SDI), que aborda os princípios da evolução (seleção natural, adaptação e especiação) e a relação entre esses e a preservação da biodiversidade. O objetivo foi testar a SDI quanto a sua eficácia como facilitadora no processo de aprendizagem. A mesma apresenta algumas etapas práticas como o uso de simulador virtual de seleção natural, trilha investigativa, quiz, visitas a museus virtuais. A pesquisa foi realizada com vinte e dois estudantes de uma turma de terceiro ano da Escola de Referência em Ensino Médio Antônio Inácio em Feira Nova - PE, com idade entre dezesseis e vinte anos, durante o ano de 2024, por meio de participação ativa. O uso de tecnologias ativas trouxe benefícios quanto ao engajamento nas atividades por parte dos participantes da pesquisa. Foi utilizada a análise de conteúdo, conforme a metodologia proposta por Bardin (2011), evidenciando resultado satisfatório no final quanto ao entendimento e percepção de fenômenos evolutivos ligados a seleção natural e adaptação, ajudando o estudante a compreender como esses fenômenos favorecem a formação de novas espécies, e a preservação da biodiversidade, sendo possível perceber um aumento que varia de 27% à 77% de respostas satisfatórias para algumas questões, na avaliação final em comparação com o resultado das mesmas no questionário de sondagem. A partir da análise da relevância curricular, essa pesquisa culminou no desenvolvimento de uma cartilha que pode ser acessada por todos os educadores, que buscam trabalhar conceitos evolutivos de forma lúdica e tecnológica através do link <https://l1nk.dev/hoyvr>. A mesma se destaca, não só por ser uma ferramenta de fácil acesso, mas também por sua capacidade de engajamento, incorporando a descrição de recursos tecnológicos de fácil compreensão e que desenvolve o interesse por parte dos estudantes porque favorece o uso de ferramentas online. Este trabalho parte do princípio de que, por meio da utilização dos recursos tecnológicos associados à autonomia e participação ativa dos estudantes dentro e fora da sala de aula, os temas propostos serão mais facilmente compreendidos.

Palavras-chave: Cartilha, Evolução, Facilitadora, Museu Virtual, Trilha.

ABSTRACT

Evolution is the process of adaptation and change of living beings over time in response to environmental changes. This process explains the wide variety of organisms that exist on the planet. Charles Darwin is one of the main precursors of this knowledge, considered one of the most important scientists and thinkers in history for being the first to offer scientific evidence and explain the mechanism of species evolution—natural selection. Darwin's theory of evolution, proposed in "The Origin of Species," radically changed biology and the way researchers of the time viewed the emergence of species. This topic is addressed during high school biology classes, and in an educational environment like Brazil's, where teaching evolutionary concepts proves challenging due to the lack of clarity of some terms and the religious bias involved, which makes it difficult for students to assimilate them, it has become necessary to devise strategies that aim to foster youth leadership through investigative teaching, promoting more meaningful learning. This work presents the results of the application of an investigative learning sequence (IDS) that addresses the principles of evolution (natural selection, adaptation, and speciation) and their relationship to biodiversity preservation. The objective was to test the IDS's effectiveness as a facilitator of the learning process. It includes practical steps such as the use of a virtual natural selection simulator, an investigative trail, quizzes, and visits to virtual museums. The research was conducted with twenty-two students from the Antônio Inácio Reference High School in Feira Nova, Pernambuco, aged sixteen to twenty, during the year 2024, through active participation. The use of active technologies brought benefits in terms of participant engagement in the activities. Content analysis was used, according to the methodology proposed by Bardin (2011), demonstrating satisfactory results regarding the understanding and perception of evolutionary phenomena linked to natural selection and adaptation. This helped students understand how these phenomena favor the formation of new species and the preservation of biodiversity. A 27% to 77% increase in satisfactory responses to some questions in the final assessment compared to the results of the survey questionnaire was observed. Based on the analysis of curricular relevance, this research culminated in the development of a booklet that can be accessed by all educators seeking to address evolutionary concepts in a playful and technological way through the link <https://l1nk.dev/hoyvr>. It stands out not only for its easy-to-access tool but also for its engaging capacity, incorporating descriptions of easy-to-understand technological resources that develop student interest by encouraging the use of online tools. This work is based on the principle that, through the use of technological resources associated with student autonomy and active participation inside and outside the classroom, the proposed topics will be more easily understood.

Keywords: Primer, Evolution, Facilitator, Virtual Museum, Trail.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Representação comparativa de membros anteriores de diferentes vertebrados..... | 18 |
| Figura 2: Seleção natural segundo Charles Darwin..... | 20 |
| Figura 3: Níveis de organização dos seres vivos..... | 24 |
| Figura 4: Esquema de síntese dos passos de Gil Pérez..... | 30 |
| Figura 5: Fluxograma com as etapas da metodologia da SEI..... | 35 |
| Figura 6: A escala do tempo biológica da evolução..... | 36 |
| Figura 7: Evolução dos cinco reinos a partir de ancestral comum..... | 36 |
| Figura 8: Tabela com resultado do questionário da sondagem..... | 51 |
| Figura 9: Ambiente tropical..... | 52 |
| Figura 10: Ambiente Ártico..... | 52 |
| Figura 11: Escolha da cor marrom como mutação dominante no ambiente tropical..... | 53 |
| Figura 12: Lobos como fator limitante da população no ambiente tropical..... | 53 |
| Figura 13: Predomínio de coelhos marrons na população em ambiente tropical..... | 54 |
| Figura 14: Predomínio de coelhos brancos na população em ambiente ártico..... | 55 |
| Figura 15: Estudante procurando as perguntas durante a trilha..... | 61 |
| Figura 16: Estudante achando as perguntas durante a trilha..... | 61 |
| Figura 17: Pódio do Quiz..... | 63 |
| Figura 18: Relatório Gerado..... | 63 |
| Figura 19: Vista do tour virtual pelo Museu de História Natural em Washington-EUA | 64 |
| Figura 20: Estudante usando óculos de realidade virtual (RV)..... | 65 |
| Figura 21: Estudante usando óculos de realidade virtual (RV)..... | 65 |
| Figura 22: Tabela com o resultado do questionário final..... | 71 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1: Passos e objetivos didáticos na proposta de ensino por pesquisa dirigida (GIL PÉREZ, 1988) | 29 |
| Quadro 2: Perguntas aplicadas na sondagem..... | 37 |
| Quadro 3: Questionário investigativo aplicado durante a simulação do Phet Colorado..... | 39 |
| Quadro 4: Perguntas usadas na trilha e forma de análise..... | 41 |
| Quadro 5: Questionário Aplicado No Final Da Pesquisa - questões sobre adaptação, seleção natural e biodiversidade..... | 46 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO..... | 14 |
| 1.1 OBJETIVO GERAL..... | 16 |
| 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 17 |
| CAPÍTULO 2: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 17 |
| 2.1 O QUE É, O QUE ESTUDA E POR QUE ESTUDAR EVOLUÇÃO..... | 17 |
| 2.2 EVOLUÇÃO E SUA RELAÇÃO ECOLÓGICA..... | 23 |
| 2.3 ORIENTAÇÕES PARA O ENSINO DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA..... | 25 |
| 2.4 PROBLEMAS RELACIONADOS AO ENSINO DE EVOLUÇÃO..... | 26 |
| 2.5 A IMPORTÂNCIA DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO..... | 28 |
| 2.6 SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA..... | 29 |
| 2.7 FUNDAMENTAÇÃO DAS ETAPAS PROPOSTAS | 31 |
| CAPÍTULO 3: ASPECTOS METODOLÓGICOS..... | 33 |
| 3.1 DESENHO DA PESQUISA..... | 33 |
| 3.2 LOCAL E SUJEITOS DA PESQUISA..... | 33 |
| 3.3 RECRUTAMENTO DOS PARTICIPANTES..... | 34 |
| 3.4 ASPECTOS ÉTICOS E/OU AMBIENTAIS..... | 34 |
| 3.5 METODOLOGIA..... | 34 |
| 3.5.1 Diagnose dos conhecimentos prévios dos estudantes com relação a alguns aspectos sobre evolução..... | 35 |
| 3.5.2 Explanação do conteúdo programático..... | 37 |
| 3.5.3 Planejamento e aplicação das atividades de intervenção a serem usadas durante a vivência da sequência didática..... | 38 |
| 3.6 ANÁLISE DE DADOS..... | 47 |
| CAPÍTULO 4: DESCRIÇÃO DO RECURSO DIDÁTICO..... | 48 |
| CAPÍTULO 5: RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 48 |
| 5.1 RESULTADO DA SONDAGEM..... | 49 |
| 5.2 RESULTADO DA APLICAÇÃO DA SIMULAÇÃO DE SELEÇÃO | |

| | |
|--|-----------|
| NATURAL..... | 51 |
| 5. 3. RESULTADO DA TRILHA..... | 57 |
| 5. 4. RESULTADO DO QUIZ..... | 61 |
| 5. 4. RESULTADO DA VISITA AOS MUSEUS VIRTUAIS..... | 64 |
| 5. 5. RESULTADO DO QUESTIONÁRIO AVALIATIVO..... | 67 |
| CAPÍTULO 6: CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 71 |
| REFERÊNCIAS..... | 74 |
| APÊNDICES..... | 81 |
| APÊNDICE 1: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS) | 81 |
| APÊNDICE 2: TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA MENORES DE 7 a 18 ANOS) | 85 |
| APÊNDICE 3: TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MAIORES DE 18 ANOS DE IDADE | 89 |
| APÊNDICE 4: QUESTIONÁRIO APLICADO DURANTE O MOMENTO DE SONDAGEM..... | 93 |
| APÊNDICE 5: QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO APLICADO DURANTE A SIMULAÇÃO DO PHET COLORADO..... | 94 |
| APÊNDICE 6: PERGUNTAS QUE FORAM ABORDADAS NA TRILHA..... | 95 |
| APÊNDICE 7: QUESTÕES DO QUIZ..... | 96 |
| APÊNDICE 8: QUESTIONÁRIO APLICADO NO FINAL DA PESQUISA..... | 100 |
| APÊNDICE 9: CARTILHA COMO RECURSO DIDÁTICO..... | 101 |

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

O tema evolução é algo que sempre trouxe bastante curiosidade aos olhos de quem se debruça nele pois, os eventos que ocorreram ao longo do tempo levam as pessoas a refletirem como tudo teria surgido, numa relação que envolve desde o surgimento da vida até a complexa biodiversidade. Mayr (2005) considera que compreender a evolução é entender a história da vida.

Sendo assim, o estudo da evolução biológica levou alguns cientistas a buscarem uma definição precisa para esse termo. Ridley (2006), destaca que um desses cientistas foi Charles Darwin, o qual descreveu como evolução biológica como “descendência com modificação”.

Trazendo um pouco da história da biologia evolutiva, Brito (2010) evidencia Anaximandro de Mileto, um filósofo grego que, no século VI a.C., o qual, considerou a ideia de que os seres vivos existentes são formados por outros seres mais antigos, através de mudanças contínuas. Outros cientistas que também se destacam são citados por Colley e Fischer (2012), entre eles, Erasmus Darwin (avô de Darwin) e Georges-Louis Leclerc (Conde de Buffon), ao proporem, no final do século XVIII, que as espécies mudavam com o tempo, e Vaiano (2024) faz referência a Jean Baptiste Lamarck como alguém muito influente em relação aos conhecimentos evolutivos.

Segundo Colley e Fischer (2012), Frances Denis Diderot (1713-1784) contribuiu ao afirmar que todos os animais descendem de um organismo ancestral. Esse organismo ancestral teria funcionado como base para o surgimento dos demais animais (Ridley 2004).

Dentre as teorias evolucionistas mais recentes podemos destacar as ideias de Lamarck e Darwin. Lamarck figurou entre os primeiros cientistas a apresentar uma teoria sobre a evolução dos seres vivos, que se firmava em dois pontos principais: a transmissão dos caracteres adquiridos e a lei do uso e desuso. Darwin é considerado o pai da teoria moderna da evolução, afirmando que existem variações entre indivíduos de uma mesma espécie, e que com isso, os indivíduos mais adaptados ao ambiente têm mais possibilidade de sobreviver, deixar descendentes e transmitir, assim, suas características.

Darwin destacou-se como o primeiro cientista a apresentar fundamentos científicos e a explicar o mecanismo que possibilita a evolução, a Seleção Natural. Em 1859, publicou *A Origem das Espécies*, livro que teve grande repercussão e esgotou-se rapidamente. Embora tenha sido bem recebida pela comunidade científica, suas ideias foram rejeitadas por muitos religiosos (Altman, 2015).

Como descrito por Bizzo, Carmo, Martins (2009), Alfred Russel Wallace (1823–1913), também teve sua colaboração. Foi um naturalista, explorador e biólogo britânico, amplamente reconhecido como colaborador da teoria da evolução por seleção natural, assim como Charles Darwin.

As ideias pioneiras de Charles Darwin e Alfred Russel Wallace foram significativamente aprofundadas e enriquecidas por diversas áreas científicas, como a paleontologia, ecologia, genética, biologia molecular, biologia do desenvolvimento, entre outras (Menk, 2024). Essas evidências evolutivas são provas de que as espécies se modificaram ao longo do tempo.

O conjunto de estudos e teorias que abordam a evolução das espécies e a seleção natural, elaborado pelo cientista britânico Charles Darwin, é denominado darwinismo, e se baseia na ideia de que os seres vivos passam por modificações ao longo do tempo e que o ambiente, por meio da seleção natural, atua como um fator que beneficia os organismos mais aptos ao ambiente, elevando suas possibilidades de se reproduzir.

Com o passar dos anos, novos conhecimentos relacionados à genética foram incorporados, complementando a teoria de Darwin com conceitos como as conhecidas leis de Mendel e as descobertas sobre mutações. O neodarwinismo, conhecido também como “Teoria Sintética da Evolução”, emergiu no início do século XX e, até o presente momento, representa a concepção evolucionista mais amplamente aceita.

Esses estudos permitiram compreender como ocorreram as modificações ao longo do tempo e, permitem reconhecerem a importância do pensamento evolutivo na assimilação da relação entre biodiversidade e preservação. Segundo Almeida, Grelle (2024), pensar sob a ótica evolutiva é reconhecer que a continuidade da vida humana depende diretamente da preservação da biodiversidade e do equilíbrio do planeta.

Sendo assim, a biologia evolutiva busca contribuir com a sociedade, atendendo às suas necessidades e oferecendo aplicações que ultrapassam os limites das ciências biológicas. A biologia evolutiva contribui em muitas áreas, como a saúde das pessoas, o cultivo de alimentos, o uso consciente de recursos naturais, a criação de novos produtos, a proteção do meio ambiente e o estudo das diferenças entre os seres humanos (Futuyma, 2002).

A biologia evolutiva é considerada uma linha central que une todas as áreas das ciências biológicas e se estende até certos campos das ciências exatas e das humanas. O progresso de novos conhecimentos atrelados à teoria da evolução ao longo dos últimos 150 anos, não apenas esclarece a diversidade dos seres vivos, mas também oferece uma valiosa oportunidade para promover análises críticas e reflexivas entre seus estudantes (Tidon, 2009).

Diversos problemas dificultam o entendimento e a troca de ideias sobre as informações provenientes do conjunto das teorias evolutivas (Oliveira, Menezes e Duarte, 2017). Uma parte desses obstáculos está ligada à pouca clareza com que os especialistas transmitem os conhecimentos referentes à Teoria da Evolução. Outros obstáculos estão ligados ao uso de conceitos históricos e técnicos da biologia evolutiva, que frequentemente são transmitidos de maneira fragmentada, inadequada ou pouco clara. (Martins; Santos; Coutinho, 2012).

O ensino da evolução encontra muitos desafios, pois envolve ideias que esbarram em questões religiosas, filosóficas e até de compreensão científica. Por isso, abordar esse tema na sala de aula se torna difícil tanto para os professores ao ensinar quanto para os alunos ao aprender (Almeida e da Rocha Falcão, 2005).

Diante disso, Carvalho (1998) destaca a importância da elaboração de sequências investigativas que conduzam o aluno à construção gradual e significativa de conceitos científicos. Essa abordagem propõe a superação da passividade do estudante, colocando-o como agente ativo no processo de aprendizagem, ao integrar o conteúdo à sua realidade e favorecer o desenvolvimento de atitudes e procedimentos por meio da escuta e participação. Atividades investigativas estimulam a autonomia e a cooperação na busca da resolução de um problema de forma ativa nas atividades propostas e, até mesmo, estimula a curiosidade para resolução de problemas do seu dia a dia (Almeida, 2024).

Sendo assim, espera-se que as novas gerações busquem um maior entendimento sobre a complexidade da Evolução e que seus estudos tragam um maior esclarecimento sobre o mecanismo que leva a formação de novas espécies, assim como as possíveis medidas que podem ser tomadas para a manutenção e equilíbrio entre os mais diversos organismos, visando harmonia entre elas e mostrando a importância da simbiose que nos rege.

Pelo exposto, pretende-se nesta pesquisa responder ao seguinte questionamento:
“Uma sequência de ensino poderá contribuir para o melhor entendimento da seleção natural e adaptação no processo de formação de novas espécies visando a preservação da biodiversidade?”

Dessa forma, o Objetivo Geral do trabalho é:

Desenvolver e implementar uma sequência didática, como facilitadora, sobre os princípios da evolução (seleção natural, adaptação e especiação).

Os Objetivos Específicos são:

1. Explorar, utilizando um simulador de seleção natural online, como a ação da seleção natural em populações submetidas a diferentes ambientes podem conduzir ao processo de especiação;
2. Promover a aprendizagem ativa sobre os mecanismos de especiação, a partir de pistas e tarefas investigativas.
3. Avaliar a compreensão dos estudantes sobre os tipos e mecanismos de especiação, analisando sua capacidade de relacionar seleção natural, isolamento reprodutivo, usando um quiz para incentivar a participação ativa.
4. Refletir, a partir da visita virtual a museus, sobre a diversidade biológica como resultado dos processos evolutivos, reconhecendo a importância da preservação das espécies e dos ecossistemas;
5. Desenvolver o olhar investigativo dos estudantes ao explorar museus virtuais;
6. Perceber a relação entre evolução e ecologia visando valorizar a conservação dos ecossistemas e o equilíbrio da vida no planeta;
7. Estimular o estudante a participar da construção do processo de seu próprio ensino-aprendizagem;
8. Avaliar a compreensão dos estudantes antes e após a sequência didática, identificando melhorias na aprendizagem e aprimoramento de conceitos evolutivos (seleção natural, adaptação e especiação).

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O que é, o que estuda e por que estudar evolução?

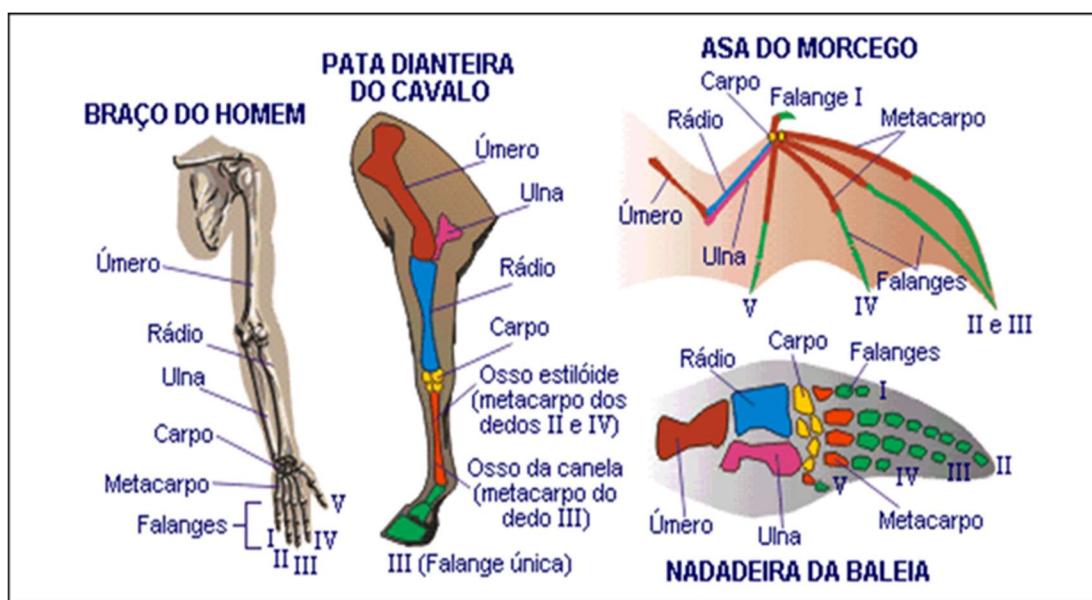
A palavra Evolução é usada para descrever as mudanças nos organismos entre as gerações (Futuyma, 2006). Essas mudanças ocorrem dentro de uma população, em que variações hereditárias se acumulam entre gerações sucessivas (Futuyna, 2009). População é o conjunto de indivíduos de mesma espécie e, nesse contexto, o conceito mais aceito e usado de espécie é o proposto por Mayr (1942), o qual define como um conjunto de seres vivos que se reproduzem naturalmente entre si, gerando descendentes férteis, e que estão reprodutivamente separados de outros grupos.

Existem muitas evidências que apoiam a ideia de evolução e de que as espécies mudam. Elas incluem homologias estruturais, indicando origens comuns; estruturas vestigiais, que são

evidências de modificações que ocorrem ao longo de sua evolução, e evidências moleculares e celulares que mostram semelhanças bioquímicas e genéticas entre variedades de organismos (Futuyma, 2009; Ridley, 2006).

Assim, a evolução oferece uma explicação teórica para a origem e a diversidade da vida na Terra, sustentando que todos os seres vivos descendem de um “ancestral comum”. O conceito de ancestralidade é o princípio unificador da biologia evolutiva, pois há correspondências entre estruturas, fósseis e adaptações (Futuyma, 2009). A figura 1 demonstra claramente evidências estruturantes como a homologia encontrada entre alguns vertebrados.

Figura 1: Representação comparativa de membros anteriores de diferentes vertebrados (homem, cavalo, morcego e baleia), evidenciando a homologia anatômica entre essas estruturas, demonstrando um ancestral comum e constituindo uma importante evidência da evolução biológica.



Fonte:<https://www.educabras.com/aula/evidencias-da-evolucao>. Acesso em 22 de janeiro de 2025 às 15:35

2.1.1 Fundamentos da teoria evolutiva e da teoria sintética da evolução

Como mencionado na introdução, Darwin é o criador da teoria da evolução. Essa teoria, ampliada com os conhecimentos da genética (que estuda a transmissão de características dos pais para filhos), se apoia em três ideias-chave para explicar como a seleção natural e a evolução acontecem. Primeiro existe a variabilidade: dentro de um grupo de seres vivos, cada um é diferente, seja na aparência, no funcionamento do corpo ou no comportamento. Essas diferenças

vêm da variedade nos genes, causada por mudanças e combinações genéticas (Dobzhansky, 1973; Futuyma, 2009). Em segundo lugar, temos a hereditariedade. As disparidades que detectamos podem ser transmitidas para a prole, pois os genes que as codificam estão nos gametas e são transmitidos (Mayr, 2001). Finalmente, os teóricos da adaptação afirmam que indivíduos que possuem certas variações têm mais probabilidade de sobreviver e se reproduzir, especialmente quando as variações os ajudam a sobreviver de forma mais eficaz em um determinado ambiente (Darwin, 1859; Dobzhansky, 1973). Esses princípios juntos formam a Teoria Sintética da Evolução, que explica como a vida se torna diversificada e como ela muda com o tempo.

2.1.2 Adaptação e seleção natural

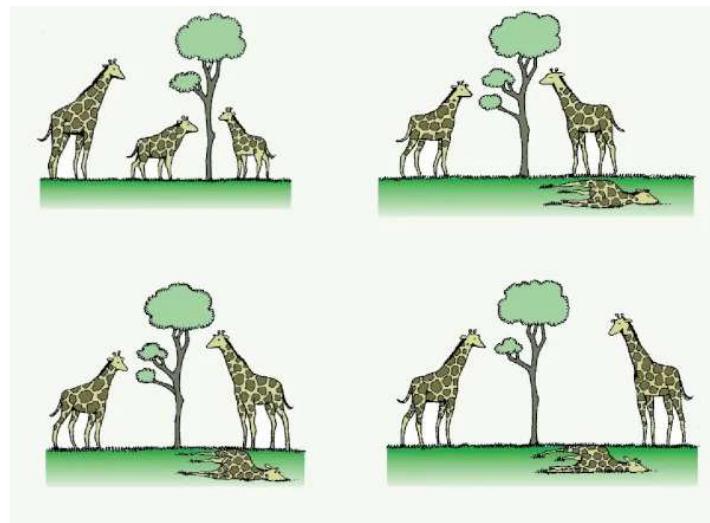
Adaptação é um conceito muito utilizado na evolução e Futuyma (1993, p. 266) descreve as duas formas de conceituar adaptação, como processo e como característica, como podemos evidenciar no fragmento abaixo:

(...) uma adaptação é uma característica que devido ao aumento que confere no valor adaptativo, foi moldada por forças específicas de seleção natural atuando sobre a variação genética. Algumas vezes a palavra se refere ao processo pelo qual uma população é alterada de modo a se tornar mais adequada ao seu ambiente. (...) A análise de adaptações favorece, então, a demonstração de que a característica foi desenvolvida por seleção natural e a especificação da natureza do agente seletivo (ou agentes) que favoreçam o traço.

Darwin (1859) via a adaptação como um dos grandes mistérios das ciências naturais. Sua teoria da evolução por “seleção natural” explica que certas características são vantajosas em ambientes específicos, favorecendo a sobrevivência e o sucesso reprodutivo dos organismos. A seleção natural é a única forma de explicar a adaptação (Ridley, 2006).

Um exemplo clássico é o das girafas, onde indivíduos com pescoços mais longos alcançavam alimento com maior facilidade, sobrevivendo e reproduzindo-se mais. Com o tempo, essa característica tornou-se predominante na população.

Figura 2: Processo evolutivo de adaptação por seleção natural das girafas em resposta à disponibilidade de alimento em árvores de diferentes alturas. Indivíduos com pescoços mais longos obtêm vantagem adaptativa por alcançar folhas mais altas, sobrevivendo e reproduzindo-se em maior número. Com o tempo, essa característica torna-se predominante na população.



Fonte: <https://brasilescola.uol.com.br/biologia/teoria-da-evolucao.htm>. Acesso em 22 de janeiro de 2025, as 16h.

2.1.3 Seleção artificial

Além da seleção natural, há também a “seleção artificial” ou “reprodução seletiva”. Esse tipo de seleção ocorre quando o ser humano faz a escolha, de forma intencional, de características desejáveis com o propósito de repassá-las para as gerações seguintes. O objetivo maior é a melhoria na produtividade, tolerância a enfermidades e melhores padrões estéticos (Moreira, 2015).

Enquanto a seleção natural age sem intervenção humana, promovendo adaptações ao ambiente, a seleção artificial é guiada pela ação humana para desenvolver características específicas (Logo, 2021). Um exemplo clássico dessa prática é observado na agricultura, em que o cultivo milenar de espécies como o milho e as plantas do gênero *Brassica*, possibilitou o surgimento de variedades diferentes de couve, brócolis e repolho, que apresentam um ancestral comum, mas foram desenvolvidas por meio da seleção de características selecionadas pelo ser humano (CROPLIFE, 2021).

2.1.4 Forças Evolutivas

Para que esse processo ocorra, torna-se necessário a participação das forças evolutivas, que são os meios que causam mudanças nas características de uma população ao longo do tempo. Esses meios evolutivos moldam o mundo biológico desde o aparecimento da vida até o seu possível fim, essas forças seguirão promovendo transformações (Russo, 2020). Quatro principais processos são responsáveis pelas alterações nas características dos seres vivos ao longo do tempo: mutações, deriva genética, seleção natural e migração.

Mutação é quando há uma mudança na informação genética do DNA de um ser vivo. Essas alterações podem aparecer espontaneamente enquanto o DNA está sendo copiado ou ser provocadas em decorrência de agentes externos ao organismo, tais como a radiação ionizante e substâncias químicas com potencial mutagênico, capazes de modificar a estrutura do DNA. Do ponto de vista evolutivo, Futuyma (2009) afirma que as mutações só influenciam a evolução quando são herdadas pelas próximas gerações, sendo essenciais porque formam novas variações genéticas dentro de uma população.

A deriva genética, é um processo evolutivo que envolve alterações ao acaso na frequência de alelos dentro de uma população. Essas mudanças não ocorrem por seleção natural, mas sim por sorte ou acaso, especialmente em eventos como catástrofes, migrações ou quando poucos indivíduos contribuem geneticamente para a próxima geração. Ridley (2006) afirma que esse processo é mais intenso em populações pequenas, onde a perda ou fixação de alelos pode ocorrer rapidamente, reduzindo a variabilidade genética. Aos poucos, a ação da deriva genética pode fazer com que certas características desapareçam completamente ou se tornem muito comuns, mesmo sem vantagem adaptativa.

Migrações ocorrem quando indivíduos se comunicam entre populações, transferindo alelos novos, alterando a diversidade genética. Ocorre quando indivíduos se deslocam de uma população para outra, levando consigo seus genes e introduzindo novos alelos (variantes de genes) no grupo receptor. Para Futuyma (2017) esse processo é importante para a evolução porque aumenta a diversidade, reduz diferenças genéticas entre populações, evitando a formação de grupos muito distintos e pode interromper processos de especiação, caso o fluxo gênico seja constante entre duas populações que estavam se diferenciando. Assim, a migração atua como uma ponte genética entre populações e desempenha papel fundamental na manutenção da biodiversidade e na dinâmica evolutiva das espécies.

2.1.5 Espéciação e diversidade biológica

Ridley, 2006 afirma que aparecimento dessas espécies que vai evoluindo com o tempo, a partir de um ancestral comum é chamada de especiação. Para Ridley (2006), ela ocorre quando grupos de uma espécie se isolam reprodutivamente e divergem. Ele também destaca que a especiação é gradual e essencial para a biodiversidade da Terra.

Levando em consideração que todo esse processo está ligado diretamente ao fator tempo, será destacado aqui dois tipos de evolução designadas como “macroevolução” e “microevolução”. Esses dois termos foram sugeridos, em 1927, por Yuri Filipchenko (Mendes, 2010).

Segundo Futuyma (2017), a microevolução diz respeito às variações nas proporções de alelos dentro de uma população ao longo do tempo, ocorrendo normalmente em escalas reduzidas e em períodos relativamente curtos. Essas alterações podem resultar de mutações, seleção natural, deriva genética e migração. O autor ainda destaca que a microevolução é observável em tempo real, como nos casos de bactérias que se tornam resistentes a antibióticos ou em mudanças de cor em populações de insetos.

Já a macroevolução, também de acordo com Futuyma (2006), corresponde aos padrões amplos de mudanças evolutivas que ocorrem acima do nível da espécie, como a origem de novos grupos taxonômicos, extinções em massa e grandes inovações morfológicas. Para ele, a macroevolução é a soma dos processos microevolutivos ao longo de vastos períodos geológicos, mas também pode envolver eventos únicos e raros.

Todos esses processos trazem uma reflexão sobre a quantidade de seres distintos que podem surgir a partir deles, contribuindo para a imensa biodiversidade existente. O termo “biodiversidade”, segundo o dicionário Oxford Languages, é o conjunto de todas as espécies de seres vivos existentes na biosfera; diversidade.

Nesse contexto, Wilson (1992) descreve a biodiversidade como a vasta gama de seres vivos, abrangendo as diferenças nos genes, nas espécies e nos ambientes naturais. A Convenção sobre Diversidade Biológica (1992), um acordo global crucial, define biodiversidade como a amplitude das diferenças entre todos os seres vivos, seja em terra, no mar ou na água, sem esquecer as variações dentro de cada espécie, entre elas e nos ecossistemas. Primack (2006) simplifica a ideia, vendo-a como a união de genes, espécies e ecossistemas numa área específica. Essas abordagens distintas enfatizam a relevância da biodiversidade como um fator chave para a harmonia da natureza e a preservação da vida na Terra.

Dessa forma, a articulação desses diversos conceitos permite compreender a importância do pensamento evolutivo e, segundo Almeida, Grelle (2024), pensar sob a ótica evolutiva é reconhecer que a continuidade da vida humana depende diretamente da preservação da biodiversidade e do equilíbrio do planeta. Sendo assim, a biologia evolutiva busca contribuir com a sociedade, atendendo à suas necessidades e oferecendo aplicações que ultrapassam os limites das ciências biológicas.

A biologia evolutiva contribui em muitas áreas, como a saúde das pessoas, o cultivo de alimentos, o uso consciente de recursos naturais, a criação de novos produtos, a proteção do meio ambiente e o estudo das diferenças entre os seres humanos (Futuyma, 2002).

Em uma era de constantes transformações, a abordagem da evolução no ensino, estimula o pensamento crítico, reflexivo e investigativo dos estudantes, consolidando-a como um dos pilares do currículo de ciências (Bizzo, 1994).

2.2 Evolução e sua relação ecológica

A evolução e a ecologia mantêm uma relação estreita e inseparável. A ecologia está relacionada aos desafios ambientais enfrentados pelos organismos (Odum, 2010), enquanto a evolução corresponde às adaptações desenvolvidas pelas espécies em resposta a essas condições (Mayr, 2005). Um exemplo disso é a interação entre predadores e presas, em que a melhoria das habilidades dos predadores leva ao desenvolvimento de mecanismos defensivos mais eficientes nas presas. Da mesma forma, a relação entre plantas e polinizadores demonstra adaptações recíprocas que resultam em vantagens para ambas as espécies, contribuindo para sua sobrevivência no ambiente (Ricklefs, 2010).

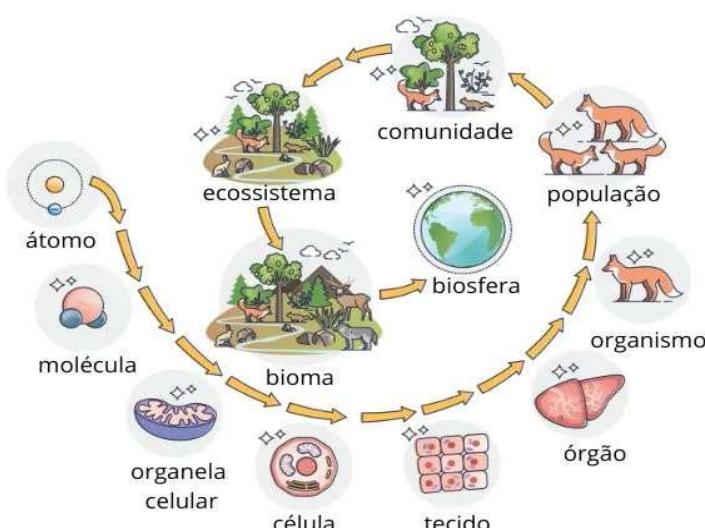
De acordo com Gould (2006), entre os conceitos essenciais das ciências biológicas, a evolução se destaca como o mais relevante, embora ainda seja um dos mais frequentemente mal interpretados. O estudo da evolução é essencial para a compreensão de como as formas de vida existentes atualmente chegaram à sua configuração atual e quais processos biológicos e históricos contribuíram para essas transformações, fornecendo, assim, elementos para a reconstrução da história da vida na Terra.

Como Greenfield (2024) percebeu, o estudo da vida na Terra se referia a uma integração perfeita de evolução e ecologia, que juntas representam as bases da biologia. Elas permitem interpretações da interação dos seres vivos com o ambiente, bem como as transformações das espécies ao longo do tempo. A partir de estudos de múltiplos habitats, como florestas tropicais, e do exame da resposta adaptativa dos organismos às mudanças climáticas, sabe-se que os

mecanismos ecológicos e evolutivos estão profundamente entrelaçados. Isso está semeando as sementes da compreensão na causa raiz do desenvolvimento e manutenção da biodiversidade – os processos naturais que dão origem à variedade e aos padrões de vida na Terra.

Para entender melhor a complexidade entre evolução e ecologia, a figura 3 foi inserida como representação, mostrando a representação dos níveis de organização dos seres vivos, desde as estruturas mais simples, como átomos e moléculas, até os sistemas maiores, como ecossistemas e biosfera. Cada nível mostra a integração e a interdependência entre os componentes da vida, evidenciando a relação entre evolução e ecologia.

Figura 3 - Níveis de organização dos seres vivos desde as estruturas mais simples, como átomos e moléculas, até os sistemas maiores, como ecossistemas e biosfera numa relação de interdependência entre evolução da vida e ecologia.



Fonte: <https://brasilescola.uol.com.br/biologia/ecologia.htm> Acessado em 21 de janeiro de 25 às 17:34

A natureza demonstra uma complexidade da relação entre ecologia e evolução, na qual o desafio ecológico atua como uma força impulsora de alterações evolutivas e as adaptações geradas pelas próprias mudanças, por sua vez, modulam as interações ecológicas, garantindo a sobrevivência e as florestas das espécies em habitats diversos. A ligação entre essas duas ciências oferece uma perspectiva integrada sobre a história da vida e uma compreensão de como as dinâmicas ecológicas e evolutivas estão intimamente ligadas. Os exemplos clássicos (por exemplo, os tentilhões das Ilhas Galápagos e o melanismo industrial), que exemplificaram essa interação ao mostrar como o processo ecológico influencia a evolução e como o efeito evolutivo afeta ainda mais a interação ecológica, revelaram de fato essa dependência mútua. Essa interação contínua destaca a necessidade de considerar a ecologia e a

evolução conjuntamente para explicar os processos que moldam a diversidade biológica ao longo do tempo (Greenfield 2024).

Estima-se que aproximadamente 27.000 espécies, por ano, estão extintas como resultados de atividades humanas, como desmatamento, umidade e mudanças climáticas (Wilson, 2002).

Aprender a teoria evolutiva é uma boa ideia por razões além de apoiar "argumentos" para a conservação da biodiversidade, pois está ligado ao uso "sustentável" (equilíbrio e quantidade de riqueza biótica como está) dos recursos naturais. Segundo Boff (2012), sustentabilidade são modos de vida no planeta, relacionando-se com o meio ambiente e com outros seres humanos de maneira equilibrada, possibilitando a dignidade da vida para todos – gerações presentes e futuras – dados os limites e ciclos naturais da Terra.

Embora variem em complexidade, todas as espécies são permitidas para a manutenção de sistemas naturais saudáveis e para o bem-estar da vida, como os ciclos de carbono e água. Almeida e Grelle (2024) destacam que aumentar nossa compreensão da diversidade biológica, documentá-la e preservá-la pode possibilitar o desenvolvimento de melhores abordagens para enfrentar novas ameaças ambientais, incluindo as mudanças climáticas.

2.3 Orientações para o ensino da evolução biológica

A construção do indivíduo está intimamente relacionada à função da escola enquanto instituição social e educacional. Como espaço de formação, a escola exerce um papel essencial no crescimento intelectual, no desenvolvimento emocional, na socialização e na consolidação dos valores éticos dos estudantes. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017), o documento normativo define as aprendizagens essenciais que todos os estudantes da Educação Básica — incluindo Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio — devem desenvolver. A BNCC é fundamental para garantir uma educação de qualidade, equitativa e alinhada às necessidades atuais da sociedade brasileira, além de orientar as escolas no planejamento curricular para a formação integral dos alunos.

A BNCC apresenta diretrizes específicas para o ensino de Biologia, destacando a evolução como um tema central em seu conteúdo:

“Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis. Ao reconhecerem que os processos de transformação e evolução permeiam a natureza e ocorrem das moléculas às estrelas em diferentes escalas de tempo, os estudantes têm a oportunidade de elaborar reflexões que situem a humanidade e o planeta Terra na história do Universo, bem como inteirar-se da evolução histórica dos conceitos e das diferentes interpretações e controvérsias envolvidas nessa construção.” (BRASIL, 2018, p. 556)

Outro importante documento norteador da educação é o conjunto dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNs), nos quais o tema "Evolução Biológica" está diretamente relacionado à abordagem dos conteúdos de Ciências da Natureza (BRASIL, 2002). Esses parâmetros têm como objetivo estruturar os conteúdos e metodologias dessa etapa de ensino, visando uma formação integral dos estudantes, preparando-os tanto para o exercício da cidadania quanto para a inserção no mundo do trabalho. No que se refere à Evolução Biológica, esse conteúdo é tratado como eixo estruturante para a compreensão da biodiversidade, da origem das espécies e dos processos responsáveis pela transformação e continuidade da vida na Terra.

2.4 Problemas relacionados ao ensino de evolução

O ensino da Teoria da Evolução tem representado, há muito tempo, um desafio significativo para muitos docentes. De acordo com Martins, Santos e Coutinho (2012), diversos fatores dificultam a assimilação e a discussão dos temas abordados pela teoria da evolução. Uma das principais barreiras é a dificuldade que os próprios cientistas da área enfrentam para comunicar de maneira clara e comprehensível o conhecimento sobre a evolução. Também existem obstáculos ligados ao uso de ideias que requerem um conhecimento profundo de aspectos históricos e técnicos particulares da biologia evolutiva.

A compreensão da evolução é fundamental não apenas para os cientistas, mas também para o público em geral. Sem algum conhecimento básico sobre a evolução, torna-se inviável entender a diversidade dos seres vivos do planeta, as particularidades do ser humano, as doenças genéticas e suas possíveis formas de tratamento, assim como o desenvolvimento e os riscos associados às plantas geneticamente modificadas (Mayr 2009).

Muitas aplicações da biologia voltadas às necessidades humanas dependem diretamente do entendimento dos processos evolutivos. Para ele, não há tema mais urgente ou relevante no ensino de biologia do que a divulgação da natureza, das consequências e das aplicações da evolução (Futuyma, 2002).

Outra coisa que os professores podem perceber é que é difícil traçar uma linha entre o conhecimento e a vida real para todos os alunos: aconselha que nem todos aprendem com os modelos pedagógicos tradicionais. Na medida em que essa abordagem tem se mostrado insuficiente para a maioria dos alunos, que possuem um conjunto de estilos de aprendizagem diferentes e, posteriormente, são incapazes de assimilar ou aplicar o conhecimento no cotidiano prático (Felder; Silverman, 1988; Moreira et al., 2024).

Os livros didáticos de Biologia, apesar de seu papel central no processo de ensino-aprendizagem, apresentam diversos problemas apontados por estudiosos da área. Muitos livros ainda mantêm uma visão tradicional de ciência, pouco conectada à realidade social dos estudantes e às discussões contemporâneas da biologia (Castelfranchi e Moraes, 2008).

Alguns estudos, como os realizados por Dias et al. (2020), destacam a relevância do ensino sobre a evolução e, em suas contribuições, afirmam que a pesquisa sobre ensino de evolução biológica demonstrou a importância desse tema no contexto da Educação Básica, pois contribui para que os alunos compreendam outros conceitos. Contudo, foram identificados alguns obstáculos, especialmente a resistência dos estudantes, que se devem considerar religiosos. Em relação aos recursos disponíveis, os livros didáticos são os mais utilizados, mas muitos deles apresentam conceitos de forma fragmentada e carecem de materiais didáticos adequados (Dias et al. 2020).

Visando a melhoria da qualidade do ensino e a relação do conhecimento aplicado a vida cotidiana do estudante, o uso da tecnologia e das metodologias ativas cria pontes entre ensino e aprendizagem significativa (Bacich, Moran , 2018).

O progresso das tecnologias digitais tem influenciado de maneira significativa vários setores da sociedade, incluindo a educação. Dentro do ambiente escolar, as inovações tecnológicas são previstas como instrumentos essenciais para a modernização das práticas de ensino e para a facilitação de uma aprendizagem mais interativa, relevante e centrada no estudante. Lévy (1999) ressalta que as novas tecnologias ampliam os espaços e os tempos de aprendizagem, criando possibilidades de acesso à informação e de interação colaborativa entre os sujeitos envolvidos no processo educativo.

Levando-se em consideração, principalmente o contexto evolutivo, este trabalho busca promover um método facilitador para um melhor entendimento sobre os princípios da evolução (seleção natural, adaptação e especiação) através de uma sequência didática, sendo justificada com base na análise de Sepúlveda, El-Hani (2007), os quais destacam que as mudanças evolutivas adaptativas exercem um papel fundamental no ensino da teoria da evolução por seleção natural. Para os autores, essa abordagem favorece a aplicação do raciocínio selecionista

pelos estudantes, ao mesmo tempo em que apresenta evidências empíricas consistentes da ação da seleção natural. O conceito de adaptação, segundo a perspectiva darwinista, adquire especial relevância social, pois possibilita a compreensão de fenômenos biológicos contemporâneos, como a resistência de bactérias a antibióticos, de pragas agrícolas a inseticidas, e das dificuldades enfrentadas no controle de pandemias. A apropriação desse conhecimento permite que os cidadãos estejam mais preparados para intervir criticamente na formulação de políticas públicas com impactos diretos sobre a qualidade de vida coletiva (Sepúlveda; El-Hani, 2007).

2.5 A importância do ensino por investigação

O ensino por investigação é aquele onde os indivíduos aprendem ativamente, participando de todas as etapas de um aprofundamento científico escolar (Zômpero, Laburú 2012). O ensino por meio da investigação tem se tornado uma abordagem cada vez mais relevante no cenário educacional atual. Segundo Carvalho (2018), essa metodologia cria um ambiente satisfatório para que os alunos desenvolvam habilidades essenciais para o processo científico, como pensar de forma estruturada, argumentar com clareza e embasamento, interpretar criticamente os textos que leem e se expressar por escrito de maneira autoral e coerente.

Além disso, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) confirma a relevância dessa prática. No contexto do Ensino Médio, especificamente na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, o documento enfatiza que as atividades de investigação são fundamentais para promover a autonomia intelectual e o protagonismo dos alunos (BRASIL, 2018, p. 550).

O ensino por investigação é sustentado por cinco pilares centrais: a valorização do protagonismo intelectual dos alunos; a construção do conhecimento que vai além dos conteúdos conceituais tradicionais; a introdução de novas formas culturais no ambiente escolar; a articulação entre as experiências do cotidiano e as práticas educativas; e a promoção da aprendizagem voltada para a transformação social (Sasseron 2018). Gil Pérez (1988) entende que o modelo de ensino por investigação pode ser desenvolvido a partir de uma sequência de etapas bem definidas. Cada uma dessas fases possui objetivos didáticos específicos, os quais são detalhados na proposta de pesquisa dirigida. Essa estrutura é apresentada por Almeida (2024), no Quadro 1, como uma sistematização do processo investigativo aplicado ao contexto educacional.

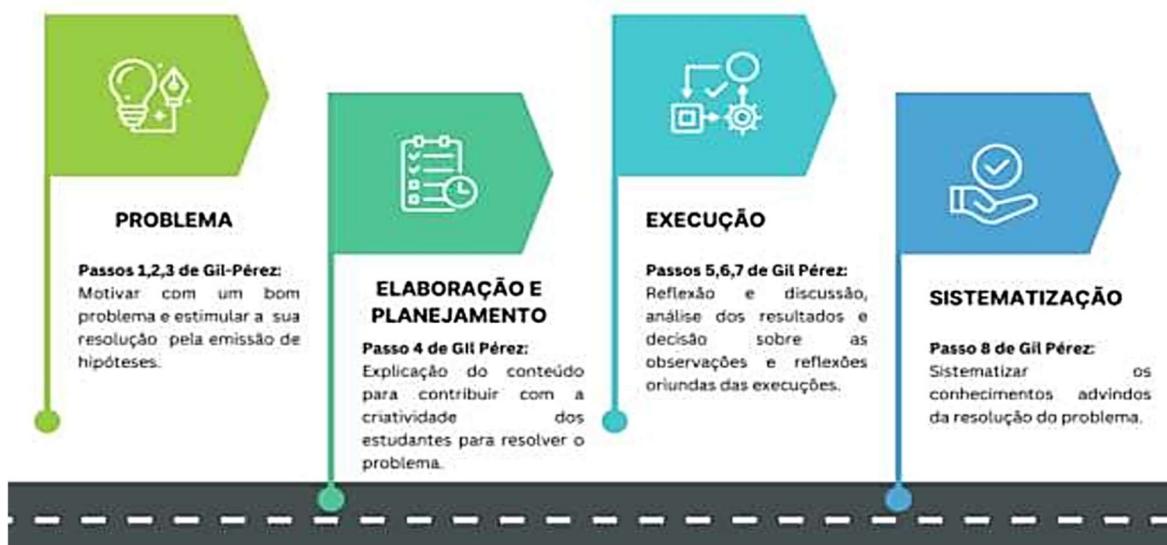
Quadro 1 - Passos e objetivos didáticos na proposta de ensino por pesquisa investigativa (GIL PÉREZ, 1988).

| Passo | Objetivo |
|--|--|
| 1. Considerar qual pode ser o interesse da situação problema abordada; | Motivar os alunos a resolver a situações-problema; |
| 2. Começar por um estudo qualitativo da situação problema; | Resolver a situação-problema de acordo com a sua complexidade; |
| 3. Emitir hipóteses fundamentadas sobre a situação problema; | Realizar inferências sobre as reais condições da situações-problema; |
| 4. Elaborar e explicar possíveis estratégias de resolução antes de executá-las; | Estimular a criatividade dos alunos para resolver a situação-problema; |
| 5. Realizar a resolução verbalizando ao máximo e fundamentando cada tomada de decisão; | Refletir e discutir se as decisões tomadas favorecem a resolução da situação-problema; |
| 6. Analisar cuidadosamente os resultados à luz das hipóteses elaboradas; | Avaliar se a solução obtida é coerente; |
| 7. Considerar as novas perspectivas abertas pela investigação realizada; | Analizar a solução obtida sob diversos pontos de vista; |
| 8. Elaborar uma memória que explique todo o processo de resolução. | Sistematizar os conhecimentos advindos da resolução da situação-problema. |

Fonte: (Gil Pérez, 1988), por Almeida (2024)

Com o objetivo de facilitar o entendimento das etapas propostas por Gil Pérez, Almeida (2024) elaborou um esquema representativo da sequência didática, conforme apresentado na figura 4.

Figura 4: Esquema de síntese dos passos de Gil Pérez, segundo Almeida (2024).



FONTE: Almeida (2024)

No contexto do ensino por investigação, cabe ao professor desenvolver práticas pedagógicas que estimulem os estudantes a resolverem problemas de forma autônoma, promovendo a interação entre os próprios alunos, com os recursos disponíveis e com os conhecimentos previamente produzidos e consolidados (Carvalho, 2012).

2.6 Sequência didática no ensino da evolução biológica

Sequência didática é o conjunto de atividades planejada com o propósito de vivenciar determinado conteúdo, partindo do conhecimento que o estudante já tem sobre esse conteúdo, até uma produção significativa do conhecimento (Zabala, 1998; Dolz et al. 2004).

Conforme citado anteriormente, entender a evolução tornou-se imprescindível ao longo dos anos e alguns métodos, como as “sequências didáticas”, podem ser incorporados durante as aulas dos professores para que a aprendizagem se torne mais atrativa, participativa e, consequentemente, significativa (Moran, 2015).

A sequência didática configura-se como uma estratégia pedagógica relevante para o processo de ensino-aprendizagem. Essa abordagem favorece práticas de natureza construtivista, sendo aplicável desde a Educação Infantil até o Ensino Médio (Santos, 2024). Nesse contexto, é essencial que o estudante participe ativamente das atividades e exercícios mediados pelo professor.

É fundamental que o docente desenvolva estratégias capazes de captar e manter a atenção dos alunos, favorecendo a assimilação dos conteúdos e conceitos previstos nas diretrizes curriculares (Hilário, Souza (2017). Nesse contexto, a Sequência de Ensino por Investigação se apresenta como uma alternativa metodológica eficaz, pois possibilita a construção de um trabalho pedagógico que articule o ensino de Ciências com outras áreas do conhecimento, promovendo a interdisciplinaridade em sala de aula. Os autores também destacam que essa abordagem utiliza procedimentos compatíveis com o processo investigativo, incentivando a participação ativa dos estudantes nas atividades propostas, o que contribui significativamente para a aprendizagem.

De acordo com Amaral (2023), as sequências didáticas constituem ferramentas pedagógicas que podem ser aplicadas em qualquer área do conhecimento, contribuindo significativamente para a organização do processo de ensino em sala de aula. Essa estratégia permite ao docente conduzir o aprendizado de forma progressiva, partindo dos conhecimentos prévios dos estudantes em direção aos saberes que ainda precisam ser construídos. Nesse sentido, a sequência didática se revela um recurso didático valioso para a abordagem de conteúdos complexos, como os mecanismos evolutivos de seleção natural, adaptação e especiação (Bizzo, 2011).

Sob a ótica da pedagogia freiriana, o professor não ocupa o papel exclusivo de transmissor do saber, mas atua juntamente com os alunos na construção do conhecimento. Nessa perspectiva, a relação entre educador e educando transcende a dimensão técnica do ensino, sendo compreendida como uma interação entre sujeitos humanos. Tal abordagem favorece uma aprendizagem mais significativa e transformadora, na medida em que o processo educativo passa a integrar não apenas aspectos cognitivos, mas também sentimentos, pensamentos e ações (LIMA, 2018, p. 155).

2.7 Fundamentação das etapas propostas

A pesquisa foi realizada a partir de uma sequência didática. A mesma apresentou etapas que envolveu o uso de diferentes meios didáticos e alguns recursos tecnológicos ligados ao ensino de evolução biológica, buscando viabilizar uma aprendizagem mais fluida e significativa como o uso de um simulador online de seleção natural, uma trilha investigativa, um quiz avaliativo e a visita a museus virtuais.

2.7.1 Simulador de Seleção Natural

Este momento foi pensado para compreender o conteúdo vivido e a realidade tecnológica dos alunos. Como afirmam Serafim et. al. (2019), o uso de imagens é, muito importante na vida corriqueira dos alunos, caracterizado pela expansão das tecnologias que aceleram a transmissão de informações.

Os simuladores virtuais são meios pedagógicos que possibilitam ao aluno criar habilidades investigativas, sondar hipóteses, promovendo uma aprendizagem relevante e independente (Lima, Chagas, Costa, 2022). Nesse sentido, ao serem utilizados no ensino de biologia, especialmente em temas como seleção natural e evolução, possibilitando a experimentação de diferentes cenários evolutivos.

2.7.2 Trilha

A trilha investigativa é uma estratégia de ensino que visa a aprendizagem por meio da exploração, na busca da resolução de problemas e da investigação orientada. As trilhas investigativas contemplam o raciocínio científico, e posicionam o indivíduo em situações de descoberta e reflexão (Carvalho, 2018).

2.7.3 Quiz

Carvalho (2024) aponta que a incorporação de novas tecnologias no contexto educacional representa uma etapa natural da evolução dos métodos de ensino, caracterizando-se como uma tendência irreversível, visto que os estudantes estão cada vez mais inseridos no uso de dispositivos como computadores, tablets e smartphones, sendo, portanto, mais eficaz transformar essas ferramentas em aliadas do processo pedagógico. Tais recursos possibilitam a personalização do aprendizado, ao identificarem as facilidades e dificuldades de cada aluno, além de promoverem atividades mais dinâmicas e interativas, influenciando significativamente os modelos educacionais.

As metodologias ativas, como os jogos didáticos, podem ser aplicadas em todas as etapas do ensino, inclusive na avaliação, sendo o quiz – entendido como uma sequência de perguntas de múltipla escolha – um recurso que torna esse momento mais eficiente, estimulante e menos exaustivo, contribuindo para resultados mais satisfatórios (Couto, et al. 2023).

2.7.4 Visita à Museus Virtuais

De acordo com Moran (2004), as escolas e os órgãos ligados a educação têm como uma de suas prioridades, nos dias atuais, a organização e flexibilização do currículo. Isso envolve unir o tempo dedicado às atividades presenciais e virtuais, visando integração criativa e inovadora entre esses dois formatos.

As tecnologias da informação e comunicação desempenham um papel mediador em diversas modalidades e níveis de ensino, conforme estipulado pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/1996). Segundo Costa, Brito, Thomé (2022), essas tecnologias são consideradas elementos essenciais na formação dos indivíduos, abrangendo desde a educação infantil até a pós-graduação.

Diante disso, o museu virtual se destaca como um instrumento importante. Henriques (2018) descreve esse ambiente digital como um espaço que utiliza a internet para promover interações museológicas com o público, servindo como um complemento ao espaço físico e fundamentando-se nos princípios de mediação, relação e interação entre o público e o patrimônio cultural.

CAPÍTULO 3: ASPECTOS METODOLÓGICOS

3.1 Desenho da pesquisa

Esta pesquisa foi fundamentada na abordagem qualiquantitativa de campo, transversal, de aspecto descritivo e interpretativo, pois se utiliza de falas, escritas e ações dos participantes para análise dos dados.

3.2 Local e Sujetos da Pesquisa

O projeto foi desenvolvido na Escola de Referência em Ensino Médio Antônio Inácio, localizada no Agreste de Pernambuco, Médio Capibaribe, na cidade de Feira Nova, a Rua Sebastião da Rocha, S/N. A instituição possui um público de 420 estudantes, está no sistema semi-integral de dois turnos, manhã e tarde, além da modalidade EJA fundamental e médio, à noite. O projeto foi desenvolvido com vinte e dois estudantes, com idade entre dezesseis e vinte anos, de uma turma do terceiro ano, no decorrer do ano de 2024, durante as aulas, na disciplina eletiva, intitulada “Viagem pela Evolução” (a mesma possui duas aulas semanais, mas só foi

usada uma aula por semana durante dois meses), que é ofertada durante o horário regular, sem prejuízos aos conteúdos programáticos do currículo por não apresentar conteúdo específico nessa disciplina. Os estudantes que não desejaram participar da pesquisa ficaram livres para responderem atividade de outros componentes curriculares, visto que a eletiva não necessita de nota para aprovação.

3.3 Recrutamento dos Participantes:

As atividades foram desenvolvidas com um grupo de estudantes que, por já terem vivenciado o primeiro ano escolar, haviam tido noções básicas de evolução e que apresentavam um conhecimento prévio. Foram recrutados aqueles que compareceram a apresentação da proposta de atividade do projeto, e que possuíam disponibilidade de tempo para a participação da pesquisa e apresentaram os termos assinados de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), (Anexo 1) e Assentamento Livre e Esclarecido (TALE), para os menores e maiores de 18 anos (Anexo 2) e (Anexo 3), respectivamente.

3.4. Aspectos Éticos e/ou ambientais

A realização da presente pesquisa obedeceu aos preceitos éticos da Resolução 510/16 do Conselho Nacional de Saúde.

A partir da aprovação do Comitê de Ética (CEP) da Universidade Federal de Pernambuco, campus Centro da Vitória de Santo Antão (CAV), nº CAAE 78432924.3.0000.9430.

3.5 Metodologia da Sequência de Ensino Investigativa (SEI)

Para facilitar o entendimento dessa pesquisa, foi construído um fluxograma (figura 4) que cita as etapas da metodologia da sequência didática.

Figura 5: Fluxograma com as etapas da metodologia da SEI



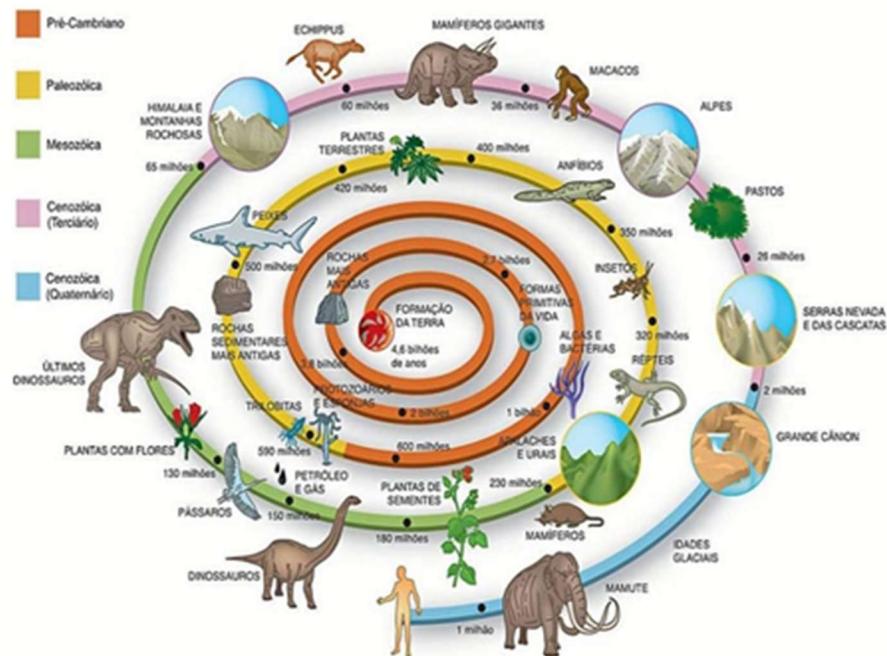
Fonte: Autora (2024)

3.5.1 Diagnose dos conhecimentos prévios dos estudantes com relação a alguns aspectos sobre evolução

3.5.1.1 Elaboração do questionário de conhecimentos prévios

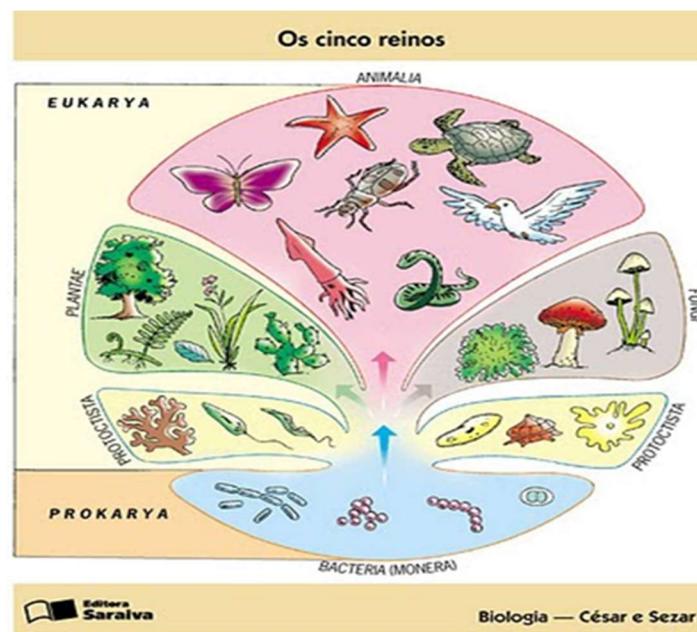
Bastos et al. (2023), afirma que o uso de questionários traz benefícios, por exemplo, para permitir a pesquisa de diferentes aspectos da investigação. No entanto, eles também observam dificuldades na taxa de resposta dos participantes e na representatividade da amostra, além de enfatizar que este instrumento é passível de adaptação de acordo com as necessidades da pesquisa. O trabalho de identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre evolução consistiu na apresentação de um conjunto de imagens (figuras 6 e 7), estimulando a visualização permitindo a reflexão e o relato de suas ideias diante das perguntas propostas, de acordo com o quadro 2 (Apêndice 4).

Figura 6: Escala do tempo biológico da evolução



Fonte:<https://rodriguesdorea.wordpress.com/2020/11/05/os-grandes-eventos-geologicos-do-planeta/>. Acesso em: 28 de janeiro de 2025, às 16:25.

Figura 7: Evolução dos cinco reinos a partir de ancestral comum



Fonte:<https://biologia.hi7.co/atividade-de-biologia-sobre-os-cinco-reinos-de-divisao-dos-seres-vivos-560cbde3cce5d.html>. Acesso em 28 de janeiro de 2025, às 16:47

Quadro 2: Perguntas aplicadas na sondagem

| PERGUNTAS | INSATISFATÓRIO | PARCIALMENTE SATISFATÓRIO | SATISFATÓRIO |
|---|---|---|--|
| 1. Já ouviu falar em evolução biológica? Se sua resposta for sim, diga o que isso significa pra você. | Se responder que NÃO, apenas, ou citar ideia Criacionista | Se responderem SIM, mas sem relacionar com a evolução biológica | Se responderem sim e descreverem conceitos ligados a evolução biológica. |
| 2. Será que o mundo sempre foi igual? | Se responder SIM | | Se responder NÃO |
| 3. Como você acredita que surgiram as diferentes espécies que povoam o planeta Terra? | Se responder que não sabe | Se tiverem a noção, mas sem responder de forma científica. | Se responder evolução de forma clara, cientificamente. |
| 4. Qual a finalidade de ter tantas espécies diferentes? | Se responder que não sabe | Se relacionar apenas a biodiversidade | Se descrever biodiversidade relatando algum objetivo. |
| 5. Para você o que é adaptação biológica? | Se responder que não sabe | Se tiverem apenas a noção de adaptação | Se descrever adaptação biológica de forma simples ou aprofundada. |

Fonte: Autora (2024)

As perguntas foram produzidas com o intuito de fazer o estudante pensar e responder com clareza e simplicidade para facilitar o processo de análise de dados.

3.5.1.2 Aplicação do questionário prévio – Uma aula com duração de 50 min.

Na primeira aula da intervenção os estudantes foram submetidos ao trabalho inicial de identificação dos conhecimentos prévios. Para isso, foi apresentado aos estudantes imagens, com o objetivo de levá-los a pensar sobre elas e consequentemente responderem as questões propostas conforme o quadro 2 deste trabalho. Na ocasião a pesquisadora, após a apresentação das imagens com a ajuda do datashow, entregou o questionário e leu todas as perguntas com o intuito de sanar possíveis dúvidas. Eles foram orientados a responderem de forma individual.

Os estudantes foram orientados a entregarem o questionário respondido logo após o término. Em seguida, pesquisadora analisou as respostas de acordo com os critérios que foram estabelecidos no quadro 2.

3.5.2 Explanação do conteúdo programático. Três aulas de 50 min

A partir daí, foi iniciada a explanação do assunto a partir de slides produzidos pela própria pesquisadora, a primeira e segunda aula contendo as principais teorias e evidências da

evolução até chegar no ponto principal que é a seleção natural, (fazendo comparação entre os trabalhos de Lamarck e Darwin) e na terceira aula, os mecanismos de adaptação para que ocorra o processo de especiação. Todo o conteúdo dos slides foi baseado nos objetos de estudo sugeridos pela matriz curricular de biologia do terceiro ano do Governo do Estado de Pernambuco para o ano de 2024.

A sequência de assuntos ocorreu da seguinte forma: definição do termo “evolução”; principais teorias (Lamarckismo, Darwinismo e Neodarwinismo); Tipos de seleção natural (direcional, estabilizadora e disruptiva); estudo comparado (analogia e homologia); semelhanças embrionárias; órgãos vestigiais; evidências moleculares; fósseis; seleção sexual; Neodarwinismo (mutação, permutação, migração, deriva genética e seleção natural); efeito do fundador; melanismo industrial; anagênese e cladogênese. Reconhecendo o grau de parentesco entre algumas espécies, o surgimento de apomorfias, a manutenção de plesiomorfias ao longo do tempo, assim como uma explanação sobre os principais tipos de especiação (alopátrica, peripátrica, parapátrica e simpátrica).

3.5.3 Planejamento e aplicação das atividades de intervenção utilizadas durante a vivência da sequência didática

3.5.3.1 Planejamento da primeira atividade prática: uso online do simulador de seleção natural.

A primeira atividade prática teve como foco a utilização de um simulador online de seleção natural, com o objetivo de proporcionar aos estudantes uma vivência interativa e dinâmica dos conceitos relacionados à teoria da evolução. A proposta buscou facilitar a compreensão de como a seleção natural atua sobre populações de organismos, promovendo mudanças ao longo do tempo por meio da variação genética e da adaptação ao ambiente.

Utilizou-se o simulador “Seleção Natural”, desenvolvido pela Universidade do Colorado e disponível na plataforma PHET COLORADO (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/natural-selection/about), onde é evidenciada a seleção natural de forma abrangente, pois permite observar a dinâmica populacional de coelhos em diferentes condições ambientais.

A simulação apresenta coelhos de cor branca e marrom, onde tentam sobreviver às variações do ambiente e aos fatores de resistência ambiental. Nessa simulação é possível estudar mutação, genética e seleção natural.

Na mesma plataforma foi encontrado um estudo prático sobre o uso do simulador contendo perguntas para aplicação de uma prática investigativa. As perguntas do quadro 3 (Apêndice 5), de autoria do Prof. Paulo Temoteo, (<https://phet.colorado.edu/pt/activities/7156>), foram usadas durante o uso do simulador, e os estudantes precisaram responder às perguntas presentes no questionário do estudo prático. Essa etapa tem como objetivo consolidar o entendimento teórico por meio da experiência prática vivenciada pelos estudantes.

Essa atividade contempla os objetivos específicos um, seis, e sete dessa pesquisa, descritos na introdução da mesma.

Quadro 3: Questionário investigativo aplicado durante a simulação do Phet Colorado

| | PERGUNTAS | Insatisfatório | Parcialmente satisfatório | Satisfatório |
|--|--|--|---|--|
| PARTE 1: Diante da análise do simulador de seleção natural responda: | a) Qual grupo de coelhos (pelo branco ou pelo marrom) predominou após a chegada dos lobos ao final das cinco gerações? | Se a dupla não responder ou se responder que os beneficiados foram os coelhos brancos. | | Se a dupla responder que foram os coelhos marrons. |
| PARTE 1 | b) Na sua opinião, a cor da pelagem teve influência para a predominância de determinado grupo no ambiente Tropical? Justifique sua resposta. | Se a dupla responder não ou se responder apenas “não” sem a justificativa | | Se a dupla responder “sim” e justificar de acordo com as ideias da seleção natural. |
| PARTE 1 | c) Explique o que você observou durante a simulação. | Se a dupla não explicar nada ou se explicar fora do contexto da seleção natural. | Se relatarem algo relacionado ao processo de seleção natural de forma simples, sem descrever a mutação nem os fatores que estão limitando a população na simulação. | Se relatarem a mutação ocorrida, os fatores limitantes da população e o processo de seleção natural. |
| PARTE 2 Reinicie o simulador e siga as mesmas instruções da questão anterior, modificando apenas o habitat para “Ártico”. | a) Qual grupo de coelhos (pelo branco ou pelo marrom) predominou após a chegada dos lobos ao final das cinco gerações? | Se a dupla não responder ou se responder que os beneficiados foram os coelhos brancos. | | Se a dupla responder que foram os coelhos brancos. |
| PARTE 2 | b) Na sua opinião, a cor da pelagem teve influência para | Se a dupla responder não ou se responder | | Se a dupla responder “sim” e justificar de |

| | | | | |
|----------------|--|--|---|---|
| | a predominância de determinado grupo no ambiente Ártico? Justifique sua resposta. | apenas “não” sem a justificativa | | acordo com as ideias da seleção natural. |
| PARTE 2 | c) Explique o que você observou durante a simulação. | Se a dupla não explicar nada ou se explicar fora do contexto da seleção natural. | Se relatarem algo relacionado ao processo de seleção natural de forma simples, sem descrever a mutação nem os fatores que estão limitando a população na simulação. | Se relatarem a mutação ocorrida, os fatores limitantes da população e o processo de seleção natural. |
| PARTE 3 | Quais são suas considerações sobre o conteúdo de seleção natural, tendo em vista os cenários expostos? | Se a dupla não explicar nada ou se explicar fora do contexto da seleção natural. | Se descreverem a importância da seleção natural, apenas, sem relacionar com a formação de novas espécies. | Se descreverem a importância do ambiente na seleção natural e adaptação relacionando ao processo de formação de novas espécies. |

Fonte: <https://phet.colorado.edu/pt/activities/7156>. Acessado em 27 de janeiro de 2025 às 20:05. (Adaptado)

3.5.3.2 Aplicação da prática a partir do simulador de seleção natural – uma aula com duração de 50 min.

Após a explanação do conteúdo os estudantes foram orientados a fazer uso de um simulador de seleção natural, em seus próprios celulares, através da plataforma “Phet Colorado”, https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/natural-selection/about, com o intuito de entender os processos de adaptação e seleção natural. Após a utilização os estudantes foram orientados a responderem as questões descritas no quando 3. Para esta atividade, os estudantes foram orientados a responderem em dupla. Na ocasião, a pesquisadora leu todas as perguntas para sanar qualquer dúvida quanto aos questionamentos. Logo após a entrega das respostas uma discussão foi criada quanto a contribuição do simulador para um maior entendimento onde os estudantes puderam relatar suas dúvidas que foram esclarecidas durante a aula, assim como descreveram suas conclusões. Ao todo, vinte e dois estudantes participaram dessa atividade. Os questionários foram recolhidos pela pesquisadora para posterior análise.

3.5.3.3 Planejamento da segunda atividade prática: uma trilha estilo, “caça ao tesouro”,

Essa proposta didática foi pensada com a intenção de levar o estudante a aplicar o aprendizado de forma lúdica e a explorar mais os ambientes da escola fora das salas formais de aula. Dessa forma, uma atividade que englobe conhecimento, ludicidade, movimento e espaços abertos se torna desejável para uma aprendizagem significativa e satisfatória, trazendo o aluno à construção do seu conhecimento, fazendo com desenvolva o protagonismo juvenil; ao mesmo tempo em que esta atividade proporciona um desapego, momentâneo, quanto às tecnologias mostrando ao estudante que possível manter equilíbrio entre as diversas ferramentas de aprendizagem.

Seguindo essa linha de pensamento, as perguntas do quadro 4 (Apêndice 6) foram produzidas com a intenção de levar os estudantes a buscarem respostas para os questionamentos de forma conjunta, para isso, foram formados três grupos com sete pessoas cada, disseminando seus conhecimentos entre si, na tentativa de investigar alguns eventos ligados a seleção natural, adaptação e especiação.

As perguntas foram colocadas em caixinhas e guardadas em esconderijos. Uma pista foi colocada na porta da sala, outra junto com a primeira pergunta (escondida em um jardim). A primeira pista levando até o esconderijo da segunda pergunta e vice-versa.

Quadro 4: Perguntas usadas na trilha e forma de análise

| Perguntas | Insatisfatório | Parcialmente satisfatório | Satisfatório |
|--|---|---|---|
| 1ºSe o mundo e as espécies que existem nele não foram sempre da mesma maneira, como eles se modificaram? | Se o grupo não responder, se relacionar com o Criacionismo ou se a resposta não tiver relação com a evolução. | Se a resposta tiver relação com a evolução, mas de forma inconsistente. | Se a resposta tiver relação com a evolução de forma consistente. |
| 2ºVocês pensavam que as diferentes espécies existentes no planeta Terra surgiram como exposto pelo professor? Justifique sua resposta. | Se o grupo não responder ou responder sem apresentar argumentos que justifiquem | | Se o grupo responder e apresentar argumentos que justifiquem |
| 3ºPara vocês, existe alguma relação entre adaptação e evolução por seleção natural? Descreva. | Se o grupo responder “não” ou não responder | Se o grupo responder sim, mas não conseguir relacionar os dois processos. | Se o grupo responder sim e descrever a relação entre os dois processos. |
| 4ºComo vocês explicariam a extinção de algumas espécies e o surgimento de novas? | Se o grupo não responder ou relacionar com algum fenômeno não científico. | Se a resposta tiver relação com a evolução, mas de forma vaga | Se a resposta tiver relação com a evolução, com explicação científica |

Fonte: Autora (2025)

3.5.3.4 Aplicação da trilha - uma aula e meia com duração de 74 minutos

A proposta é uma atividade investigativa através de uma trilha, no estilo caça ao tesouro, onde algumas perguntas foram distribuídas nos jardins da escola, refeitório e quadra poliesportiva (a última pergunta estava acompanhada de chocolates). Essas perguntas foram guardadas em caixinhas que foram escondidas nos lugares descritos acima. Logo após, os estudantes foram orientados a irem achando as pistas que levavam até as perguntas. A medida em que os grupos, dois com sete pessoas e um com oito pessoas, chegavam até a última pergunta eles eram orientados a se dirigir até a área do refeitório para refletir sobre os questionamentos e redigir suas respostas. Ao finalizar as respostas, os estudantes retornaram à sala, onde as respostas foram analisadas e debatidas entre a pesquisadora e os estudantes. Essa atividade visa contemplar os objetivos específicos, dois, seis e sete desta pesquisa, descritos na introdução.

3.5.3.5 Planejamento da terceira atividade: Quiz

O próximo passo foi a criação de um Quiz que tem se consolidado como ferramenta de aprendizado e avaliação, que faz o indivíduo realizar uma atividade com propósito (Silva, et al. 2017) e, para a aplicação do Quiz utilizou-se a plataforma “Kahoot”, pois essa ferramenta oferece suporte tanto a professores quanto a alunos e outros profissionais da educação, contribuindo para a elaboração de conteúdos dinâmicos e, simultaneamente, para a otimização das rotinas pedagógicas dos docentes (Lira 2021).

Dois estudantes monitores foram previamente selecionados pelo professor regente da unidade curricular “biologia”, de acordo com a desenvoltura, interesse pelo assunto e interesse em produzir o Quiz. Eles foram orientados a buscarem dez questões relacionadas ao tema do assunto estudado em sala (seleção natural, adaptação e especiação), de preferência, questões de vestibulares e Enem, com o intuito de testar a aprendizagem dos conhecimentos abordados, principalmente durante a exposição do conteúdo. Os monitores foram instruídos a apresentarem as perguntas a pesquisadora que os orientou quanto a possibilidade de introduzirem ou não as perguntas na produção do quiz. A pesquisadora levou em consideração as questões que envolviam assuntos vivenciados em sala. Após a análise a pesquisadora permitiu que prosseguissem na produção do jogo. As perguntas usadas no quiz estão disponíveis no apêndice 7 dessa pesquisa. Essa atividade, além de contemplar o objetivo geral também visa contemplar os objetivos específicos três, seis e sete dessa pesquisa, descritos na introdução.

3.5.3.6 Aplicação do Quiz - uma aula de 50 minutos

A atividade foi realizada de forma interativa, por meio da plataforma digital Kahoot, acessada por dispositivos móveis. Durante a aplicação, a pesquisadora projetou as perguntas no quadro, e os estudantes responderam individualmente, acessando o endereço eletrônico disponível em <https://create.kahoot.it/share/que-delicia/d5c8b788-2eeb-40f8-ae64-77014870e9e5>.

A atividade consistiu na aplicação de um quiz com o objetivo de revisar e consolidar os conteúdos abordados anteriormente em sala de aula. O quiz conteleve dez questões de múltipla escolha relacionadas ao tema estudado, abrangendo aspectos conceituais e aplicados, com níveis variados de dificuldade. Ao final do tempo estipulado para cada pergunta, aparecia a resposta correta e a pesquisadora aproveitou para fazer comentários sobre cada questão a partir das respostas erradas.

3.5.3.7 Planejamento da quarta atividade: visita à museus virtuais

Com o objetivo de enriquecer o processo de ensino e aprendizagem sobre evolução biológica, foi planejada uma visita virtual ao Museu Nacional de História Natural do Smithsonian Institute, localizado em Washington (EUA), e ao Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (USP). A proposta proporciona aos alunos uma experiência educativa diferenciada, por meio da exploração de acervos científicos de grande relevância, conectando teoria e prática de maneira acessível, interativa e contextualizada.

A atividade tem como foco o aprofundamento dos conteúdos relacionados à origem e diversidade das espécies, fósseis, seleção natural e adaptação ao longo do tempo. Por meio dos tours virtuais oferecidos pelas plataformas digitais dos museus, os estudantes terão a oportunidade de observar réplicas de fósseis, esqueletos de animais extintos, dioramas de habitats naturais e painéis explicativos que dialogam diretamente com os temas discutidos em sala de aula.

O percurso da atividade é dividido em duas etapas. Na primeira, os alunos são orientados a acessar, individualmente ou em duplas, a visita virtual ao National Museum of Natural History([https://naturalhistory2.si.edu/vt3/NMNH/?startscene=21&startactions=lookat\(-61.72,-5.88,120,0,0\);o](https://naturalhistory2.si.edu/vt3/NMNH/?startscene=21&startactions=lookat(-61.72,-5.88,120,0,0);o)), com atenção especial à ala da *Fossil Hall*, onde estão expostas espécies extintas, transições evolutivas e registros paleontológicos que ilustram a transformação das formas de vida ao longo das eras geológicas. A segunda etapa é dedicada à exploração do acervo

digital do Museu de Zoologia da USP (<https://mz.usp.br/pt/exposicao-virtual/>), com foco na biodiversidade brasileira e nas evidências evolutivas presentes na fauna nacional, observando-se as características morfológicas que apontam para processos de adaptação e especialização das espécies.

Vale lembrar que todas as salas de aula da instituição onde ocorreu a pesquisa, apresentavam internet de boa qualidade o que favoreceu uma experiência abrangente e duradoura.

Para essa atividade também foram disponibilizados óculos de realidade virtual (RV), que permitem explorar diferentes formas de interação, buscando otimizar os processos de aprendizagem por meio de dispositivos como controle de movimento e óculos de RV. Para este momento, os estudantes precisam acessar o endereço eletrônico para terem uma experiência completa usando os óculos RV. O endereço é: <https://youtu.be/4N7n77XR27Q?si=7sUy6pzrYthcJzEX>.

Essa atividade, além de contemplar o objetivo geral também visa contemplar os objetivos específicos quatro, cinco, seis e sete dessa pesquisa, descritos na introdução.

3.5.3.8 Aplicação da visita aos museus virtuais - uma aula de 50 minutos

Os participantes foram orientados a entrarem na internet e acessar o endereço, [https://naturalhistory2.si.edu/vt3/NMNH/?startscene=21&startactions=lookat\(-61.72,-5.88,120,0,0\);o](https://naturalhistory2.si.edu/vt3/NMNH/?startscene=21&startactions=lookat(-61.72,-5.88,120,0,0);o), para começar a visita online pelo Museu Nacional de História Natural em Washington/EUA, com o intuito de conhecer o espaço para posterior discussão sobre o que viram, com a intenção de explorar a biodiversidade, fazendo menção a espécies que nunca haviam ouvido falar, descrevendo o que acharam mais interessante e se contribuiu para o aprendizado. Não houve aplicação de questionário. Logo após, os estudantes foram orientados a acessarem o endereço eletrônico, <https://mz.usp.br/pt/exposicao-virtual/>, para viverem a mesma experiência online, no Museu de Zoologia da USP em São Paulo.

Ainda para esta atividade a pesquisadora disponibilizou óculos de realidade virtual (RV) para que os estudantes pudessem ter uma experiência mais realista e motivadora como mostrado na figura. Para isso os estudantes foram orientados a acessarem o endereço: <https://youtu.be/4N7n77XR27Q?si=7sUy6pzrYthcJzEX>.

Após a vivência da visita aos museus virtuais descritos acima, foi dada a oportunidade aos estudantes envolvidos para relatarem a experiência, descrevendo as principais vantagens, identificando até que ponto a experiência contribuiu para formação do estudante.

3.5.3.9 Planejamento do questionário de avaliação

Considerando a dinâmica do ambiente escolar e seus processos avaliativos, é fundamental que a avaliação realizada pelo professor sobre o desenvolvimento dos estudantes nos processos de ensino e aprendizagem possibilite também transformações nas atitudes dos próprios alunos (Arend, Pino, 2017).

A pesquisadora optou pela aplicação de questionário, visto que é um método apropriado em investigações das ciências sociais, o que possibilita a coleta de dados por meio de um conjunto de perguntas em papel e contribui para a recuperação de informações sobre opiniões, experiências vividas e outros diretamente relacionados com a pesquisa (Alves-Mazzotti, Gewandsznajder, 2002).

O questionário final produzido (Apêndice 8), contendo seis questões, onde foram abordados os conceitos de adaptação, seleção natural, biodiversidade e preservação das espécies conforme o quadro 5. Essa proposta didática visou contemplar o objetivo geral da pesquisa, sendo usado como comprovação de que o objetivo proposto foi atingido de forma satisfatória, parcialmente satisfatório ou insatisfatório. Esse momento é de extrema importância, visto que, a partir do resultado deste questionário, atrelado às demais etapas da sequência didática foi obtido o feedback final da pesquisa.

Quadro 5: Questionário aplicado no final da pesquisa - questões sobre adaptação, seleção natural e biodiversidade

| Perguntas | Insatisfatório | Parcialmente satisfatório | Satisfatório |
|--|--|---|--|
| 1º) Como você acredita que surgiram as diferentes espécies que povoam o planeta Terra? | Se responder que não sabe ou ligar ao Criacionismo | Se tiverem a noção, mas sem relacionar de forma clara a evolução. | Se responder evolução de forma clara, cientificamente. |
| 2º) O que é biodiversidade? | Se não responder ou se responder que não sabe. | Se conceituar biodiversidade de forma inconsistente. | Se conceituar biodiversidade de forma clara., científicamente. |
| 3º) O que é adaptação biológica? | Se não responder ou se responder que não sabe. | Se conceituar adaptação de forma vaga, de forma não científica. | Se conceituar adaptação biológica de forma clara., com embasamento científico. |
| 4º) O que é seleção natural? | Se não responder ou se responder que não sabe | Se conceituar adaptação de forma vaga, de forma não científica. | Se conceituar de forma clara, com embasamento científico. |
| 5º) O que é especiação e como ocorre? | Se não responder ou se responder que não sabe. | Se conceituar especiação de forma vaga, de forma não científica. | Se conceituar de forma clara, com embasamento científico. |
| 6º) Como a adaptação e a seleção natural contribuem para o processo de formação de novas espécies e de que forma isso pode ser fundamental para a preservação da biodiversidade? | Se não responder ou se responder que não sabe. | Se descrever fazendo relação ao processo de ajuste quanto as mudanças ambientais proporcionando o aparecimento de novas espécies, apenas. | Se descrever fazendo relação ao processo de ajuste quanto as mudanças ambientais proporcionando o aparecimento de novas espécies e relacionar a preservação da biodiversidade. |

Fonte: Autora (2025)

3.5.3.10 Aplicação do questionário final - uma aula de 50 min.

A pesquisadora iniciou a aplicação com uma conversa falando sobre a importância deste momento para o feedback da pesquisa. Em seguida, foi entregue o questionário de forma impressa contendo as sete questões. Em seguida, todas as perguntas foram lidas para sanar possíveis dúvidas. Logo após, os estudantes foram orientados pela pesquisadora para responderem o questionário de forma individual.

3.5.3.11 Planejamento de uma cartilha como recurso didático

Como produto final da pesquisa, foi elaborada uma cartilha pedagógica, escolhida como recurso didático por sua função informativa e educativa Marteis et al. (2011). A proposta da cartilha é oferecer aos professores um material de apoio, que possa estimular o uso de sequências didáticas em sala de aula, a partir do relato detalhado da experiência aplicada na prática escolar.

Os estudantes participaram ativamente da elaboração do material, uma vez que toda a sequência didática desenvolvida com eles foi descrita na cartilha. Além disso, contribuíram também com a ilustração do material, o que reforça o caráter colaborativo e dialógico do processo pedagógico vivenciado.

3.6 Análise de dados:

A análise dos dados fundamentou-se em uma abordagem qualitativa, conforme a natureza dos instrumentos aplicados e os objetivos propostos (Gil, 2006).

Foi utilizada a análise de conteúdo, conforme a metodologia proposta por Bardin (2011), para interpretar os resultados da sondagem diagnóstica sobre os conhecimentos prévios dos estudantes em relação ao tema trabalhado. Essa análise permitiu categorizar as ideias expressas antes da intervenção pedagógica e, posteriormente, comparar tais concepções com aquelas apresentadas ao final da sequência didática, possibilitando a identificação de mudanças conceituais ocorridas durante o processo.

A atividade de simulação da seleção natural, desenvolvida com a ferramenta interativa PhET Colorado, teve seus resultados analisados por meio da classificação das respostas dos estudantes em três categorias: satisfatórias, parcialmente satisfatórias e insatisfatórias. Esse procedimento possibilitou a mensuração do nível de compreensão demonstrado pelos alunos a partir de critérios previamente definidos.

Em relação à trilha investigativa, com foco na comparação entre os registros iniciais e finais dos estudantes, com o objetivo de identificar indícios de reconstrução conceitual, reorganização de ideias e evolução no processo argumentativo. Da mesma forma, os dados oriundos da aplicação do quiz foram analisados de forma qualitativa, a partir da observação respostas corretas e errada e das justificativas apresentadas, com vistas à identificação dos raciocínios predominantes.

A experiência proporcionada pela visita virtual ao Museu Nacional de História Natural de Washington/EUA foi examinada por meio da análise qualitativa das percepções relatadas pelos estudantes. Buscou-se identificar o grau de engajamento, os vínculos estabelecidos com os conteúdos científicos e os indícios de aprendizagem proporcionados pela imersão virtual no ambiente museológico.

Por fim, os dados coletados a partir do questionário final, composto por questões objetivas e subjetivas, foram analisados de forma a verificar a capacidade dos estudantes de refletir, justificar e comparar os conhecimentos construídos ao longo das atividades. A síntese e organização de toda a metodologia aplicada, bem como dos resultados alcançados, foram sistematizadas e descritas em uma cartilha pedagógica, com o objetivo de disseminar a proposta entre educadores e contribuir para o aprimoramento das práticas pedagógicas voltadas ao ensino de Ciências.

CAPÍTULO 4: DESCRIÇÃO DO RECURSO DIDÁTICO

Desenvolvimento de um produto educacional, no formato de cartilha, a partir da abordagem proposta

Após a análise dos limites e potencialidades a cartilha (Apêndice 9) foi elaborada no Canva contendo os seguintes tópicos: apresentação, considerações iniciais, sequência de ensino investigativa, procedimentos de intervenção, critérios de avaliação e referências. A mesma pode ser acessada pelo link <https://lnk.dev/hoyvr>.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS E DISCUSSÕES

As respostas das atividades foram separadas e classificadas como insatisfatórias, parcialmente satisfatórias e satisfatórias, a depender do grau de conhecimento quanto ao conteúdo abordado. A primeira atividade prática proposta, simulador de seleção natural, foi realizada e em dupla, visando o compartilhamento de ideias. A segunda atividade, a trilha, foi realizada em grupos de sete pessoas, também visando o compartilhamento de ideias. A terceira atividade, quiz, foi realizada individualmente e a quarte atividade prática, visita a museus virtuais, também foi realizada de forma individual, visando o aprimoramento de ideias.

5.1 Resultado da sondagem

Foram analisados os dados de vinte e dois estudantes seguindo os critérios do quadro 2.

Das vinte e duas respostas associadas a primeira pergunta do quadro 2, “Já ouviu falar em evolução biológica? Se sua resposta for sim, diga o que isso significa pra você”, quatro estudantes tiveram respostas consideradas “insatisfatórias”, pois responderam “não”. Vale lembrar que eles veem noções básicas de evolução no ensino fundamental 2, além de ser um tema bastante explorado até mesmo fora do contexto escolar, por isso suas respostas foram consideradas como insatisfatórias. Oito estudantes também tiveram suas respostas classificadas como insatisfatórias, visto que, responderam “sim”, fazendo alusão ao criacionismo, citando “Deus” na resposta. Conforme argumenta Gleiser (2020), o criacionismo não pode ser classificado como uma teoria, uma vez que carece de fundamentação científica e histórica. O físico brasileiro ressalta que tais explicações não atendem aos critérios exigidos pelo conhecimento científico. Dentro das parcialmente satisfatórias, um estudante respondeu “sim” e tentou explicar citando a palavra “bactérias”, fazendo assim alusão à origem da vida. Nove estudantes responderam “sim” de forma satisfatória, pois explicaram com conceitos ligados a evolução biológica e, de acordo com o quadro 2, como exemplificado pela resposta de um dos estudantes, descrita abaixo:

R: “*Sim. É o processo pelo qual as espécies de seres vivos se modificam ao longo do tempo*”.

Para segunda questão do quadro 2, “Será que o mundo sempre foi igual?”, todos os vinte e dois estudantes responderam “não”. Para essa questão, a resposta seria considerada insatisfatória se respondessem “sim”, ou satisfatória se respondessem “não”. Sendo assim, 100% dos participantes da pesquisa apresentaram resposta satisfatória.

Na terceira questão do quadro 2, “Como você acredita que surgiram as diferentes espécies que povoam o planeta Terra?”. Um estudante apresentou resposta insatisfatória, afirmando não saber a resposta. Para mesma pergunta, quatro estudantes responderam “Deus” em alusão ao criacionismo, sendo classificadas também como insatisfatórias. Oito estudantes descreveram processos ligados a evolução, mas de forma confusa, citando bactérias e microrganismos, fazendo alusão a origem da vida sem conseguir explicar de forma clara, mas por tentarem explicar cientificamente, foram classificadas como respostas parcialmente satisfatórias, visto que a maioria dos estudantes chegam no ensino médio apenas com a noção de evolução. Nove estudantes apresentaram respostas satisfatórias por descrever “evolução”

como resposta e apresentarem explicações ligadas a seleção natural, como evidenciada a partir da resposta de um dos estudantes, descrita abaixo:

R: “*Por meio de mutações ocorridas ao longo do tempo.*”

Para quarta questão, “Qual a finalidade de ter tantas espécies diferentes?”. Dos vinte e dois estudantes, três não souberam responder, caracterizando-se como respostas insatisfatórias. Doze estudantes relacionaram a biodiversidade, mas não conseguiram explicar a finalidade dessa biodiversidade, ou seja, como isso contribuía dentro do ecossistema, sendo classificadas como respostas parcialmente satisfatórias. Sete estudantes alcançaram respostas satisfatórias por descreverem a biodiversidade e relacionarem ao equilíbrio das cadeias alimentares. Essa descrição pode ser justificada em Almeida, Grelle (2024) onde destaca que, embora cada espécie tenha sua própria complexidade, todas desempenham um papel crucial na manutenção dos sistemas naturais saudáveis e no funcionamento da vida, como a circulação do carbono e da água, como evidenciada a partir da resposta de um dos estudantes, descrita abaixo:

R: “*Manter o equilíbrio entre as espécies dentro da cadeia alimentar.*”

Para finalizar a sondagem, na quinta questão “O que é adaptação biológica?”. Dois estudantes responderam que não sabiam, e suas respostas foram enquadradas como insatisfatórias. Quinze estudantes responderam de forma parcialmente satisfatória pois demonstraram ter apenas a noção de adaptação, mas não conseguiram relacionar de forma biologicamente clara, como evidenciada a partir da resposta de um dos estudantes, descrita abaixo:

R: “*A maneira que o ser se acostuma com o ambiente.*”

Cinco estudantes descreveram adaptação biológica de forma clara, de acordo com Futuyma (2009), onde descreve que as adaptações biológicas são características que aumentam as chances de um organismo sobreviver e se reproduzir em determinado ambiente. Sendo assim, os sete estudantes tiveram suas respostas classificadas como satisfatórias, como evidenciada a partir da resposta de um dos estudantes, descrita abaixo:

R: “Processo pelo qual os organismos se ajustam ao ambiente para sobreviver e se reproduzir.”

Para simplificar, foi criada uma tabela (figura 8) para melhor visualização dos resultados do questionário de sondagem.

Figura 8: Tabela com o resultado do questionário de sondagem

| QUESTÃO | INSATISFATÓRIA | PARCIALMENTE SATISFATÓRIA | SATISFATÓRIA |
|--|----------------|---------------------------|--------------|
| 1º)JÁ OUVIU FALAR EM EVOLUÇÃO BIOLÓGICA? SE SUA RESPOSTA FOR SIM, DIGA O QUE ISSO SIGNIFICA PRA VOCÊ | 54,5% | 4,5% | 41% |
| 2º)SERÁ QUE O MUNDO SEMPRE FOI IGUAL? | 0% | 0% | 100% |
| 3º)COMO VOCÊ ACREDITA QUE SURGIRAM AS DIFERENTES ESPÉCIES QUE POVOAM O PLANETA TERRA? | 22,7% | 36,3% | 41% |
| 4º)QUAL A FINALIDADE DE TER TANTAS ESPÉCIES DIFERENTES? | 13,6% | 54,5% | 31,9% |
| 5º)O QUE É ADAPTAÇÃO BIOLÓGICA? | 9% | 68% | 23% |

Fonte: Autora (2025)

Pelo que se pôde observar, após a análise geral das respostas é que, a maioria dos estudantes participantes apresentaram respostas consideradas como insatisfatórias e ou, parcialmente satisfatórias, para a maioria das questões, mostrando a necessidade de se trabalhar mais a evolução biológica. Tendo em vista que, o conteúdo em questão é também trabalhado, ainda que de forma mais sucinta, no ensino fundamental dois e durante o estudo da origem da vida no primeiro ano do ensino médio, fica evidente que o tema necessita de ser vivenciado de forma a criar uma memória mais significativa, visto que, uma pequena parte não tenha lembranças de ter ouvido sobre termos básicos ligados ao conteúdo abordado.

5. 2. Resultado da aplicação da simulação de seleção natural

O simulador reproduz uma população de organismos (coelhos), que apresentam variações fenotípicas, como cor, tamanho ou tipo de pelagem. O usuário pode

modificar variáveis como tipo de ambiente (neve, deserto), presença de predadores, disponibilidade de alimento, entre outros.

Os estudantes aqui precisaram usar dois ambientes: um simulando um ambiente tropical e o outro simulando um clima ártico (Figuras 9 e 10).

As perguntas foram primeiro respondidas para o ambiente tropical e seguidas das mesmas perguntas para o ambiente ártico, como mostrado nas imagens abaixo:

Figura 9: Ambiente tropical

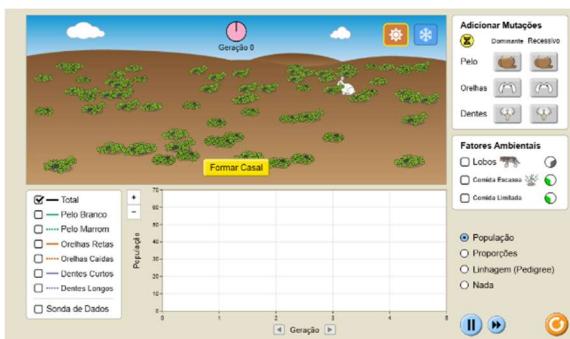


Figura 10: Ambiente Ártico



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/natural-selection/latest/natural-selection_all.html?locale=pt_BR
Acesso em 07 de abril de 2025.

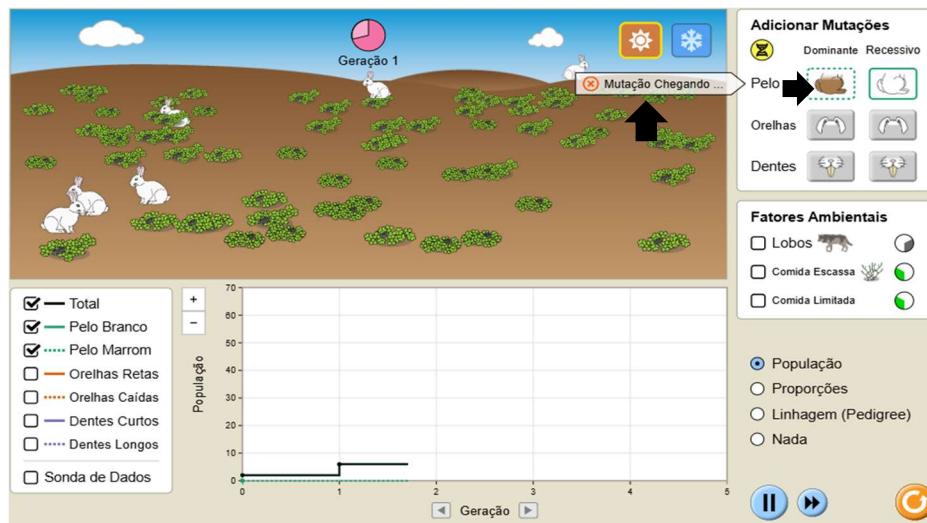
Como forma de explorar a investigação foi usado um questionário de autoria do Prof. Paulo Temoteo, disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt/activities/7156>. As mesmas questões foram abordadas visando a investigação sobre seleção natural. Na ocasião, vinte e dois estudantes se reuniram em duplas para responderem aos questionamentos, portanto, onze duplas foram formadas e os resultados apresentados.

O primeiro ambiente a ser explorado foi o tropical. Nessa plataforma, é possível formar um casal e, a partir dele a prole começa a ser formada. Em alguns segundos o ambiente começa a ficar totalmente ocupado. Essa plataforma permite a inserção de mutações e a forças ambientais que vão regulando a quantidade de indivíduos.

Essa modificação, frequentemente, resulta em transformações no fenótipo, ou seja, nas características visíveis do organismo. A mutação aqui escolhida para o estudo e aplicação das perguntas foi sobre a cor do pelo, se branco ou marrom. O pelo marrom foi escolhido como uma mutação de caráter dominante. Além disso, os estudantes também puderam escolher fatores ambientais limitantes para população. Quanto a esses fatores limitantes, os estudantes foram orientados a selecionarem “lobos” e “comida escassa” na investigação.

A escolha da mutação (figura 11) e os fatores ambientais limitantes (figura 12), podem ser vistos a partir das imagens abaixo com ajuda das setas.

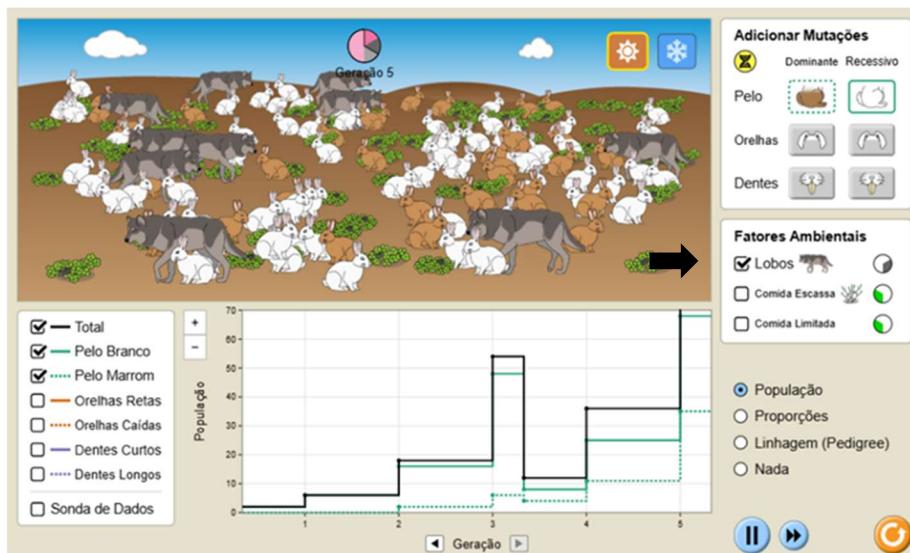
Figura 11: Escolha da cor marrom como mutação dominante no ambiente tropical



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/natural-selection/latest/natural-selection_all.html?locale=pt_BR

Acesso em 07 de abril de 2025.

Figura 12: Lobos como fator limitante da população no ambiente tropical



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/natural-selection/latest/natural-selection_all.html?locale=pt_BR

Acesso em 07 de abril de 2025.

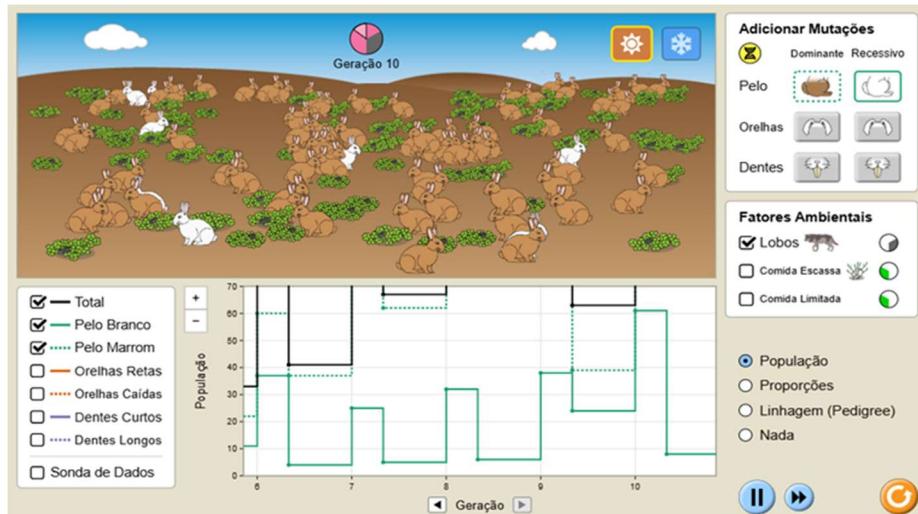
PARTE 1: Ambiente tropical

1º) Depois de analisar a simulação responda:

- a) Qual grupo de coelhos (pelo branco ou pelo escuro) predominou após a chegada dos lobos ao final das gerações?

Resposta: Todas as duplas responderam a cor marrom. Essa resposta foi classificada como satisfatória pois foi a resposta esperada de acordo com o quadro 3. A figura 13 mostra o predomínio de coelhos marrons na população em ambiente tropical.

Figura 13: Predomínio de coelhos marrons na população em ambiente tropical



Fonte:https://phet.colorado.edu/sims/html/naturalselection/latest/naturalselection_all.html?locale=pt_BR

Acesso em 07 de abril de 2025.

- b) Na sua opinião, a cor da pelagem teve influência para a predominância de determinado grupo no ambiente tropical? Justifique sua resposta.

Resposta: Todas as duplas responderam sim e justificaram descrevendo de alguma forma a camuflagem como responsável pelo favorecimento da cor marrom no ambiente tropical. Todas as duplas responderam conforme o que se esperava em relação a percepção em uma análise inicial dentro do conteúdo proposto na simulação. Sendo assim, essas respostas foram classificadas como satisfatórias de acordo com o que se propõe no quadro 3.

- b) Explique o que você observou durante a simulação.

Resultado: Quatro duplas, (36%) delas apresentaram resposta considerada insatisfatória visto que, só descreveram que os coelhos brancos tiveram coelhos marrons e que a cada geração iam tendo mais coelhos marrons que brancos não descrevendo o que provocou esse aumento no

número de coelhos marrons. Uma dupla (9%), descreveu que os coelhos marrons tiveram facilidade em se esconder, diferentemente dos brancos, tendo sua resposta classificada como “parcialmente satisfatória”, pois não conseguiu explicar de forma clara a ligação com o processo de seleção natural, descrevendo apenas, o processo de camuflagem. Seis duplas (55%), além de relatarem a mutação ocorrida na prole dos coelhos brancos, justificaram o aumento dos coelhos marrons e a baixa na quantidade de coelhos brancos citando os fatores que limitavam essa população complementando com a camuflagem, por isso suas respostas foram classificadas como satisfatórias.

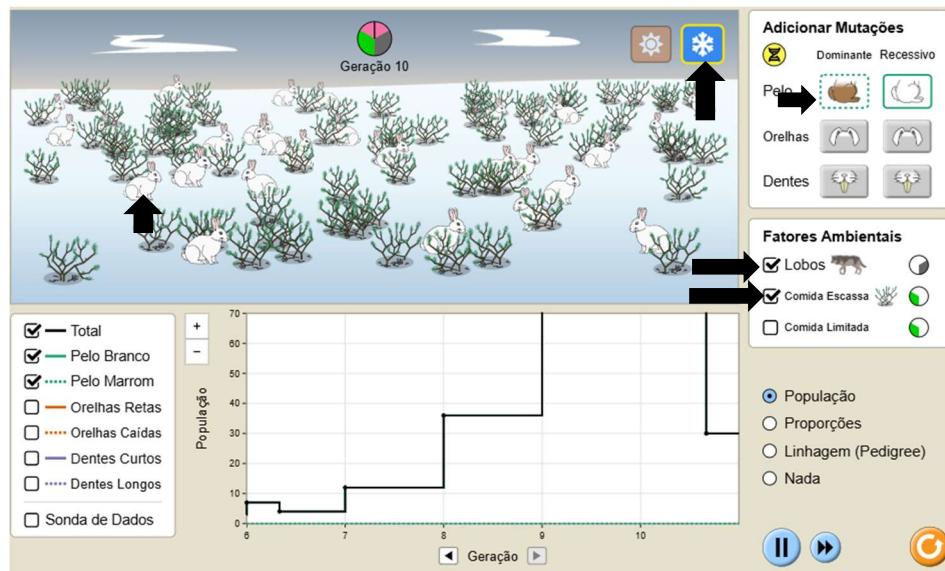
PARTE 2: Ambiente Ártico

1º) Depois de analisar a simulação responda:

- Qual grupo de coelhos (pelo branco ou pelo escuro) predominou após a chegada dos lobos ao final das gerações?

Resposta: Todas as duplas responderam a cor branca. Essa resposta foi classificada como satisfatória pois foi a resposta esperada de acordo com o quadro 3. Sendo a veracidade dessa resposta sendo facilmente comprovada como mostra a figura 14.

Figura 14: Predomínio de coelhos brancos na população em ambiente ártico



Fonte:https://phet.colorado.edu/sims/html/naturalselection/latest/naturalselection_all.html?locale=pt_BR Acesso em 07 de abril de 2025.

b) Na sua opinião, a cor da pelagem teve influência para a predominância de determinado grupo no ambiente tropical? Justifique sua resposta.

Resposta: Todos as duplas responderam “sim” e justificaram descrevendo de alguma forma a camuflagem como responsável pelo favorecimento da cor branca no ambiente ártico. Sendo assim essas respostas foram classificadas como satisfatórias de acordo com o quadro 3.

c) Explique o que você observou durante a simulação.

Resposta: Seis duplas (55%), descreveram a predominância dos coelhos brancos, fazendo alusão aos fatores que limitam a população de indivíduos marrons no ambiente ártico, principalmente o não favorecimento da cor. Essas duplas tiveram suas respostas classificadas como “satisfatórias” obedecendo os critérios do quadro 3. Três duplas descreveram apenas a predominância dos coelhos brancos, tendo sua resposta classificada como “parcialmente satisfatória” tendo em vista que não mencionaram os fatores limitantes da população, os quais foram bastante trabalhados durante a simulação e de extrema importância para que ocorra a seleção natural. Uma dupla relatou que ambos os coelhos tiveram vantagens em habitats que os favoreciam sendo uma resposta incompleta por não ter descrito os processos que levaram a isso, portanto a resposta também se enquadra como parcialmente satisfatória. Uma dupla relatou que os lobos atacaram os coelhos mais escuros, além da rápida reprodução dos coelhos, de uma forma geral, também tendo sua resposta enquadrada nas parcialmente satisfatórias. Ao todo, 45% das respostas foram classificadas como parcialmente satisfatórias.

Sendo assim, a maioria das duplas tiveram suas respostas classificadas em satisfatórias e a outra parte classificada como parcialmente satisfatória, não apresentando respostas insatisfatórias para esse quesito.

PARTE 3: Análise Geral

Quais são suas considerações sobre o conteúdo de seleção natural, tendo em vista os cenários expostos?

Resposta: Duas duplas (18,2%) consideraram a atividade muito importante e, por não apresentarem uma explicação mais detalhada tiveram sua resposta classificada como insatisfatória (Quadro 3). Cinco duplas (45,4%) relataram que a atividade foi importante para

entender a importância do ambiente e que ele pode definir o futuro da população, ajudando na sobrevivência daqueles com características mais vantajosas para o ambiente onde estão inseridos e essas respostas foram classificadas como parcialmente satisfatórias. Quatro duplas, (36,4%) ainda completaram citando que esse processo pode agir na formação de uma nova espécie, sendo suas respostas classificadas como satisfatórias (Quadro 3).

Pela análise geral dos resultados, a maioria dos estudantes apresentaram respostas satisfatórias para essa atividade, provando que essa é uma ferramenta exitosa para um melhor entendimento sobre “seleção natural”. Ao final da atividade de simulação, foi perguntado o que eles acharam da aula os relatos foram positivos, destacando o fato de ter sido uma aula diferente que iria ficar guardada na memória.

Foi perguntado ainda se os estudantes procuravam atividades parecidas na internet com o propósito de buscar mais aprendizado e, maioria respondeu que não. Isso nos faz refletir sobre o que diz Costa (2022) observa que as tecnologias apresentam requisitos essenciais para o desenvolvimento pessoal, abrangendo desde a educação infantil até a formação superior e pós-graduação. Essa realidade provoca uma reflexão nas práticas pedagógicas dos professores, que enfrentam o desafio de mudar a vida de muitos alunos por meio do uso consciente e pedagógico das ferramentas tecnológicas disponíveis, promovendo uma aprendizagem mais significativa.

Nesse contexto, Abraham, Meir, Perry (2009), avaliaram estudantes quanto ao entendimento da seleção natural e, a partir de seu trabalho, destacam que alguns conceitos mal interpretados podem ser resolvidos com o uso de simuladores.

Durante essa atividade, foi possível perceber um grande entusiasmo dos estudantes ao notarem que podiam aprender de uma forma diferente usando mecanismos da internet desconhecidos por eles, até então. Dessa forma, subentende-se que seria desejável que os professores fizessem uso de mais ferramentas tecnológicas para envolver os estudantes nas aulas, dialogando diretamente com a realidade cotidiana dos jovens. Os estudantes passam muito tempo ociosos na internet com coisas que, muitas vezes, não trazem aprendizado relevante para sua formação.

5. 3. Resultado da trilha

Foram analisados os dados de vinte e um estudantes seguindo os critérios do quadro 4. As respostas das atividades individuais foram separadas e classificadas como insatisfatórias, parcialmente satisfatórias e satisfatórias, a depender do grau de conhecimento quanto ao conteúdo abordado. Durante a trilha foram aplicadas 4 perguntas que foram distribuídas em um

percurso(trilha) na escola aos três grupos, denominados A, B e C, dois grupos com sete integrantes e um com oito integrantes. As respostas de cada grupo diante das questões levantadas foram:

1^a Pergunta - Se o mundo e as espécies que existem nele não foram sempre da mesma maneira, como eles se modificaram?

Resposta dos grupos A, B e C.

- A- Foram se adaptando ao ambiente em que vivem. Aqueles que não se adaptaram eram eliminados pela seleção natural.
- B- Se modificaram de acordo com a adaptação ao ambiente, reprodução e sobrevivência.
- C- Através das evoluções que ocorreram ao longo dos anos nas espécies.

Deve-se levar em consideração que a trilha foi aplicada após a explanação do conteúdo, e, sendo assim, foi possível evidenciar que dois grupos frisaram a adaptação em suas respostas para justificar o processo de modificação das espécies. Além disso, um dos grupos (A) citou, de forma direta, o processo de seleção natural como mecanismo de eliminação sendo classificada como resposta satisfatória, enquanto o grupo (B) também descreveu esse mesmo processo mais de forma indireta, sendo classificado como parcialmente satisfatório. O outro grupo(C), teve sua resposta classificada como parcialmente satisfatória, visto que, mesmo citando a evolução como mecanismo para modificação não conseguiu obter uma resposta tão consistente quanto os outros grupos. Sendo assim, esse resultado demonstra que o objetivo esperado após a explanação do conteúdo foi alcançado pela maioria dos estudantes que participaram da trilha.

Nessa atividade, fez-se necessário chamar a atenção dos estudantes para o fato de só a seleção natural ser citada agindo como força evolutiva, dando a ideia de ser exclusiva e, de acordo com Meyer, El-Hani (2005), a seleção natural é a força que mais atua numa população, mas não a única e, após a análise dos resultados, foi necessário relembrar as demais forças evolutivas.

2^a Pergunta – Vocês pensavam que as diferentes espécies existentes no planeta surgiram como exposto pela professora? Justifique sua resposta.

Resposta dos grupos A, B e C.

- A- Não. Surgiu pelo criacionismo, pois acreditamos que Deus criou todas as coisas.
- B- Sim. Através do processo de evolução das espécies, suas mutações e adaptações, contribuindo para sua evolução.
- C- Sim. Ao longo da explicação da professora podemos confirmar alguns pensamentos e entender melhor sobre o assunto.

Dentre as respostas para essa pergunta podemos perceber que o grupo A mencionou que não imaginava que as diferentes espécies haviam surgido como descrito durante a explanação do conteúdo evidenciando o criacionismo como ideia primária. Quando comparamos com a resposta da primeira questão podemos perceber que houve uma mudança quanto ao pensamento criacionista, o que sugere uma nova formulação de ideias. A resposta foi classificada de acordo com o quadro 4 como insatisfatória, visto que relacionou com o criacionismo e, segundo já foi mencionado na análise da sondagem, não tem valor científico. O grupo B demonstrou que já tinha uma certa ideia quanto ao surgimento de novas espécies como exposto da explanação do conteúdo, sendo sua resposta classificada como satisfatória. Já, o grupo C relatou ter conseguido confirmar algumas ideias que eles já possuíam sobre o assunto, mas não citaram quais e, por terem respondido, sua resposta foi classificada como insatisfatória. Sendo assim, A e C apresentaram resposta insatisfatória, enquanto B apresentou desempenho satisfatório de acordo com o quadro 4.

3^a Pergunta – Para vocês, existe alguma relação entre adaptação e evolução por seleção natural? Descreva.

Resposta dos grupos A, B e C.

- A- Sim, aqueles que não se adaptam são eliminados pela seleção natural.
- B- Sim, pois é necessário o ser se adaptar para que ocorra a evolução.
- C- Sim, a adaptação refere-se às mudanças em organismos de uma mesma espécie, aumentando sua capacidade de sobrevivência que surgem através da seleção natural, ocorrendo a evolução.

Nota-se que os três grupos apresentaram respostas classificadas como satisfatórias pois responderam sim e conseguiram descrever a relação entre os dois processos. Mas é importante ressaltar que dois grupos careceram de uma resposta mais abrangente. A resposta do grupo A foi a mais direta. O grupo B faltou evidenciar a relação com a seleção natural. Já o grupo C foi

o que apresentou uma resposta mais satisfatória, conseguindo fazer uma correta relação entre a adaptação e a evolução por seleção natural. Essa resposta está ligada a ideia de Futuyma (1993) define adaptação como o processo pelo qual uma população sofre modificações que a tornam mais apta a sobreviver em seu ambiente. Para ele, o estudo das adaptações possibilita evidenciar que determinada característica surgiu por meio da seleção natural.

4^a Pergunta – Como você explicaria a extinção de algumas espécies e o surgimento de novas?

- A- As que foram extintas sofreram a seleção natural, possibilitando o surgimento de novas espécies.
- B- A seleção natural, que consiste na relação dos organismos mais aptos a sobrevivência se desenvolverem em determinado ambiente.
- C- A partir da mudança climática, adaptação, manutenção da biodiversidade, competição entre as espécies, exploração humana, dentre outros.

Analizando as respostas foi possível perceber que todos os três grupos obtiveram respostas classificadas como satisfatórias, visto que relacionaram a extinção de algumas espécies e o surgimento de novas com a seleção natural. Apenas um grupo fez menção as mudanças climáticas e exploração humana, sendo, portanto, considerada uma resposta muito mais abrangente apresentando uma maior sensibilidade quanto ao assunto.

Ao final da trilha os estudantes foram consultados quanto a relevância desse momento no tocante ao seu aprendizado, relatando que as perguntas não foram tão fáceis de responder porque necessitou do apoio conjunto dos colegas, onde cada um dos integrantes colaborou com os conhecimentos adquiridos durante a explanação e com conhecimentos de seus estudos em outros ambientes de aprendizagem. Apontaram também a importância de sair das quatro paredes e se movimentar um pouco, uma vez que, por serem estudantes do sistema de referência integral, passam muito tempo em sala só absorvendo conteúdos de vários professores que entram e saem a cada cinquenta minutos. Eles relataram que aquela atividade os levou a pensar melhor sobre o assunto abordado.

A partir da vivência dessa atividade, é comprovado que esses espaços de aprendizagens fora da sala, atrelados ao contato mais profundo com pessoas é de extrema valia para se desenvolver indivíduos psologicamente mais saudáveis. As figuras 15 e 16, evidenciam esse momento.

Figura 15: Estudante procurando as perguntas durante a trilha



Fonte: Autora (2024)

Figura 16: Estudante achando as perguntas durante a trilha



Fonte: Autora (2024)

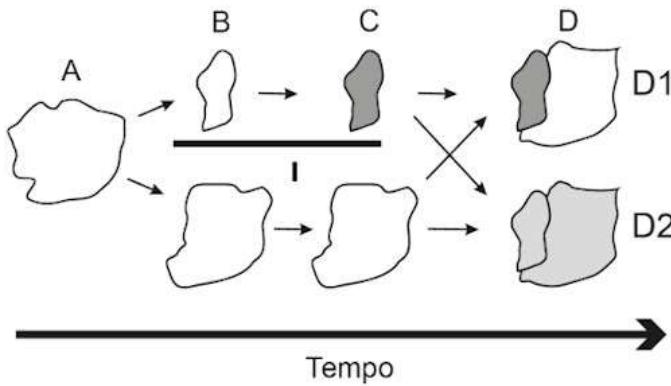
5. 4. Resultado do Quiz

Essa atividade teve o caráter de avaliar o aprendizado em relação a seleção natural e adaptação no processo de formação de novas espécies. Vale lembrar que o conteúdo foi vivenciado durante a explanação e para a aplicação dessa atividade foram usadas dez perguntas de provas externas (Exame Nacional do Ensino Médio-ENEM e vestibulares) selecionadas por dois alunos monitores.

Por ser um jogo e envolver disputa, esse momento trouxe muito interesse por parte dos estudantes que relataram que gostam muito desse formato de atividade. O jogo conteve questões sobre processos abrangendo as teorias evolutivas e especiação. Todas as questões trabalhadas em anexo no apêndice 4 dessa pesquisa, mas duas das questões serão evidenciadas aqui a título de exemplificação.

A questão sete do Apêndice 7 é evidenciada como uma das questões onde a maioria, dos estudantes (93%) conseguiu acertar, mostrando assim que parte do objetivo inicial para o que se esperava em relação ao aprendizado sobre “especiação” foi alcançado. A questão está evidenciada abaixo:

“(Enem 2020) Uma população (momento A) sofre isolamento em duas subpopulações (momento B) por um fator de isolamento (I). Passado um tempo, essas subpopulações apresentam características fenotípicas e genotípicas que as distinguem (momento C), representadas na figura pelas tonalidades de cor. O posterior desaparecimento do fator de isolamento I pode levar, no momento D, às situações D1 e D2.”



A representação indica que, no momento D, na situação

- a) D1 ocorre um novo fator de isolamento geográfico.
- b) D1 existe uma única população distribuída em gradiente.
- c) D1 ocorrem duas populações separadas por isolamento reprodutivo.
- d) D2 coexistem duas populações com características fenotípicas distintas.
- e) D2 foram preservadas as mesmas características fenotípicas da população original A.”

Na ocasião o estudante precisava identificar o que estava acontecendo no momento D, na situação e marcar a opção correta entre as alternativas disponíveis.

Já, a questão seis do apêndice 4, retirada do endereço: <https://quizlet.com/br/867062910/especiacao-flash-cards/>, foi diagnosticada como uma das questões onde a maioria dos estudantes (71%) não conseguiu acertar.

Para uma melhor visualização, a questão está evidenciada abaixo:

“(UFRS) Leia as seguintes afirmações sobre a especiação geográfica.

I – Para que ocorra a formação de uma nova espécie, é necessário o isolamento reprodutivo, seguido pelo isolamento geográfico.

II – As populações geograficamente isoladas sofrem alterações nos seus conjuntos gênicos, o que pode conduzir à formação de uma nova espécie.

III – A barreira que leva ao isolamento geográfico pode ser física ou etológica.

Quais são corretas?

- A) Apenas I.
- XB) Apenas II.
- C)Apenas IeIII.
- D) Apenas II e III.
- E) I, II e III.”

Analizando as duas questões (sexta e sétima do Apêndice 7) discutidas aqui, pode ser notado que ambas apresentam conteúdos com a mesma temática sobre especiação. Em conversa com os estudantes, alguns alegaram que conseguiram acertar a questão sete com ajuda da figura, outros afirmaram que, na sexta questão, expressão como “conjunto gênico”, fez com que alguns apresentassem dúvida. Isso evidencia que muitos estudantes, mesmo sabendo do conteúdo, ainda se sentem inseguros com algumas expressões que podem surgir nas questões, levando-os à incerteza, provocando o erro.

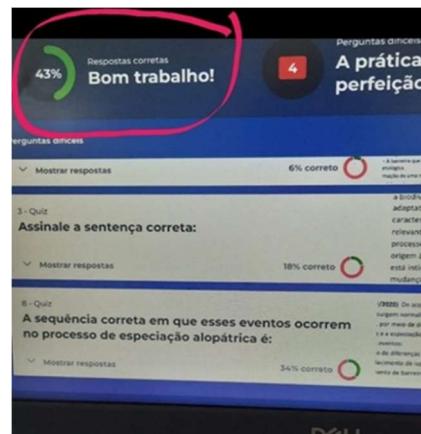
Ao final dessa atividade um pódio foi gerado, conforme a figura 17 sendo possível conhecer o estudante vencedor do jogo. Esse momento foi bastante esperado por todos aqueles que estavam engajados. Um relatório também foi gerado, conforme a figura 18, mostrando o resultado geral dos participantes. Na imagem podemos ver que a média geral de acertos foi de 43%, o que não é bom, mas a análise feita após cada questão ajudou os estudantes a reconhecerem onde erraram e, como o próprio jogo afirma, a prática leva a perfeição.

Figura 17: Pódio do Quiz



Fonte: Autora (2024)

Figura 18: Relatório gerado



Fonte: Autora (2024)

Os estudantes também foram consultados quanto à sua compreensão sobre o nível de importância da atividade proposta para compreensão, fixação e autoavaliação dos conhecimentos adquiridos. Os estudantes, afirmaram que outros professores já utilizavam esse tipo de ferramenta como proposta de aprendizado em outras disciplinas e que ela é sempre bem-vinda pois os leva a reconhecer o nível de conhecimento, criando memórias e a disputa por si só já traz o desejo de participação na atividade.

O Quiz, foi um momento de bastante descontração pois os estudantes tiveram um tempo pré-estabelecido para responder, deixando-os eletrizados. Esse tipo de teste também simula o tempo gasto para que possam responder com eficiência durante algumas provas externas, por

exemplo, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), onde o estudante precisa ser ágil pois também tem um tempo pré-estabelecido para poder concluir todas as questões. O fato de apresentar quem estava em primeiro lugar, também gerou uma expectativa em relação a responder corretamente e de forma mais rápida “para não passar vergonha”, segundo eles. No final, o primeiro lugar do pódio foi premiado.

Sendo assim, é possível perceber que esse tipo de atividade vai muito mais além de busca por conhecimento, mas também ajuda o estudante a entender que há momentos na vida onde a disputa será uma realidade. Essa atividade contemplou e alcançou o objetivo geral dessa pesquisa, assim como os objetivos específicos um, dois, três, quatro e cinco com êxito.

5. 4. Resultado da visita aos museus virtuais

Como resultado dessa atividade faremos um relato do momento vivido, pois o intuito aqui foi de levar os estudantes a uma experiência que os levassem a visitar outros lugares sem sair da sala de aula. Rapidamente foi possível perceber o entusiasmo, pois mais uma vez estavam podendo usar seus aparelhos celulares em uma atividade na sala de aula.

Ao iniciar o passeio pelos museus, os estudantes puderam compreender a importância do momento. Eles estavam agora entrando e conhecendo alguns museus virtuais e a maioria, cerca de noventa por cento dos participantes da pesquisa, relatou que nunca havia tido essa experiência. A professora inicialmente orientou através do datashow e, em seguida eles foram fazendo suas descobertas. A imagem abaixo (figura 19) ilustra o início do tour pelo Museu de História Natural em Washington-EUA.

Figura 19: Vista do tour virtual pelo Museu de História Natural em Washington-EUA.



Fonte: [https://naturalhistory2.si.edu/vt3/NMNH/?startscene=21&startactions=lookat\(-56.04,-18.86,120,0,0\);](https://naturalhistory2.si.edu/vt3/NMNH/?startscene=21&startactions=lookat(-56.04,-18.86,120,0,0);)

Acesso em 27 de agosto de 2025, às 10:42

Durante toda atividade foi perceptível o entusiasmo com as descobertas e seus compartilhamentos. Quando uma peça do museu chamava a atenção eles podiam aproximar a imagem da legenda com informações sobre ela. No caso do museu de Washington, a legenda estava em inglês e eles abriam uma outra página na internet para traduzir. Esse momento se tornou ainda mais abrangente, visto que, além de ter alcançado os objetivos propostos, pôde também proporcionar uma interdisciplinaridade linguística.

Os estudantes também foram levados a ter uma experiência com realidade virtual (RV) através de óculos (RV) e, segundo Velasco (2022), a realidade virtual é um espaço no qual o usuário pode se colocar, dando a impressão de estar realmente presente, embora na verdade seja apenas uma simulação. Essa tecnologia provoca efeitos visuais e sonoros, possibilitando uma compreensão completa do ambiente.

Conforme Melo, Reis (2024), a Realidade Virtual permite criar simulações de cenários complexos, proporcionando ao estudante uma experiência similar à realidade, o que contribui significativamente para o aprendizado. Já segundo Jaime, Leonel (2024), essa tecnologia estimula o envolvimento dos alunos, tornando mais acessível a compreensão de conteúdos abstratos por meio de recursos visuais e sensoriais. Sendo assim, os participantes da pesquisa foram convidados a acessarem dois vídeos através do link <https://youtu.be/4N7n77XR27Q?si=7sUy6pzrYthcJzEX>, onde puderam ter uma noção da sensação de estar em um ambiente de realidade virtual.

Durante o uso dos óculos, os estudantes falavam alto “olha que baleia enorme”, gritavam, apontavam e, toda essa reação já foi suficiente para evidenciar a importância dessa atividade para uma aprendizagem significativa. As figuras 20 e 21 representam esse momento.

Figura 20: Estudantes usando os óculos de realidade virtual.



Fonte: Autora (2024)

Figura 21: Estudantes usando os óculos de realidade virtual.



Fonte: Autora (2024)

Logo após, os estudantes foram consultados sobre a sensação dessa experiência a importância para o aprendizado deles e o que achavam da importância dessa atividade para o aprendizado de outros estudantes. Como foi em uma conversa conjunta as opiniões foram descritas de uma forma geral onde a maioria expressou o mesmo sentimento. As principais respostas estão enumeradas abaixo:

- 1-Muito legal e diferente;
- 2-Motiva o estudante porque nos aproxima das tecnologias;
- 3-Conseguimos enxergar as peças de vários ângulos;
- 4-Permite uma melhor compreensão dos objetos de estudo;
- 5-Nos aproxima de lugares que podem ser difíceis de irmos até o local fisicamente;
- 6-Pode ser acessado a qualquer momento e não só na escola possibilitando uma experiência mais exploratória;
- 7-Oferece muitas possibilidades de aprendizes não tradicionais;
- 8-Facilitou o aprendizado sobre evolução;
- 9-Reconheceram espécies extintas que só ouviam falar em livros;
- 10-Conheceram novas espécies que nem imaginavam que já existiram no planeta.

Os estudantes ainda relataram que deveriam acontecer mais atividades como essa já que o intuito da escola integral é desenvolver o protagonismo do estudante e essa seria uma ótima ferramenta, dentre tantas que existem, para que essa autonomia aconteça.

Diante desses relatos e com esse feedback é imprescindível que os educadores reflitam sobre as práticas que vem usando na sala de aula. É extremamente importante analisar o que realmente faz com que ocorra uma aprendizagem significativa diante da realidade vivida pelos estudantes.

Essas tecnologias já foram um grande desafio para muitos educadores, mas, a verdade é que muitos estudantes possuem uma grande bagagem tecnológica e toda essa experiência pode ser compartilhada com o professor fazendo com que ele(a) se torne um profissional mais capacitado a exercer sua função, ao mesmo tempo facilitando seu trabalho, visto que, em muitos casos o educador orienta e o aprendizado fica por conta do próprio estudante.

5. 5. Resultado do questionário avaliativo aplicado no final da pesquisa

Foram analisados os dados de vinte e dois estudantes seguindo os critérios do quadro 5. O questionário foi produzido com perguntas que objetivaram fazer com que fosse possível compreender a sequência didática testada se mostrou eficaz para compreensão, e se o objetivo geral dessa pesquisa foi atingido. O questionário foi aplicado de forma individual contendo questões sobre adaptação, seleção natural e biodiversidade.

Vamos a divulgação do resultado da primeira pergunta do questionário. “Como você acredita que surgiram as diferentes espécies que povoam o planeta Terra?”. Essa mesma questão foi lançada durante a sondagem e esse resultado serviu como caráter comparativo entre as respostas da sondagem e do questionário final a fim de tentar encontrar semelhanças nas repostas ou uma nova concepção após as atividades propostas.

Dos vinte e dois estudantes avaliados, cinco participantes descreveram que “Deus criou” ou que “Deus criou e foram evoluindo”, mais uma vez fazendo alusão ao criacionismo e obtiveram resposta classificada como insatisfatórias; Dois estudantes tiveram suas respostas baseadas na origem bioquímica, e se enquadram como parcialmente satisfatórias pois não conseguiram relacionar suas respostas de forma clara com a evolução seguindo o quadro 5. Quinze estudantes responderam que foi através da evolução citando processos como adaptação, cruzamento, mutação, mudança no habitat e outros com respostas mais completas citando a seleção natural, por isso, suas respostas foram classificadas como satisfatórias. Uma das respostas pode ser evidenciada abaixo:

R: *“Pela evolução. As espécies foram sofrendo a seleção natural, se adaptando, se reproduzindo e deixando descendentes que passavam pelo mesmo processo”.*

Fazendo uma comparação entre a resposta da atividade atual com a resposta da sondagem, pode-se notar uma grande melhoria no entendimento, o que pode ser evidenciado quando lembramos que na sondagem um estudante obteve resposta insatisfatória pois alegou não saber responder ao questionamento; seis responderam “Deus” e os mesmos mantiveram suas respostas, continuando na classificação dos insatisfatórios, evidenciando a interferência dos dogmas religiosos nas questões relacionadas aos processos biológicos e cientificamente comprovados. A grande melhoria pode ser evidenciada entre os satisfatórios, visto que, de nove respostas satisfatórias (41%) durante a sondagem houve um salto para (68%) respostas, uma

vez que responderam que foi através da evolução de forma clara, descrevendo cientificamente, evidenciando um aumento de 27%.

Para segunda pergunta, “O que é biodiversidade?”, todos os participantes responderam associando a variedade de seres vivos, variedade de genes e diversidade de seres vivos. Sendo assim, tiveram suas respostas classificadas como satisfatórias. Essa pergunta é de extrema importância pois está diretamente associada ao objetivo geral dessa pesquisa e entender biodiversidade é fundamental para a eficácia dela. Uma das respostas está destacada abaixo:

R: “*É a variedade de seres vivos*”.

A terceira pergunta, “o que é adaptação biológica?” também já havia sido contemplada durante a sondagem e serviu como mecanismo de comparação entre a respostas inicial e final.

Para terceira pergunta do questionário final, dos vinte e dois participantes, quatro estudantes citaram em suas respostas “se ajustar”, “desenvolver características em um habitat para viver melhor” e, portanto, tiveram suas respostas classificadas como satisfatórias (Quadro 5). Mas, dezoito participantes descreveram que são ajustes necessários para sobreviver em um ambiente, citando a reprodução e os descendentes, por isso tiveram suas respostas classificadas como satisfatórias, mas de uma forma mais especial porque se apresentaram mais completas. Sendo assim, todos os participantes obtiveram respostas classificadas como satisfatórias para essa questão e são justificadas por Futuyma (1993) quando explica que o termo adaptação, em muitos casos, é utilizado para descrever o processo pelo qual uma população passa por modificações que a torna mais ajustada às condições do ambiente em que vive.

Um exemplo do nível de resposta para esse grupo é descrito abaixo:

R: “*É se ajustar ao ambiente ao seu redor para sobreviver e reproduzir*”.

Esse resultado se caracteriza como uma grande evolução no aprendizado visto que, durante a sondagem o resultado para essa mesma questão foi: dois estudantes (9%) que tiveram suas respostas classificadas como insatisfatórias, porque responderam que não sabiam, quinze (68%) que tiveram suas respostas classificadas como parcialmente satisfatórias e apenas cinco, ou seja, (23%) tiveram suas respostas classificadas como satisfatórias. Sendo assim, em comparação com os 100% apresentados agora para mesma questão, houve um aumento de 77% em relação às respostas satisfatórias.

A quarta pergunta está ligada a uma das teorias evolucionistas a qual está diretamente ligada ao título dessa pesquisa. A pergunta em questão foi “o que é seleção natural?” e se fez muito pertinente visto que é indispensável a sua compreensão para alcançar o objetivo geral.

Dos vinte e dois participantes da pesquisa, treze tiveram respostas relacionadas com mecanismos evolutivos relacionados a modificações das espécies ao longo do tempo. Dois descreveram o mecanismo evolutivo de forma mais abrangente pois relataram favorecimento de características hereditárias que aumentam as chances de sobrevivência. Quatro citaram o meio selecionando os com características mais vantajosas para sobreviver no ambiente e três, descreveram como mecanismo evolutivo proposto por Charles Darwin relacionando a adaptação. Sendo assim, todas as respostas foram classificadas como satisfatórias (Quadro 5). Tal resultado é esperado, já que essa teoria foi bastante abordada na explanação como também durante a aplicação da simulação de seleção natural e do Quiz. Abaixo uma das respostas será apresentada.

R: “*Processo pelo qual os indivíduos com características mais vantajosas têm mais chances de sobreviver e gerar descendentes mais resistentes ao meio.*”

Na quinta questão a pergunta foi: “o que é especiação e como ocorre?” e o resultado foi que, dos vinte e dois estudantes, doze relataram como processo de formação de novas espécies, mas não conseguiram descrever corretamente como ocorreu, tendo suas respostas classificadas como parcialmente satisfatórias (Quadro 5). Dez estudantes responderam fazendo relação com processo de formação de novas espécies a partir de uma ancestral. Essas respostas podem ser justificadas de acordo com Futuyma (2009) onde afirma que todas as espécies vivas descendem de ancestrais comuns. Alguns estudantes ainda conseguiram fazer uma relação com a impossibilidade de cruzamento, sendo essas respostas classificadas como satisfatórias, visto que, conseguiram descrever de alguma forma como ocorre.

Essa resposta é respaldada por Ridley (2006), que explica que a especiação acontece quando populações de uma mesma espécie passam a se isolar reprodutivamente, desenvolvendo diferenças ao longo do tempo. Uma dessas dez respostas é descrita abaixo:

R: “*É o surgimento de uma ou mais espécies a partir de uma ancestral e que ocorre porque essas espécies se tornaram incapazes de se reproduzir.*”

Esse resultado é esperado pois a definição apresenta fácil compreensão além de ter sido bastante trabalhada na explanação e no quiz, mas principalmente durante o quiz onde algumas questões foram bem elucidadas, uma grande parte dos participantes não estava prestando atenção na explicação do porquê das respostas corretas, o que se acredita que tenha dificultado o entendimento de como ocorre esse processo.

A última pergunta relaciona os principais tópicos abordados no objetivo geral dessa pesquisa. A pergunta “Como a adaptação e a seleção natural contribuem para o processo de formação de novas espécies e de que forma isso pode ser fundamental para a preservação da biodiversidade?”, foi bastante complexa, mas necessária. Essa complexidade pode ser percebida pela dificuldade que alguns estudantes tiveram em responder.

Dos vinte e dois participantes, dois estudantes não responderam à questão alegando que a pergunta era difícil de compreender, ainda que a pesquisadora tenha lido a pergunta e tentando explicar; três estudantes tiveram resposta classificada como parcialmente satisfatória, visto que, tentaram responder à questão, mas não de forma clara, como descrito na resposta de um dos participantes: *“Diversidade genética, evolução de novas funções”*. Dezessete estudantes relacionaram os dois processos com a formação de novas espécies, e a promoção da biodiversidade.

Esse tipo de resposta foi classificada como satisfatória de acordo com o quadro 5. Uma dessas respostas está descrita abaixo:

R: *“A adaptação e a seleção natural fazem com que as modificações nos indivíduos apareçam pra eles poderem se adaptar ao ambiente, e desse jeito formou novas espécies e foi aumentando a biodiversidade no planeta.”*

Para simplificar, foi criada uma tabela (figura 22) para melhor visualização dos resultados do questionário final.

Figura 22: Tabela com o resultado do questionário avaliativo

| QUESTÃO | INSATISFATÓRIA | PARCIALMENTE SATISFATÓRIA | SATISFATÓRIA |
|---|----------------|---------------------------|--------------|
| 1º COMO VOCÊ ACREDITA QUE SURGIRAM AS DIFERENTES ESPÉCIES QUE POVOAM O PLANETA TERRA? | 23% | 9% | 68% |
| 2º O QUE É BIODIVERSIDADE? | 0% | 0% | 100% |
| 3º O QUE É ADAPTAÇÃO BIOLÓGICA? | 0% | 0% | 100% |
| 4º O QUE É SELEÇÃO NATURAL? | 0% | 0% | 100% |
| 5º O QUE É ESPECIAÇÃO E COMO OCORRE? | 54% | 0% | 46% |
| 6º COMO A ADAPTAÇÃO E A SELEÇÃO NATURAL CONTRIBUEM PARA O PROCESSO DE FORMAÇÃO DE NOVAS ESPÉCIES E DE QUE FORMA ISSO PODE SER FUNDAMENTAL PARA A PRESERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE? | 9% | 14% | 77% |

Fonte: Autora (2025)

De forma geral, o resultado das questões mostrou uma melhora significativa em relação a compreensão sobre os conceitos e a ligação entre seleção natural, adaptação, especiação e biodiversidade, o que nos leva a acreditar que a sequência desenvolvida se mostrou eficiente e, sendo assim, foi possível atingir todos os objetivos dessa pesquisa, algumas etapas de forma mais significativa que outras, mas que, ao final todas acabaram contribuindo para que houvesse uma aprendizagem significativa.

Por fim, ao analisar esses resultados, o professor é levado a refletir sobre sua atuação em sala de aula, promovendo ajustes e revisões em seu planejamento, além de organizar práticas pedagógicas que favoreçam mudanças de atitude por parte dos alunos (Arend; Pino, 2017).

CAPÍTULO 6: CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral desse estudo foi desenvolver e implementar uma sequência didática investigativa (SDI), como facilitadora, sobre os princípios da evolução (seleção natural, adaptação e especiação).

O resultado da sondagem se mostrou um pouco preocupante, visto que, na média geral das respostas, 20% dos participantes obtiveram respostas insatisfatórias, 33% obtiveram

resposta parcialmente satisfatória e 47% respostas satisfatórias, tudo isso diante de perguntas consideradas fáceis e com conceitos que já haviam sido trabalhados anteriormente em outro momento durante o ensino médio. Levando essa informação em consideração, podemos perceber que nem chegou a 50% o número de respostas satisfatórias e o desafio era fazer com que os estudantes desenvolvessem um maior interesse sobre o conteúdo proposto, implementando, para isso, uma SDI.

O momento seguinte foi a explanação do conteúdo proposto sobre “evolução”, em especial o estudo sobre seleção natural, adaptação e especiação, e a importância para biodiversidade. Esse momento foi cercado de dúvidas e esclarecimentos. Alguns questionamentos ficaram ainda mais esclarecidos após a aplicação das atividades propostas na SDI.

A etapa seguinte foi marcada pelo uso de um simulador de “seleção natural” explorado através da plataforma “Phetcolorado” que é bastante utilizada por alguns professores como uma ferramenta facilitadora no processo ensino aprendizagem por desenvolver no estudante um interesse por questões investigativas. Vale lembrar que, tudo o que não faz parte de um ensino tradicional e que seja ligado às novas tecnologia, por si só, já traz um maior interesse por parte dos estudantes.

O uso desse simulador se mostrou bastante eficiente e podemos perceber isso graças aos resultados obtidos onde a maioria das respostas para essa investigação foi classificada como satisfatória, visto que 78% das respostas dos participantes, na atividade, foram assim classificadas. Quatorze porcento obtiveram classificação como parcialmente satisfatória e 8% classificadas como insatisfatórias. Além do que os participantes puderam relatar em relação ao uso desse simulador e descrever a importância dessas ferramentas para facilitar o aprendizado significativo.

Outra etapa foi o percurso de uma trilha investigativa, a qual fez com que os estudantes se movimentassem e isso teve um ponto muito positivo, visto que os participantes em questão eram estudantes de escola integral que passam boa parte do dia trancados em sala de aula. Essa atividade trouxe ludicidade, desenvolveu o instinto competitivo e investigativo, o protagonismo juvenil, além do ótimo resultado por parte dos estudantes participantes, os quais obtiveram respostas classificadas como satisfatórias em sua maioria.

O Quiz foi outro instrumento ligado a tecnologia que favoreceu o conhecimento e fixação de conteúdos, além de estimular o instinto competitivo, que é uma ferramenta fundamental para se destacar diante do mundo competitivo em que vivemos, além de trazer um pouco de descontração no ambiente.

O resultado do Quiz, mostrando 43% de respostas corretas na visão geral, mostra que ainda se faz necessário ações que visem uma melhor compreensão e interpretação de questões à nível de ENEM e Sistema Seriado (SSA), mas a vivência favoreceu um resultado de experiência e resolução de questionamentos e resolução de dúvidas durante o jogo. Esse momento resultou numa experiência que foi além de números.

Uma das maiores e melhores experiências vividas foi a de poder visitar alguns museus, mesmo não estando lá fisicamente. Nessa etapa, os participantes foram levados a visitarem virtualmente museus como o de História Natural em Washington, nos Estados Unidos e o Museu de Zoologia da USP em São Paulo.

Presenciar os estudantes nessa vivência fez reconhecer quão gratificante é o poder da descoberta e ao mesmo tempo presenciar o olhar de satisfação em aprender diante do uso de novas tecnologias. Os estudantes ainda puderam vivenciar o passeio por alguns pontos com o uso de óculos de realidade virtual (RV), o que favoreceu uma experiência ainda mais interessante e prazerosa e realista.

Por fim, o questionário final avaliou um pouco da aprendizagem adquirida e, através desse resultado pode-se evidenciar um pouco a amplitude desse conhecimento. Nele, seis perguntas foram exploradas com o intuito de atingir os objetivos geral e específicos dessa pesquisa.

A primeira pergunta do questionário final foi igual a terceira pergunta do questionário de sondagem visando comparar os resultados para identificação e comprovação da aprendizagem. Houve uma melhora significativa na aprendizagem, com aumento de 27% nas respostas satisfatórias à pergunta sobre a origem das espécies, comparando-se os resultados da sondagem inicial e do questionário final.

As perguntas centrais da pesquisa alcançaram 100% de respostas satisfatórias, indicando que o objetivo geral foi amplamente atingido, com destaque para a evolução de 77% na compreensão sobre adaptação biológica, embora as questões mais especializadas e conclusivas tenham apresentado resultados mais distribuídos.

Como conclusão final desse trabalho, pode-se afirmar e comprovar que a SDI em questão se mostrou eficiente. Todos objetivos foram contemplados e alcançados, alguns com resultados mais significativos, mas todos com êxito.

7. REFERÊNCIAS

ABRAHAM, J. K.; MEIR, E.; PERRY, J. et al. **Addressing undergraduate student misconceptions about natural selection with an interactive simulated laboratory.** *Evolution: Education and Outreach*, v. 2, n. 3, p. 393–404, 2009. Disponível em: file:///C:/Users/Dameres/Downloads/Abrahamaetal.2009.pdf. Acesso em 12 de julho de 2025.

ALMEIDA, Laís Araújo de. **Abordagem Das Propriedades Coligativas Das Soluções Com Estudantes Do Ensino Médio Por Meio Do Ensino Por Investigação.** Recife, 2024. Disponível em: https://sigs.ufrpe.br/sigaa/public/programa/noticias_desc.jsf?lc=es_ES&id=526¬icia=38831084. Acesso em 09 de dezembro de 2024.

ALMEIDA, T. S. de; GRELLE, C. E. de V. **Qual a relação entre a compreensão da evolução biológica e a conservação da biodiversidade?** 23 de setembro de 2024 <https://oeco.org.br/analises/qual-a-relacao-entre-a-compreensao-da-evolucao-biologica-e-a-conservacao-da-biodiversidade/#:~:text=Cada%20esp%C3%A9cie%20por%20mais%20%E2%80%9Csimplas,as%20quais%20compartilhamos%20este%20planeta>. Acesso em 18 de janeiro de 25.

ALMEIDA, A.V. e DA ROCHA FALCÃO, J.T. **A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar.** Ciência & Educação, v. 11, n. 1, p. 17-32, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/8KdcVyJ8FxrmlPzs8jhmJBB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 24 de dezembro de 2024.

ALTMAN, Max. 1859 – Charles Darwin publica ‘A Origem das Espécies’. **História Ciências Saúde Manguinhos.** Opera Mundi, 2015. Disponível em <https://www.revistahcsm.coc.fiocruz.br/1859-charles-darwin-publica-a-origem-das-especies/>. Acesso em 08 de janeiro de 2025.

ALVES-MAZZOTTI, A.J. e GEWANDSZNAIDER, F. **O método nas Ciências Naturais e Exatas.** São Paulo: Ed. Thomson Learning, 2^a edição. 2002.

AMARAL, Heloisa. **Sequência didática e ensino de gêneros textuais,** 2023. [https://www.escrevendoofuturo.org.br/conteudo/sua-pratica/112/sequencia-didatica-e-ensino-degenerostextuais#:~:text=As%20sequ%C3%A1ncias%20did%C3%A1ticas%20s%C3%A3o%20um,de%20aprendizagem%20e%20de%20avalia%C3%A7%C3%A3o](https://www.escrevendoofuturo.org.br/conteudo/sua-pratica/112/sequencia-didatica-e-ensino-degenerostextuais#:~:text=As%20sequ%C3%A1ncias%20did%C3%A1ticas%20s%C3%A3o%20um,de%20aprendizagem%20e%20de%20avalia%C3%A7%C3%A3o.). Acesso em 13 de setembro de 2023.

ARENDS, Felipe Lohmann; PINO, José Claudio Del. **Uso de Questionário no processo de Ensino e Aprendizagem em Biologia.** REnBio - Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio - ISSN: 1982-1867 - vol. 10, n. 1, p. 72-86, 2017. Disponível em: file:///C:/Users/Dameres/Downloads/admin,+36-220-1-ED+FORM%20(2).pdf. Acesso em 02 de fevereiro de 2025.

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática.** Porto Alegre: Penso, 2018.

BASTOS, Jennifer Ester de Sousa; SOUZA, Júlia Maria de Jesus; SILVA, Poliana Narciso da Silva; AQUINO, Rafael Lemes de. **O Uso do Questionário como Ferramenta Metodológica:**

potencialidades e desafios. Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences Volume 5, Issue 3 (2023), Page 623-636. Disponível em: file:///C:/Users/Dameres/Downloads/O+Uso+do+Question%C3%A1rio+como+Ferramenta+Metodol%C3%B3gica%20(4).pdf. Acesso em 17 de julho de 2025.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70, 2011.

BIZZO, Nelio. **Ciências: fácil ou difícil?** São Paulo: Ática, 2011.

BIZZO, Nelio. **Evolução dos Seres Vivos.** São Paulo: Ática, 1994.

BIZZO, N.; CARMO, E. do; MARTINS, L. **Alfred Russel Wallace (1823–1913): o outro pai da teoria da evolução por seleção natural.** São Paulo: Editora Moderna, 2009.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é – o que não é.** Petrópolis: Vozes, 2012.

BRAGA Raimundo Nonato Logo. **Seleção natural e artificial.** Sobral: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Caprinos e Ovinos), 8 dez. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/ovinos-de-corte/producao/melhoramento/selecao/selecao-natural-e-artificial>. Acesso em 02 de novembro de 2024.

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

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **LDB - Lei nº 9394/96**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 20 de dezembro de 1996. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm> Acesso em junho de 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: educação básica.** Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/BRASIL>. Ministério da Educação. Governo Federal Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. p. 556. Acesso em junho de 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Secretaria de Educação Básica. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias: Orientações Curriculares para o Ensino Médio.** Volume 2. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006, p. 22-28.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio:** Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, vol. 3, 1999, p. 17.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Convenção sobre Diversidade Biológica: texto da convenção.** Rio de Janeiro: MMA, 2000. Disponível em: <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-pt.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2025.

BRITO, António. **Os Pré-socráticos: Anaximandro.** São Paulo: Vega, 2010.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. v.3., 765-794,

2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852/3040>. Acesso em 31 de janeiro de 2025.

CARVALHO, Leonardo. **Novas tecnologias na educação: influência, vantagens e desafios.** SYDLE. 2024. Disponível em: <https://www.sydle.com.br/blog/novas-tecnologias-na-educacao-63ef92977f03ed13ae2d1909>. Acesso em 31 de janeiro de 2025.

COLLEY, Eduardo; FISCHER, Marta Luciane. **Especiação e seus mecanismos: histórico conceitual e avanços recentes.** v.20, n.2, abr.-jun. 2013, p.653-673 v.20, n.4, out.-dez. 2013, p.1671-1694. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/KwTrBzh4twy5MjZ4hvd7SRx/?format=pdf>. Acesso em 10 de abril de 2025.

COSTA, W. R. Jr., Brito, L. C. C. de., & Thomé, Z. R. C. (2022). **Os museus virtuais enquanto campo de conhecimento na formação inicial do pedagogo.** Revista Brasileira De Estudos Pedagógicos, 103(265), 764–785. <https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.103i265.5160>. Acesso em 02 de fevereiro de 2025.

COUTO, Thiago Ferreira; SANTOS, Carla Marczcaokoski; TRAVAGLIA, Greice; PEREIRA, Heloá Izabelle; MALLMANN, Jaqueline De Senna. **Quiz Como Ferramenta De Avaliação.** II Congresso Brasileiro On-line de Ensino, Pesquisa e Extensão – ENSIPEX. 2023. Disponível em: <https://ime.events/ensipex2023/pdf/13607#:~:text=Como%20metodologia%20nesta%20pesquisa%20analisamos,ao%20final%20de%20cada%20avalia%C3%A7%C3%A3o.>. Acesso em 31 de janeiro de 2025.

CROPLIFE Brasil. **Seleção artificial: plantas melhores e mais produtivas!** *CropLife Brasil*, 25 mar. 2021. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/selecao-artificial-de-plantas/>. Acesso em 02 de novembro de 2024.

DARWIN, Charles. **A origem das espécies.** São Paulo: Editora Escala, 2003. (Obra original publicada em 1859).

DIAS, Aline Peixoto Vilaça; SILVA, Cristiana Barcelos da; QUINTINO, Amaro Sebastião de Souza; CORRÊA, Jackeline Barcelos; SOUZA, Carlos Henrique Medeiros de. **Ensino de Ciências e Biologia: uma análise crítica do tema Evolução.** Conedu, 2020. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2020/TRABALHO_EV140_MD1_SA16_I_D3640_30082020092513.pdf. Acesso em 22 de janeiro de 2025.

DOBZHANSKY, Theodosius. **Genetics and the origin of species.** New York: Columbia University Press, 1973.

DOLZ, Joaquim; NOVERRAZ, Michèle; SCHNEUWLY, Bernard. **Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento.** In: DOLZ, J.; SCHNEUWLY, B. *Gêneros orais e escritos na escola*. Campinas: Mercado de Letras, 2004. p. 95–128.

FELDER, R. M.; SILVERMAN, L. K. Learning and Teaching Styles in Engineering Education. *Engineering Education*, v. 78, n. 7, p. 674–681, 1988. Disponível em: <https://engr.ncsu.edu/wp-content/uploads/drive/1QP6kBI1iQmpQbTXL-08HSI0PwJ5BYnZW/1988-LS-plus-note.pdf>. Acesso em 17 de julho de 2025.

FUTUYMA, D. **Biologia evolutiva**. Ribeirão Preto: SBG/CNPq. 1993.

FUTUYMA, D. J. Evolução, ciência e sociedade. In: **Congresso Nacional de Genética**. Ed. Exclusiva. São Paulo: SBG. 2002. Disponível em: <https://labs.icb.ufmg.br/lbem/aulas/grad/evol/evolciencsoc.pdf>. Acesso em 02 de novembro de 2024.

FUTUYMA, Douglas J. **Biologia Evolutiva**. 3. ed. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2002.

FUTUYMA, Douglas J. **Biología Evolutiva**. 3. ed., tradução de Mario de Vivo. Ribeirão Preto: FUNPEC-Editora, 2006.

FUTUYMA, Douglas J. **Evolution**. 3. ed. Sunderland: Sinauer Associates, Inc., 2013.

GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

GIL, D.; CARRASCOSA, J.; MARTÍNEZ-TERRADES, F. La Didáctica de las Ciencias: una disciplina emergente y un campo específico de investigación. **Didáctica de las Ciencias: Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias**, Marfil, Alcoy, 2000. Disponível em: file:///C:/Users/Dameres/Downloads/2000.Unadisciplinaemergente.pdf. Acesso em 31 de janeiro de 2025.

GIL-PÉREZ, Daniel; TORREGROSA, Joaquín Martínez; SENENT PÉREZ, F. El fracaso en la resolución de problemas de Física: una investigación orientada por nuevos supuestos. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 6, n. 2, p. 131-146. 1988. Disponível em: <https://rua.ua.es/server/api/core/bitstreams/6fe75d1a-08c0-463e-bf4c-5895c814c689/content>. Acesso em 02 de janeiro de 2025.

GLEISER, Marcelo. **O criacionismo não é uma teoria**. Ciência | Filosofia | Cultura. Fronteiras, 2020. Disponível em: <https://www.fronteiras.com/leia/exibir/o-criacionismo-nao-e-uma-teoria> . Acesso em 21 de março de 2025.

GREENFIELD, Emily. **Como a ecologia e a evolução estão relacionadas?** Sigmaearth, 2024. Disponível em: <https://sigmaearth.com/pt/como-a-ecologia-e-a-evolu%C3%A7%C3%A3o-est%C3%A3o-relacionadas/>. Acesso em: 21 de janeiro de 2025.

HENRIQUES, R. M. N. **Os museus virtuais: conceitos e configurações**. Cadernos de Sociomuseologia, Lisboa, v. 56, n. 12, p. 53-70, 2018. Disponível em: file:///C:/Users/Dameres/Downloads/6337-Texto%20do%20artigo-19613-1-10-20181218.pdf. Acesso em 21 de janeiro de 2025.

HILÁRIO, Giselle Furtado; SOUZA, Karina Aparecida. **Sequência de Ensino Investigativa: uma proposta metodológica para o ensino de ciências**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, Curitiba, v. 10, n. 2, p. 65–83, 2017. Disponível em: [https://ifg.edu.br/attachments/article/10717/Produto_2018_Thiago_Wedson_Hil%C3%A1rio\(.pdf1500kb\).pdf](https://ifg.edu.br/attachments/article/10717/Produto_2018_Thiago_Wedson_Hil%C3%A1rio(.pdf1500kb).pdf) . Acesso em 21 de março de 2025.

JAIME, D. M., & LEONEL, A. A.. (2024). Uso de simulações: Um estudo sobre potencialidades e desafios apresentados pelas pesquisas da área de ensino de física. **Revista Brasileira De Ensino De Física**, 46, e20230309. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2023-0309>. Acesso em 10 de abril de 2025.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 1999.

LIRA, Márcia. Kahoot! entenda aqui como funciona a plataforma de educação! B2B Stack, 2021. Disponível em: <https://blog.b2bstack.com.br/kahoot/>. Acesso em: 31 de janeiro de 2025.

LIMA, Jailma Almeida De et al.. **Simuladores virtuais no ensino de ciências: elaboração de uma cartilha como ferramenta para a educação básica**. Anais do VII CONAPESC... Campina Grande: Realize Editora, 2022. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/87077>>. Acesso em 31 de janeiro de 2025.

MARTEIS, L. S.; STEFFLER, L. M.; SANTOS, R. L. C. D. **Abordagem sobre Dengue na educação básica em Sergipe**: análise de cartilhas educativas. Sergipe: Scientia Plena, 2011.

MARTINS, R. P.; SANTOS, F. R.; COUTINHO, F. A. **As dificuldades na compreensão do sistema de teorias evolutivas**. Ciência em Tela. Vol. 5, número 1, 2012. Disponível em: http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0112_coutinho.pdf. Acesso em 25 de janeiro de 2025.

MAYR, Ernst. **O Desenvolvimento do Pensamento Biológico: Diversidade, Evolução e Herança**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2005.

MAYR, Ernst. **O que é evolução**. Rio de Janeiro/RJ: Rocco, 2009.

MELO, Alan Eannes Vieira; REIS, Igor Adriano de Oliveira. **Vantagens da Realidade Virtual como ferramenta de ensino**. Revista Educação Pública, Rio de Janeiro, v. 24, nº 33, 10 de setembro de 2024. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/24/33/vantagens-da-realidade-virtual-como-ferramenta-de-ensino>. Acesso em 20 de janeiro de 2025.

MENCK, Carlos Frederico Martins. A Evolução é fato. 1ª Ed. Rio de Janeiro. **Academia Brasileira de Ciências**. 2024. Disponível em: https://www.abc.org.br/wp-content/uploads/2024/09/ABC_Evolucao_redux.pdf. Acesso em: 25 de janeiro de 2025.

MENDES, Iba: **Microevolução**. 2010. Disponível em: <http://www.ibamendes.com/2010/07/como-se-originou-microevolucao.html>. Acesso em 20 de janeiro de 2025.

MEYER, D.; EL-HANI, C.N. **Evolução: o sentido da biologia**. São Paulo, SP: Editora UNESP, 2005.

MORAN., J. M. (2004). Os Novos Espaços De Atuação Do Professor Com As Tecnologias. Revista **Diálogo Educacional**, 4(12), 13–21. <https://doi.org/10.7213/rde.v4i12.6938>. Acesso em 31 de janeiro de 2025.

MORAN, José. *A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá*. 7. ed. Campinas: Papirus, 2015.

MOREIRA, Catarina. **Seleção artificial**. Revista de Ciência Elementar, Lisboa, v. 3, n. 3, p. 164, out. 2015. Disponível em: <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2015/164/>. Acesso em 31 de janeiro de 2025.

MOREIRA, Mônica de Azevedo Lima; ZANELATO, Francilene Lopes dos Santos; CALLEGARI, Maria Cláudia; GREGÓRIO, Maristela Machado; BASSINI, Marilza; LIMA, Síntia de Azevedo; SANTOS, Silvana Maria Aparecida Viana. **Metodologias ativas na educação: desafios e oportunidades para o docente na transformação do ensino.** Cuadernos de Educación y Desarrollo, Portugal, v. 16, n. 10, p. 1-12, 2024. Disponível em: <https://ojs.cuadernoseducacion.com/ojs/index.php/ced/article/view/5943>. Acesso em 02 de agosto de 2025.

MORIN, Edgar; **Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro.** São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2^a Ed. 2010.

ODUM, Eugene P. **Fundamentos de ecologia.** 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

OLIVEIRA, Camila Laranjeira Costa de; MENEZES, Maria Cilene Freire de; DUARTE, Olívia Maria Pereira. **O Ensino Da Teoria Da Evolução Em Escolas Da Rede Pública De Senhor Do Bonfim:** análise da percepção dos professores de Ciências do Ensino Fundamental II. Rev. **Exitus**, Santarém, v. 7, n. 3, p. 172-196, set. 2017. Disponível em <http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2237-94602017000300172&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 20 jan. 2025. Epub 21-mai-2019. <https://doi.org/10.24065/2237-9460.2017v7n3id353>.

PHET Colorado. **Seleção Natural.** Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/natural-selection/about. Acesso em 12 de julho de 2024.

PHET Colorado. Disponível em: **Atividade Avaliativa Prática.** Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt/activities/7156>. Acesso em 27 de janeiro de 2025.

PRIMACK, Richard B. *Essencial da conservação biológica*. Londrina: Editora Planta, 2006.

RICKLEFS, Robert E. **A economia da natureza.** 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

RIDLEY, Mark. **Evolução.** 3. ed. Mark Ridley. Henrique Ferreira, Luciane Passaglia, Rivo Fischer (trads.). Porto Alegre: Artmed, 2006.

RUSSO, Claudia A M. Evolução na Sala de Aula. **Revista Evolução;** Volume 1, Número 1 – 2020. Disponível em: https://www.ppgbbe.intranet.biologia.ufrj.br/wp-content/uploads/2021/04/Revista_Evoluc%CC%A7a%CC%83o_1_1_PUBLICADO.pdf Acesso em 21 de janeiro de 2025.

SANTOS, Grazielle Kelly Rodrigues dos. **Como usar sequência didática em sua escola.** São Paulo: TutorMundi, 2024. Disponível em: <https://tutormundi.com/blog/sequencia-didatica/#:~:text=Esse%20tipo%20de%20estrat%C3%A9gia%20pedag%C3%B3gica%20favorece%20bem,das%20atividades%20e%20exerc%C3%ADcios%20mediados%20pelo%20professor>. Acesso em 21 de janeiro de 2025.

SASSERON, Lúcia Helena. **Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, p. 1061-1085, 2018. Disponível em:

<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4833/3034>. Acesso em 21 de janeiro de 2025.

SEPÚLVEDA, Claudia. EL-HANI, Charbel Niño. **Controvérsias Sobre O Conceito De Adaptação E Suas Implicações Para O Ensino De Evolução.** Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/vienpec/CR2/p742.pdf. Acesso em 23 de janeiro de 25.

SERAFIM, Gisleide da Guia; SOUZA, Sandylene Silva de; ALBUQUERQUE, Mônica Cardoso Farias; SARAIVA, Luiz Arthur Pereira. O Datashow Como Auxílio Ao Livro Didático Nas Aulas De Geografia Do 9º Ano Do Ensino Básico. **VII Encontro de iniciação a docência, Enid, UEPB.** Disponível em:

https://editorarealize.com.br/editora/anais/enid/2019/TRABALHO_EV134_MD4_SA21_ID210_11102019080606.pdf. Acesso em: 30 de janeiro de 2025.

SILVA, Fillipi André Dos Santos et al.. **O quiz como ferramenta do processo de ensino-aprendizagem na enfermagem: relato de experiência.** Anais COPRECIS... Campina Grande: Realize Editora, 2017. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/31323>>

TIDON, Rosana; VIEIRA, Eli. **O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI. ComCiência,** Campinas, n. 107, 2009. Disponível em http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151976542009000300008&lng=pt&nrm=iso. Acesso em 11 de maio de 2023.

VAIANO, Bruno. **Lamarck: o que ele realmente fez pela biologia (muito além da girafa).** Revista Super Interessante. Editora Abril, 2024. Disponível em: <super.abril.com.br/ciencia/lamarck-o-que-ele-realmente-fez-pela-biologia-muito-alem-da-girafa#:~:text=Outro%20evolucionista%20das%20antigas%20foi,em%20que%20a%20mudanca%20ocorre>. Acesso em 02 de fevereiro de 2025.

VELASCO, Ariane. **O que é realidade virtual? Conheça esta tecnologia que pode mudar o mundo.** CanalTech. 2022. Disponível em <https://canaltech.com.br/rv-ra/o-que-e-realidade-virtual-conheca-esta-tecnologia-que-pode-mudar-o-mundo-154999/>. Acesso em 05 de abril de 2025.

WILSON, Edward O. **A diversidade da vida.** Tradução de José J. Veiga. São Paulo: Companhia das Letras, 1994. (Obra original publicada em 1992).

WILSON, Edward O. **O futuro da vida.** São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZÔMPERO, Andréia de Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. **O ensino de ciências por investigação: histórico, características e desafios. Investigações em Ensino de Ciências,** v. 17, n. 3, p. 725–753, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/LQnxWqSrmzNsrRzHh3KJYbQ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 20 de novembro de 2024.

APÊNDICES

APÊNDICE 1: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a) _____ (ou menor que está sob sua responsabilidade) para participar, como voluntário (a), da pesquisa **“SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE SELEÇÃO NATURAL E ADAPTAÇÃO NO PROCESSO DE FORMAÇÃO DE NOVAS ESPÉCIES VISANDO A PRESERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.”**

Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora Damaris Marques Ferreira, Rua Santos Dumont, nº 202, Centro, Feira Nova , Pernambuco. CEP: 55715-000. Telefone: 81 996898788 e-mail: damaris.dmf@ufpe.br E está sob a orientação de: Dr. José Eduardo Garcia. Telefone: 81 996730230/ e-mail: joseeduardo.garcia@ufpe.br.

O/a Senhor/a será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o (a) menor faça parte do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias.

Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não aceite que ele/a participe, não haverá nenhum problema, pois desistir que seu filho/a participe é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade. A qualquer momento o participante da pesquisa poderá desistir, sem ônus, pedindo-lhe apenas, que seja informado a desistência por meio de e-mail, telefone ou presencialmente, para que possamos reavaliar os resultados.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- Descrição da pesquisa: Desenvolver e implementar uma sequência didática inovadora sobre os princípios da evolução (seleção natural, adaptação e especiação)

que integre metodologias pedagógicas eficazes com ferramentas tecnológicas modernas. A sequência didática será composta por um exercício de sondagem sobre o conteúdo “EVOLUÇÃO”, seguido de explanação sobre o mesmo conteúdo pelo professor responsável pela pesquisa, simulador de seleção natural, uma trilha investigativa, estudo de grau de parentesco de algumas espécies, Quiz (que será usado pelo pesquisador para comparar com as respostas da sondagem) e visita online ao Museu Virtual de História Natural de Washington/EUA.

- As atividades do referido projeto serão desenvolvidas com alunos do Ensino Médio na Escola EREM Antônio Inácio, localizada no município de Feira Nova, Pernambuco; com a utilização de 12 aulas de 50 min.
- Risco diretos: Risco de exposição: Risco de exposição: As imagens obtidas durante a execução do projeto serão utilizadas única e exclusivamente para fins de divulgação dos resultados do projeto e com cunho estritamente científico. A identidade dos participantes será preservada de acordo com a legislação vigente, portanto diante do exposto serão adotadas medidas que assegurem a privacidade e confidencialidade, todas as informações coletadas serão confidenciais, os participantes não terão sua identidade divulgada, protegendo sua imagem. Nesse sentido, as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos participantes, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do estudante. Desde o primeiro momento até o final da intervenção, o participante tem total liberdade em não querer participar de qualquer momento das etapas da intervenção. O armazenamento dos dados no notebook pode apresentar o risco de serem hackeados, como solução esses dados serão tratados de forma confidencial e sigilosa sendo guardados em um HD Externo do pesquisador sem a conexão de internet. Em suma serão preservadas e respeitadas as dimensões: psíquica, moral, intelectual, social, cultural e física dos participantes. Em cada etapa da pesquisa, serão analisados e discutidos com os estudantes os possíveis riscos da aplicação das mesmas e os estudantes serão consultados quanto ao desejo de prosseguir com a pesquisa ou não.
- Benefícios diretos e indiretos: A pesquisa contribuirá para o processo de ensino aprendizagem dos estudantes, no que diz respeitos a temas de evolução, sobretudo especiação, promovendo a aquisição de novos conhecimentos. Além disso, os resultados dessa pesquisa poderão fomentar a ressignificação das práticas do

professor em sala de aula e modular novas possibilidades de ensino. Por fim, todos os estudantes envolvidos serão responsáveis pela construção do seu próprio conhecimento e quando saírem dos muros da escola, levarão consigo um aprendizado prático, o qual jamais esquecerão pois foram a matéria prima para construção de uma ferramenta pedagógica que será utilizada por outros indivíduos e isso se torna um legado.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa (fotos, atividades e questionários), ficarão armazenados em meio digital em pen drive e meio físico impresso, sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE, que é um colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos, e que está no endereço: (Rua Dr. João Moura, 92 Bela Vista, Vitória de Santo Antão-PE, CEP: 55.612-440, Tel.: (81) 3114-4152– e-mail: cep.cav@ufpe.br).

Assinatura do pesquisador (a)

CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, responsável por _____, autorizo a sua

participação no estudo “**SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE SELEÇÃO NATURAL E ADAPTAÇÃO NO PROCESSO DE FORMAÇÃO DE NOVAS ESPÉCIES VISANDO A PRESERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**”, como voluntário(a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de seu acompanhamento/ assistência/tratamento) para mim ou para o (a) menor em questão.

Local e data _____

Assinatura do (da) responsável: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do voluntário em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

| | |
|--------------------|--------------------|
| Nome: | Nome: |
| Assinatura: | Assinatura: |

APÊNDICE 2: TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA MENORES DE 7 a 18 ANOS)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA

OBS: Este Termo de Assentimento para o menor de 7 a 18 anos não elimina a necessidade da elaboração de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que deve ser assinado pelo responsável ou representante legal do menor.

Convidamos você _____, após autorização dos seus pais [ou dos responsáveis legais] para participar, como voluntário (a), da pesquisa “**SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE SELEÇÃO NATURAL E ADAPTAÇÃO NO PROCESSO DE FORMAÇÃO DE NOVAS ESPÉCIES VISANDO A PRESERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**”.

Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora Damaris Marques Ferreira, Rua Santos Dumont, nº 202, Centro, Feira Nova, Pernambuco. CEP: 55715-000. Telefone: 81 998898788 e-mail: damaris.dmf@ufpe.br e está sob a orientação de: Dr. José Eduardo Garcia. Telefone: 81 996730230/ e-mail: joseeduardo.garcia@ufpe.br .

Você será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo lhe será entregue para que seus pais ou responsável possam guarda-la e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu. A qualquer momento o participante da pesquisa poderá desistir sem ônus, pedindo-lhe apenas, que seja informado a desistência por meio de e-mail, telefone ou presencialmente, para que possamos reavaliar os resultados. Para participar deste estudo, um responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- Descrição da pesquisa: Desenvolver e implementar uma sequência didática inovadora sobre os princípios da evolução (seleção natural, adaptação e especiação) que integre metodologias pedagógicas eficazes com ferramentas tecnológicas

modernas. A sequência didática será composta por um exercício de sondagem sobre o conteúdo “EVOLUÇÃO”, seguido de explanação sobre o mesmo conteúdo pelo professor responsável pela pesquisa, simulador de seleção natural, trilha investigativa, estudo de grau de parentesco de algumas espécies, Quiz (que será usado pelo pesquisador para comparar com as respostas da sondagem) e visita online ao Museu Virtual de História Natural de Washington/EUA.

- As atividades do referido projeto serão desenvolvidas com alunos do Ensino Médio na Escola EREM Antônio Inácio, localizada no município de Feira Nova, Pernambuco; com a utilização de 12 aulas de 50 min.
- Riscos diretos: Risco de exposição: As imagens obtidas durante a execução do projeto serão utilizadas única e exclusivamente para fins de divulgação dos resultados do projeto e com cunho estritamente científico. A identidade dos participantes será preservada de acordo com a legislação vigente, portanto diante do exposto serão adotadas medidas que assegurem a privacidade e confidencialidade, todas as informações coletadas serão confidenciais, os participantes não terão sua identidade divulgada, protegendo sua imagem. Nesse sentido, as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos participantes, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do estudante. Aos que aceitarem participar e quiserem desistir está assegurado o direito de desistência a qualquer momento, O armazenamento dos dados no notebook pode apresentar o risco de serem hackeados, como solução esses dados serão tratados de forma confidencial e sigilosa sendo guardados em um HD Externo do pesquisador sem a conexão de internet. Em suma, serão preservadas e respeitadas as dimensões: psíquica, moral, intelectual, social, cultural e física dos participantes. Em cada etapa da pesquisa, serão analisados e discutidos com os estudantes os possíveis riscos da aplicação das mesmas e os estudantes serão consultados quanto ao desejo de prosseguir com a pesquisa ou não.
- Benefícios diretos e indiretos: A pesquisa contribuirá para o processo de ensino aprendizagem dos estudantes, no que diz respeitos a temas de evolução, sobretudo especiação, promovendo a aquisição de novos conhecimentos. Além disso, os resultados dessa pesquisa poderão fomentar a ressignificação das práticas do professor em sala de aula e modular novas possibilidades de ensino. Por fim, todos os estudantes envolvidos serão responsáveis pela construção do seu próprio

conhecimento e quando saírem dos muros da escola, levarão consigo um aprendizado prático, o qual jamais esquecerão pois foram a matéria prima para construção de uma ferramenta pedagógica que será utilizada por outros indivíduos e isso se torna um legado.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa (fotos, atividades e quiz), ficarão armazenados em meio digital em pen drive e meio físico impresso, sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos.

Nem você e nem seus pais ou responsáveis legais pagarão nada para você participar desta pesquisa, também não receberão nenhum pagamento para a sua participação, pois é voluntária. Se houver necessidade, as despesas (deslocamento e alimentação) para a sua participação e de seus pais serão assumidas ou resarcidas pelos pesquisadores. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da sua participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial.

Este documento passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE, que é um colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos, e que está no endereço: (Rua Dr. João Moura, 92 Bela Vista, Vitória de Santo Antão-PE, CEP: 55.612-440, Tel.: (81) 3114-4152– e-mail: cep.cav@ufpe.br).

Assinatura do pesquisador (a)

ASSENTIMENTO DO(DA) MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO VOLUNTÁRIO(A)

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____ (se já tiver documento), abaixo assinado, concordo em participar do **“SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE SELEÇÃO NATURAL E ADAPTAÇÃO NO PROCESSO DE FORMAÇÃO DE NOVAS ESPÉCIES VISANDO A**

PRESERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE”, como voluntário (a). Fui informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação. Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus pais precise pagar nada.

Local e data _____

Assinatura _____ do _____ (da) menor:

Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do/a voluntário/a em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

| | |
|-------------|-------------|
| Nome: | Nome: |
| Assinatura: | Assinatura: |

**APÊNDICE 3: TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA
MAIORES DE 18 ANOS DE IDADE**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA**

Convidamos você _____, para participar, como voluntário (a), da pesquisa “SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE SELEÇÃO NATURAL E ADAPTAÇÃO NO PROCESSO DE FORMAÇÃO DE NOVAS ESPÉCIES VISANDO A PRESERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE”.

Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora Damaris Marques Ferreira, Rua Santos Dumont, nº 202, Centro, Feira Nova, Pernambuco. CEP: 55715-000. Telefone: 81 998898788 e-mail: damaris.dmf@ufpe.br e está sob a orientação de: Dr. José Eduardo Garcia. Telefone: 81 996730230/ e-mail: joseeduardo.garcia@ufpe.br.

Você será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo lhe será entregue para que possa guardá-la e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu. Para participar deste estudo, você deverá assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo. A qualquer momento o participante da pesquisa poderá desistir, sem ônus, pedindo-lhe apenas, que seja informado a desistência por meio de e-mail, telefone ou presencialmente, para que possamos reavaliar os resultados.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- Descrição da pesquisa: Desenvolver e implementar uma sequência didática inovadora sobre os princípios da evolução (seleção natural, adaptação e especiação) que integre metodologias pedagógicas eficazes com ferramentas tecnológicas modernas. As atividades do referido projeto serão desenvolvidas com alunos do Ensino Médio na Escola EREM Antônio Inácio, localizada no município de Feira Nova, Pernambuco; com a utilização de 12 aulas de 50 min. A sequência didática

será composta por um exercício de sondagem sobre o conteúdo “EVOLUÇÃO”, seguido de explanação sobre o mesmo conteúdo pelo professor responsável pela pesquisa, simulador de seleção natural, uma trilha investigativa, estudo de grau de parentesco de algumas espécies, Quiz (que será usado pelo pesquisador para comparar com as respostas da sondagem) e visita on-line ao Museu Virtual de História Natural de Washington/EUA.

- Riscos diretos: Risco de exposição: As imagens obtidas durante a execução do projeto serão utilizadas única e exclusivamente para fins de divulgação dos resultados do projeto e com cunho estritamente científico. A identidade dos participantes será preservada de acordo com a legislação vigente, portanto diante do exposto serão adotadas medidas que assegurem a privacidade e confidencialidade, todas as informações coletadas serão confidenciais, os participantes não terão sua identidade divulgada, protegendo sua imagem. Nesse sentido, as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos participantes, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do estudante. Desde o primeiro momento até o final da intervenção, o participante tem total liberdade em não querer participar de qualquer momento das etapas da intervenção. O armazenamento dos dados no notebook pode apresentar o risco de serem hackeado, como solução esses dados serão tratados de forma confidencial e sigilosa sendo guardados em um HD Externo do pesquisador sem a conexão de internet. Em suma serão preservadas e respeitadas as dimensões: psíquica, moral, intelectual, social, cultural e física dos participantes. Em cada etapa da pesquisa, serão analisados e discutidos com os estudantes os possíveis riscos da aplicação das mesmas e os estudantes serão consultados quanto ao desejo de prosseguir com a pesquisa ou não.
- Benefícios diretos e indiretos: A pesquisa contribuirá para o processo de ensino aprendizagem dos estudantes, no que diz respeitos a temas de evolução, sobretudo especiação, promovendo a aquisição de novos conhecimentos. Além disso, os resultados dessa pesquisa poderão fomentar a ressignificação das práticas do professor em sala de aula e modular novas possibilidades de ensino. Por fim, todos os estudantes envolvidos serão responsáveis pela construção do seu próprio conhecimento e quando saírem dos muros da escola, levarão consigo um

aprendizado prático, o qual jamais esquecerão pois foram a matéria prima para construção de uma ferramenta pedagógica que será utilizada por outros indivíduos e isso se torna um legado.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa (fotos, atividades e quiz), ficarão armazenados em meio digital em pen drive e meio físico impresso, sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos.

Você não pagará nada para participar desta pesquisa, também não receberá nenhum pagamento para a sua participação, pois é voluntário(a). Se houver necessidade, as despesas (deslocamento e alimentação) para a sua participação será assumida ou resarcida pelo pesquisador. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da sua participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

Este documento passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE, que é um colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos, e que está no endereço: (Rua Dr. João Moura, 92 Bela Vista, Vitória de Santo Antão-PE, CEP: 55.612-440, Tel.: (81) 3114-4152 – e-mail: cep.cav@ufpe.br).

Assinatura do pesquisador (a)

ASSENTIMENTO DO(DA) MAIOR DE 18 ANOS DE IDADE EM PARTICIPAR COMO VOLUNTÁRIO(A)

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____, abaixo assinado, concordo em participar do “SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE SELEÇÃO NATURAL E ADAPTAÇÃO NO PROCESSO DE FORMAÇÃO DE NOVAS ESPÉCIES VISANDO A PRESERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE”, como voluntário (a). Fui informado (a) e esclarecido (a) pelo (a)

pesquisador(a) sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação. Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem pagar nada.

Local e data _____

Assinatura do (da) maior de 18 anos:

Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do/a voluntário/a em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

| | |
|-------------|-------------|
| Nome: | Nome: |
| Assinatura: | Assinatura: |

APÊNDICE 4: QUESTIONÁRIO APLICADO DURANTE O MOMENTO DE SONDAGEM

EREM ANTÔNIO INÁCIO
PERGUNTAS REFERENTES AO ASSUNTO EVOLUÇÃO
SONDAGEM NO 3º ANO "A"

1º) Já ouviu falar em evolução biológica? Se sua resposta for sim, diga o que isso significa pra você.

Sem, a evolução é de uma determinada espécie.

2º) Será que o mundo sempre foi igual?

Não

3º) Como você acredita que surgiram as diferentes espécies que povoam o planeta Terra?

por mutações

4º) Qual a finalidade de ter tantas espécies diferentes?

não sei

5º) Para você o que é adaptação Biológica?

se acostumar com algo

APÊNDICE 5: QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO APLICADO DURANTE A SIMULAÇÃO DO PHET COLORADO

FRENTE

EREM ANTÔNIO INÁCIO
PRÁTICA - SIMULAÇÃO DE SELEÇÃO NATURAL E ADAPTAÇÃO

Nomes da dupla: _____ Turma: 3^º A

PARTE I

1) Depois de analisar a simulação responda:

a) Qual grupo de coelhos (pelo branco ou pelo marrom) predominou após a chegada dos lobos ao final das cinco gerações?

O grupo de coelhos marrom predominou.

b) Na sua opinião, a cor da pelagem teve influência para a predominância de determinado grupo no ambiente Tropical? Justifique sua resposta.

Sim. Pois os coelhos de pelagem marrom camuflaram-se no terreno, dessa forma, os coelhos de pelagem branca tiveram desvantagem e foram predados pelos lobos, fazendo os marrom predominarem.

c) Explique o que você observou durante a simulação.

Os coelhos não animais que propagaram-se muito rápido, mesmo com a comida limitada e com predadores recorrentes, eles difundem as gerações. Os marrom, mesmo recessivos, predominam após a predação.

PARTE II

Reinicie o simulador e siga as mesmas instruções da questão anterior, modificando apenas o habitat para "Ártico".

1) Depois de analisar a simulação responda:

a) Qual grupo de coelhos (pelo branco ou pelo marrom) predominou após a chegada dos lobos ao final das cinco gerações?

Branco.

b) Na sua opinião, a cor da pelagem teve influência para a predominância de determinado grupo no ambiente Ártico? Justifique sua resposta.

VERSO

EREM ANTÔNIO INÁCIO

Sim. Pois os coelhos brancos ficam camuflados no ambiente de mesma coloração, dessa forma, os lobos predam os marrom e os brancos predominam.

c) Explique o que você observou durante a simulação.

Os coelhos não animais que propagaram-se muito rápido, mesmo com a comida limitada e com predadores recorrentes eles difundem as gerações. Os coelhos brancos predominam.

PARTE III

2) Quais são suas considerações sobre o conteúdo de seleção natural, tendo em vista os cenários expostos?

Percebe-se a seleção natural nos cenários expostos, os indivíduos mais adaptados ao ambiente (coelhos marrom no Tropical e brancos no Ártico) predominam e repassam as gerações mais facilmente para os outros.

APÊNDICE 6: PERGUNTAS QUE FORAM ABORDADAS NA TRILHA

grupo → [redacted] 3ºA

1ª Pergunta
Se o mundo e as espécies que existem nele não foram sempre da mesma maneira, como elas se modificaram?

↓
atrasos das evoluções que ocorreram ao longo dos milhões de espécies.

2ª Pergunta
Você pensava que as diferentes espécies existentes surgiram como exposto pela professora? Justifique sua resposta.

↓
Sim, através do processo de evolução das espécies, suas mutações e adaptações, contribuindo para sua evolução.

3ª Pergunta
Para você, existe alguma relação entre adaptação e evolução por seleção natural? Descreva.

↓
Sim, pois é necessário a ser se adaptar para que ocorra a evolução, explicando assim, a seleção natural.

4ª Pergunta
Como você explicaria a extinção de algumas espécies e o surgimento de novas?

↓
A seleção natural, que consiste na relação dos organismos mais aptos a sobreviverem e desenvolverem em determinado ambiente.

APÊNDICE 7: QUESTÕES DO QUIZ

1º) A teoria da origem das espécies de Charles Darwin analisou o mecanismo evolutivo partindo de um ancestral comum. De acordo com a teoria proposta por Darwin, esses ancestrais comuns ao longo do tempo geológico sofreram alterações, que somadas e acumuladas em sucessivas gerações justificam as diferenças entre as novas espécies. Segundo o Darwinismo existem várias evidências que sustentam o fato, e o princípio utilizado por Darwin para defender a sua teoria é:

- a) Irradiação adaptativa **X**
 - b) Seleção natural
 - c) Sintetismo da evolução
 - d) Deriva genética
- Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/exercicios-sobre-evolucao/>. Acesso em 22 de setembro de 2024.

2º) (UFPR) Certos insetos apresentam um aspecto que os assemelha bastante, na cor e às vezes até na forma, com ramos e folhas de algumas plantas. Esse fato é de extremo valor para o inseto, já que o protege contra o ataque de seus predadores. Esse fenômeno, analisado à luz da Teoria da Evolução, pode ser explicado:

- a) Pela lei do uso e desuso, enunciada por Lamarck.
- b) Pela deriva genética, comum em certas populações.
- c) Pelo isolamento geográfico, que acontece com certas espécies de insetos.
- X** d) Pela seleção natural, que favorece características adaptativas adequadas para cada ambiente específico.
- e) Por uma mutação de amplo espectro, que ocorre em uma determinada espécie.

Disponível em: <https://exercicios.mundoeducacao.uol.com.br/exercicios-biologia/exercicios-sobre-selecao-natural.htm>. Acesso em 22 de setembro de 2024.

3º) (Unicamp/2025) Considera-se que a evolução cria e sustenta a biodiversidade via mudanças adaptativas em características ecologicamente relevantes. A especiação é um processo contínuo que dá origem à diversidade biológica, e está intimamente associada a mudanças no fenótipo e à adaptação ao ambiente ecológico. Assinale a alternativa correta.

- A) A deriva genética é um componente da especiação, levando a uma maior diversidade genética devido ao fluxo de genes entre populações.
- X**B) A seleção natural contribui para a adaptação ecológica tanto na presença como na ausência de isolamento geográfico entre populações.
- C) A especiação é induzida por barreiras de fluxo gênico entre populações, sendo resultante da seleção convergente baseada na ecologia entre ambientes.

D) O isolamento geográfico é necessário para que ocorra a especiação, com as novas espécies ocupando nichos ecológicos distintos.

Disponível em: <https://www.vestibulandoweb.com.br/biologia/questoes-especiacao/>. Acesso em 22 de setembro de 2024.

4º) (Acafe/2014-2) A origem das espécies está baseada nos processos evolutivos. Assinale a alternativa correta que correlaciona os processos evolutivos com suas características.

(A) Convergência adaptativa (B) Irradiação Adaptativa (C) Hibridação (D) Especiação
(1) Surgimento de novas espécies originadas a partir de um ancestral comum e que ocupam diferentes ambientes ou nichos.

(2) Surgimento de uma nova espécie, a partir do cruzamento de duas espécies diferentes, presentes no mesmo local.

(3) Populações de espécie diferentes, vivendo em ambientes semelhantes, podem desenvolver as mesmas adaptações novas como resultado da seleção natural.

(4) Surgimento de uma nova espécie a partir do isolamento geográfico de populações de uma mesma espécie.

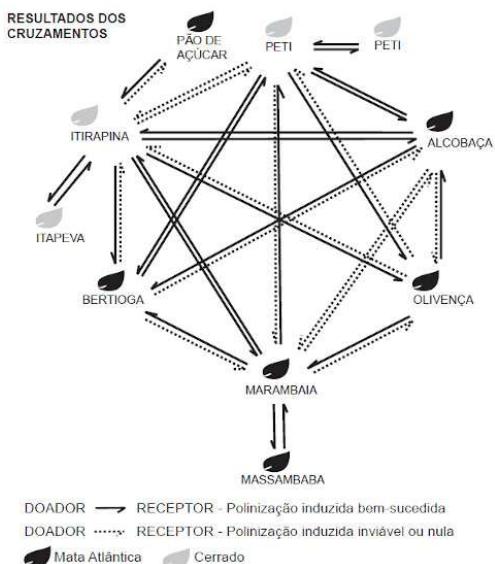
A) A/3 – B/2 – C/4 – D/2 B) A/4 – B/1 – C/2 – D/3 C) A/2 – B/3 – C/1 – D/4

XD) A/3 – B/1 – C/2 – D/4

Disponível em: <https://www.aio.com.br/questions/content/a-origem-das-espécies-esta-baseada-nos-processos-evolutivos-assinale-a>. Acesso em 22 de setembro de 2024.

5º) (Enem 2018) O processo de formação de novas espécies é lento e repleto de nuances e estágios intermediários, havendo uma diminuição da viabilidade entre cruzamentos. Assim, plantas originalmente de uma mesma espécie que não cruzam mais entre si podem ser consideradas como uma espécie se diferenciando. Um pesquisador realizou cruzamentos entre nove populações — denominadas de acordo com a localização onde são encontradas — de uma espécie de orquídea (*Epidendrum denticulatum*). No diagrama estão os resultados dos cruzamentos entre as populações. Considere que o doador fornece o pólen para o receptor.

FIORAVANTI, C. Os primeiros passos de novas espécies: plantas e animais se diferenciam por meio de mecanismos surpreendentes. Pesquisa Fapesp, out. 2013 (adaptado).



Em populações de quais localidades se observa um processo de especiação evidente?

- Bertioga e Marambaia; Alcobaça e Olivença.
- Itirapina e Itapeva; Marambaia e Massambaba.
- Itirapina e Marambaia; Alcobaça e Itirapina.
- Xd)** Itirapina e Peti; Alcobaça e Marambaia.
- Itirapina e Olivença; Marambaia e Peti.

Disponível em: <https://descomplica.com.br/gabarito-enem/questoes/2018/segundo-dia/o-processo-de-formacao-de-novas-especies-e-lento-e-repleto-de-nuances-e-estagios-intermediarios-ha/>. Acesso em 22 de setembro de 2024.

6º) (UFRS) Leia as seguintes afirmações sobre a especiação geográfica.

- Para que ocorra a formação de uma nova espécie, é necessário o isolamento reprodutivo, seguido pelo isolamento geográfico.
- As populações geograficamente isoladas sofrem alterações nos seus conjuntos gênicos, o que pode conduzir à formação de uma nova espécie.
- A barreira que leva ao isolamento geográfico pode ser física ou etológica.

Quais são corretas?

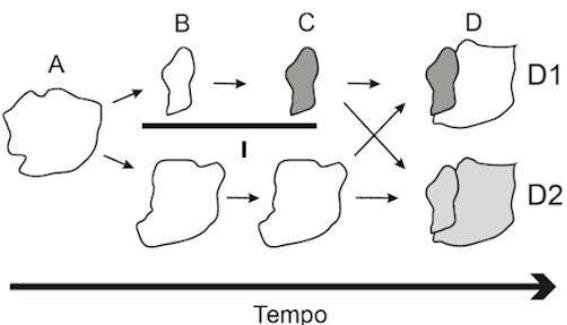
- Apenas I. **XB)** Apenas II. C) Apenas I e III. D) Apenas II e III. E) I, II e III.

Disponível em: <https://quizlet.com/br/867062910/especiacao-flash-cards/>. Acesso em 22 de setembro de 2024.

7º) (Enem 2020) Uma população (momento A) sofre isolamento em duas subpopulações (momento B) por um fator de isolamento (I). Passado um tempo, essas subpopulações apresentam características fenotípicas e genotípicas que as distinguem (momento C), representadas na figura pelas tonalidades de cor. O posterior desaparecimento do fator de isolamento I pode levar, no momento D, às situações D1 e D2.

A representação indica que, no momento D, na situação

- D1 ocorre um novo fator de isolamento geográfico.
- D1 existe uma única população distribuída em gradiente.
- Xc)** D1 ocorrem duas populações separadas por isolamento reprodutivo.
- D2 coexistem duas populações com características fenotípicas distintas.
- D2 foram preservadas as mesmas características fenotípicas da população original A.



Disponível em: <https://descomplica.com.br/gabarito-enem/questoes/2020/segundo-dia/representacao-indica-que-no-momento-d-na-situacao/>. Acesso em 22 de setembro de 2024.

8º) (UPF/2020) De acordo com evidências científicas, novas espécies surgem normalmente por diversificação de uma espécie ancestral, por meio de dois diferentes processos: a especiação alopátrica e a especiação simpática. Sobre especiação, analise os seguintes eventos:

- I. Acúmulo de diferenças genéticas entre as populações.
- II. Estabelecimento de isolamento reprodutivo.
- III. Surgimento de barreira geográfica.

A sequência **correta** em que esses eventos ocorrem no processo de especiação alopátrica é:

- A) II, III e I. B) I, II e III. C) I, III e II. D) III, II e I. **XE) III, I e II.**

Disponível em: <https://app.estuda.com/questoes/?id=6894879>. Acesso em 22 de setembro de 2024.

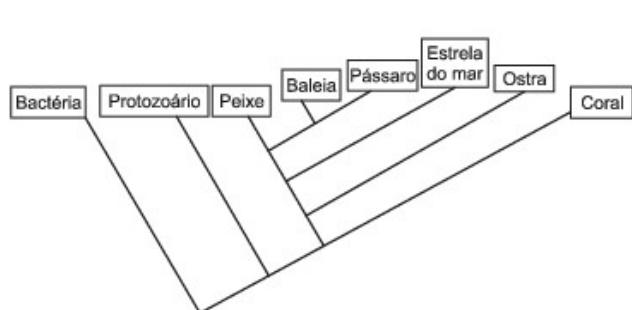
9º) (Enem 2019) A principal explicação para a grande variedade de espécies na Amazônia é a teoria do refúgio. Nos últimos 100000 anos, o planeta sofreu vários períodos de glaciação, em que as florestas enfrentaram fases de seca. Dessa forma, as matas expandiram-se e depois reduziram-se. Nos períodos de seca prolongados, cada núcleo de floresta ficava isolado do outro. Então, os grupos de animais dessas áreas isoladas passaram por processos de diferenciação genética, muitas vezes se transformando em espécies ou subespécies diferentes das originais e das que ficaram em outros refúgios.

O principal processo evolutivo relacionado ao texto é a

- a) anagênese b) coevolução **Xc)** evolução alopátrica d) evolução simpática e) convergência adaptativa

Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br>. Acesso em: 22 setembro de 2024.

10º) (UFU/2011) Observe a árvore filogenética adiante.



Espera-se encontrar maior semelhança entre os genes de
XA) baleia e pássaro
B) bactéria e protozoário
C) estrela-do-mar e ostra
D) ostra e coral.

Disponível em: <https://www.vestibulandoweb.com.br/questoes/questao-comentada-sobre-cladograma-da-ufu/>.

Acesso em 22 de setembro de 2024.

APÊNDICE 8: QUESTIONÁRIO APLICADO NO FINAL DA PESQUISA

EREM ANTÔNIO INÁCIO NOME: TURMA: 3ºA" 2024 PROFª DAMARIS
QUESTÕES SOBRE ADAPTAÇÃO, SELEÇÃO NATURAL E BIODIVERSIDADE (MATERIAL DE PESQUISA DE MESTRADO)

1º) Como você acredita que surgiram as diferentes espécies que povoam o planeta Terra?

através de um processo chamado de especiação, evolução e modificações ao longo do tempo.

2º) O que é biodiversidade?

é o termo que descreve a variedade de seres vivos no planeta.

3º) O que é adaptação?

O processo pelo qual os organismos se ajustam ao ambiente para sobreviver e se reproduzir; as adaptações podem ser características físicas, comportamentais ou fisiológicas.

4º) O que é seleção natural?

é um mecanismo evolutivo que favorece características hereditárias que aumentam a probabilidade de sobrevivência de um organismo.

5º) O que é especiação e como ocorre?

é quando uma espécie ancestral se divide em duas ou mais espécies descendentes que são geneticamente modificadas e não conseguem mais se intercruzarem.

6º) Como a adaptação e a seleção natural contribuem para o processo de formação de novas espécies e de que forma isso pode ser fundamental para a preservação da biodiversidade?

A adaptação e a seleção natural contribuem para as modificações dos indivíduos para se adaptar ao meio, formando assim, novas espécies, aumentando a biodiversidade no planeta.

APÊNDICE 9: CARTILHA COMO RECURSO DIDÁTICO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA - CAV
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA - PROFBIO



SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE SELEÇÃO NATURAL E ADAPTAÇÃO NO PROCESSO DE FORMAÇÃO DE NOVAS ESPÉCIES VISANDO A PRESERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.



Damaris Marques Ferreira
José Eduardo Garcia



APRESENTAÇÃO

Caro docente, frente as necessidades formativas esperadas que a escola possa promover, faz-se necessário pensar em estratégias de ensino que atendam expectativas, que vão além da promoção da aprendizagem de conceitos, mas que possibilitem uma aprendizagem significativa. Nessa perspectiva, essa cartilha tem como objetivo, auxiliá-lo em seu planejamento trazendo uma proposta de ensino, caracterizada como uma sequência didática sobre seleção natural e adaptação no processo de formação de novas espécies, visando a preservação da biodiversidade.

Essa cartilha é um produto educacional desenvolvido no Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, da UFPE-CAV, a partir da elaboração e intervenção, bem como de sua análise e validação mediante os resultados alcançados por meio de uma pesquisa, que teve como objetivo principal, desenvolver e implementar uma sequência didática, como facilitadora, sobre os princípios da evolução (seleção natural, adaptação e especiação). Ao longo deste material são apresentados fundamentos teórico-metodológicos do ensino, a descrição da aplicação e as possíveis contribuições que podem surgir pela utilização da sequência didática.

Esse material é de fácil manuseio e esperamos que seja valioso para planejamento de professores de biologia, para suas práticas pedagógicas e possibilitando desenvolver no estudante o protagonismo, exercendo papel intelectual ativo e sendo construtor de seu conhecimento, a fim de que venha a desenvolver habilidades como autonomia, criticidade, reflexão, pensamento coletivo e cooperação.

Desejamos a você uma experiência exitosa com o uso dessa cartilha, assim como uma apropriação satisfatória, para que possam trabalhar com outros objetos de conhecimento por meio dessa abordagem.

Os autores



SUMÁRIO

| | |
|--|---------|
| Introdução..... | 4 e 5 |
| Fundamentação Da Metodologia da Sequência Didática..... | 6 e 7 |
| Metodologia da Sequência de Ensino Investigativa (SEI)..... | 8 |
| 1º Momento: Diagnose Dos Conhecimentos Prévios dos Estudantes..... | 9 e 10 |
| 2º Momento: Uso Online do Simulador de Seleção Natural..... | 10 à 13 |
| 3º Momento: Trilha..... | 13 à 15 |
| 4º Momento: Quiz..... | 15 |
| 5º Momento: Visita à Museus Virtuais..... | 16 e 17 |
| 6º Momento: Avaliação..... | 17 e 18 |
| Considerações Finais..... | 19 |
| Bibliografia..... | 20 |



3

INTRODUÇÃO

A evolução é o processo de adaptação e mudança dos seres vivos ao longo do tempo, em resposta às alterações ambientais. Esse processo explica a grande variedade de organismos que existem no planeta. Charles Darwin é um dos principais precursores desse conhecimento, sendo considerado um dos cientistas e pensadores mais importantes da história por ter sido o primeiro a oferecer evidências científicas e explicar o mecanismo da evolução das espécies, a seleção natural. A teoria da evolução de Darwin, proposta na obra "A Origem das Espécies", mudou radicalmente a biologia e a forma como os pesquisadores da época viam o surgimento das espécies. Este tema é abordado durante as aulas de biologia no ensino médio e, em um cenário educacional como o brasileiro, onde o ensino de conceitos evolutivos se mostra desafiador, além de perceber a dificuldade que os estudantes têm em aprender evolução, tornou-se necessário pensar em estratégias que visem o protagonismo juvenil, através do ensino investigativo, promovendo uma aprendizagem mais significativa.

Dentre as teorias evolucionistas mais recentes podemos destacar as ideias de Lamarck e Darwin. Lamarck figurou entre os primeiros cientistas a apresentar uma teoria sobre a evolução dos seres vivos e firmava-se em dois pontos principais: a transmissão dos caracteres adquiridos e a lei do uso e desuso. Darwin é considerado o pai da teoria moderna da evolução, afirmado que existem variações entre indivíduos de uma mesma espécie, e que com isso, os indivíduos mais adaptados ao ambiente têm mais possibilidade de sobreviver, deixar descendentes e transmitir, assim, suas características.

Sendo assim, a biologia evolutiva busca contribuir com a sociedade, atendendo às suas necessidades e oferecendo aplicações que ultrapassam os limites das ciências biológicas. A biologia evolutiva contribui em muitas áreas, como a saúde das pessoas, o cultivo de



alimentoso, uso consciente de recursos naturais, a criação de novos produtos, a proteção do meio ambiente e o estudo das diferenças entre os seres humanos (Futuyma, 2002).

Visando uma na aprendizagem conteúdos como esse, Carvalho (1998) destaca a importância da elaboração de sequências investigativas que conduzam o aluno à construção gradual e significativa de conceitos científicos. Essa abordagem propõe a superação da passividade do estudante, colocando-o como agente ativo no processo de aprendizagem, ao integrar o conteúdo à sua realidade e favorecer o desenvolvimento de atitudes e procedimentos por meio da escuta e participação.

A verdade é que toda essa metodologia visa promover cidadãos mais conscientes e, para Morin (2011) é fundamental que os indivíduos desenvolvam sensibilidade, assumam responsabilidade e estejam comprometidos com seu próprio processo de mudança, pois é a partir dessa transformação pessoal que se torna possível promover a transformação do mundo.

Sendo assim, espera-se que as novas gerações busquem um maior entendimento sobre a complexidade da Evolução e que seus estudos nos tragam um maior esclarecimento sobre o mecanismo que leva a formação de novas espécies, assim como as possíveis medidas que podem ser tomadas para a manutenção e equilíbrio entre os mais diversos organismos, visando harmonia entre elas e mostrando a importância da simbiose que nos rege.



FUNDAMENTAÇÃO DA METODOLOGIA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Partindo de conversas com alguns colegas professores quanto ao desafio de ensinar evolução de maneira mais compreensível e do desafio frente as novas tecnologias e experiência própria vivida em sala tornou-se necessário a produção e implementação de uma sequência didática, que contribuisse para o entendimento sobre seleção natural e adaptação no processo de formação de novas espécies visando a preservação da biodiversidade, tudo isso atrelado ao uso de algumas ferramentas tecnológicas.

Fundamentando o ensino investigativo, Hilário e Souza (2017) descrevem a sequência de Ensino por Investigação como uma metodologia de ensino onde se usa alguns procedimentos compatíveis, que permitem aos estudantes envolvidos a atuação ativa nas atividades propostas para a aprendizagem. Abaixo uma breve fundamentação das etapas para justificar a aplicação das atividades propostas.

Simulador de Seleção Natural

A escola tem um papel fundamental a desempenhar incluindo várias formas de linguagens como meios de comunicação, análise e interpretação da informação e, ao mesmo tempo, promovendo o desenvolvimento da capacidade dos alunos de acompanhar as transformações tecnológicas que trazem novas formas de aprendizagem também (Pontuschka; Paganelli; Cacete, 2007, p. 261).

Trilha

A falta de espaços nas escolas onde os alunos podem entrar em contato com a natureza é uma limitação, como apontado por Elali (2003). O uso de espaços abertos proporciona a possibilidade de encontros com o mundo natural, permitindo que os alunos interajam com plantas, animais e observem mudanças associadas às estações e ciclos naturais.

Quiz

Couto, Santos, Travaglia, Pereira e Mallmann (2023), destacam que metodologias ativas, como os jogos didáticos, podem ser aplicadas em todas as etapas do ensino, inclusive na avaliação, sendo o quiz – entendido como uma sequência de perguntas de múltipla escolha – um recurso que torna esse momento mais eficiente, estimulante e menos exaustivo, contribuindo para resultados mais satisfatórios.

Visita à Museus Virtuais

De acordo com Moran (2004), uma das principais responsabilidades das instituições escolares e órgãos educacionais na atualidade é organizar e flexibilizar o currículo, equilibrando o tempo destinado às atividades presenciais e virtuais, buscando integrar esses espaços de forma criativa e inovadora.

Nesse contexto, o museu virtual aparece como uma ferramenta relevante, pois, segundo Henriques (2018), trata-se de um ambiente digital que utiliza a internet para promover ações museológicas interativas com o público, funcionando como um espaço complementar ao físico e caracterizado pelos princípios de mediação, relação e interação entre o público e o patrimônio cultural.



METODOLOGIA DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI)



A sequência de Ensino Investigativa (SEI) adota uma metodologia centrada no aprendizado ativo, em que o aluno assume um papel protagonista na construção do próprio conhecimento. Essa abordagem pedagógica organiza-se em etapas que favorecem o despertar da curiosidade, a formulação de hipóteses, a realização de experimentos, a interpretação de dados e o desenvolvimento da argumentação.

Para facilitar o entendimento, foi construído um fluxograma (figura 1) que cita as etapas da metodologia da sequência didática.

Figura 1: Fluxograma com as etapas da metodologia da SEI



Fonte: Autora (2025)

DIAGNOSE DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ESTUDANTES COM RELAÇÃO A ALGUNS ASPECTOS SOBRE EVOLUÇÃO



Questionário de conhecimentos prévios

Duração: 1 aula de 50 minutos

Objetivo: Analisar os conhecimentos prévios dos estudantes

O questionário contém perguntas formuladas com o intuito de entender qual o nível de conhecimento evolutivo inicial dos estudantes diante de perguntas consideradas básicas. Espera-se que o estudante pense e responda com clareza e simplicidade a fim de facilitar o processo de análise de dados. As respostas dos estudantes serão classificadas como insatisfatória, parcialmente satisfatória e, ou, satisfatória, para posterior análise, atendendo aos critérios descritos no quadro abaixo:

Quadro 1: Perguntas aplicadas na sondagem

| PERGUNTAS | INSATISFATÓRIO | PARCIALMENTE SATISFATÓRIO | SATISFATÓRIO |
|--|-------------------------------|---|--|
| 1. Já ouviu falar em evolução biológica? Se sua resposta for sim, diga o que isso significa pra você. | Se responder que NÃO, apenas. | Se responderem sim, com embasamento criacionista ou científico, mas sem ligação com a evolução. | Se responderem sim e descreverem conceitos ligados a evolução biológica. |
| 2. Será que o mundo sempre foi igual? | Se responder SIM | | Se responder NÃO |
| 3. Como você acredita que surgiram as diferentes espécies que povoam o planeta Terra? | Se responder que não sabe | Se tiverem a noção, mas sem responder de forma científica | Se responder evolução de forma clara, cientificamente. |
| 4. Qual a finalidade de ter tantas espécies diferentes? | Se responder que não sabe | Se relacionar apenas a biodiversidade | Se descrever biodiversidade relatando algum objetivo. |

| | | | |
|--|---------------------------|--|---|
| 5.Para você o que é adaptação biológica? | Se responder que não sabe | Se tiverem apenas a noção de adaptação | Se descrever adaptação biológica de forma simples ou aprofundada. |
|--|---------------------------|--|---|



Primeira atividade prática: uso online do simulador de seleção natural.
DURAÇÃO: 1 aula de 50 minutos

A escola cumpre papel importante ao apropriar-se das várias modalidades de linguagens como instrumentos de comunicação, análise e interpretação das informações e desenvolvendo a capacidade do aluno de assimilar as mudanças tecnológicas que, entre outros aspectos, implicam também novas formas de aprender (Pontuschka; Paganelli; Cacete 2007, p. 261). A partir daí, durante uma busca por novas ferramentas que evidenciem o tema “evolução” de forma mais prática foi identificada uma simulação, na plataforma PHET COLORADO, disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/natural-selection/about, onde é evidenciada a seleção natural de forma abrangente.

A simulação apresenta coelhos de cor branca e de cor marrom, que tentam sobreviver às variações do ambiente e aos fatores de resistência ambiental. Nessa simulação é possível estudar mutação, genética e seleção natural. Os objetivos dessa atividade se apresentam descritos na plataforma e são: determinar quais mutações são favorecidas pelos agentes de seleção e variedade de alimentos e quais mutações são neutras; descrever quais características alteram a capacidade de sobrevivência de um organismo em diferentes ambientes; fazer experiências com ambientes que produzem uma população estável de coelhos, uma população que morre e uma população que domina o mundo; rastrear genes por várias gerações; comparar como os genes dominantes e recessivos são transmitidos aos descendentes.

Na mesma plataforma foi encontrado um estudo prático sobre o uso do simulador contendo perguntas para aplicação de uma prática investigativa. As perguntas de autoria do Prof. Paulo Temoteo, disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt/activities/7156>, foram usadas durante o uso do simulador e os estudantes precisaram responder às perguntas

presentes no questionário do estudo prático. As respostas dos estudantes nos ajudarão a compreender a concepção sobre a seleção natural, pela visão deles, e entender até que ponto a atividade tem importância para melhor fixação deste conteúdo. As mesmas serão classificadas como insatisfatória, parcialmente satisfatória e, ou, satisfatória, para posterior análise, atendendo aos critérios descritos no quadro abaixo.

Quadro 2: Questionário investigativo aplicado durante a simulação do Phet Colorado

| | PERGUNTAS | Insatisfatório | Parcialmente satisfatório | Satisfatório |
|---|--|--|---|--|
| PARTE 1: Diante da análise do simulador de seleção natural responda: | a) Qual grupo de coelhos (pelo branco ou pelo marrom) predominou após a chegada dos lobos ao final das cinco gerações? | Se a dupla não responder ou se responder que os beneficiados foram os coelhos brancos. | | Se a dupla responder que foram os coelhos marrons. |
| Parte 1 | b) Na sua opinião, a cor da pelagem teve influência para a predominância de determinado grupo no ambiente Tropical? Justifique sua resposta. | Se a dupla responder não ou se responder apenas "não" sem a justificativa | | Se a dupla responder "sim" e justificar de acordo com as ideias da seleção natural. |
| Parte 1 | c) Explique o que você observou durante a simulação. | Se a dupla não explicar nada ou se explicar fora do contexto da seleção natural. | Se relatarem algo relacionado ao processo de seleção natural de forma simples, sem descrever a mutação nem os fatores que estão limitando a população na simulação. | Se relatarem a mutação ocorrida, os fatores limitantes da população e o processo de seleção natural. |

| | | | | |
|---|--|--|---|--|
| PARTE 2 Reinicie o simulador e siga as mesmas instruções da questão anterior, modificando apenas o habitat para “Ártico”. | a) Qual grupo de coelhos (pelo branco ou pelo marrom) predominou após a chegada dos lobos ao final das cinco gerações? | Se a dupla não responder ou se responder que os beneficiados foram os coelhos brancos. | | Se a dupla responder que foram os coelhos brancos. |
| PARTE 2 | b) Na sua opinião, a cor da pelagem teve influência para a predominância de determinado grupo no ambiente Ártico? Justifique sua resposta. | Se a dupla responder não ou se responder apenas “não” sem a justificativa | | Se a dupla responder “sim” e justificar de acordo com as ideias da seleção natural. |
| PARTE 2 | c) Explique o que você observou durante a simulação. | Se a dupla não explicar nada ou se explicar fora do contexto da seleção natural. | Se relatarem algo relacionado ao processo de seleção natural de forma simples, sem descrever a mutação nem os fatores que estão limitando a população na simulação. | Se relatarem a mutação ocorrida, os fatores limitantes da população e o processo de seleção natural. |

| | | | | |
|---------|--|--|---|---|
| PARTE 3 | Quais são suas considerações sobre o conteúdo de seleção natural, tendo em vista os cenários expostos? | Se a dupla não explicar nada ou se explicar fora do contexto da seleção natural. | Se descreverem a importância da seleção natural, apenas, sem relacionar com a formação de novas espécies. | Se descreverem a importância do ambiente na seleção natural e adaptação relacionando ao processo de formação de novas espécies. |
|---------|--|--|---|---|

Segunda atividade prática: Trilha

DURAÇÃO: Uma aula de 50 minutos

Essa proposta didática foi pensada com a intenção de levar o estudante a aplicar o aprendizado de forma lúdica e a explorar mais os ambientes da escola fora das salas formais de aula.

Dessa forma, uma atividade que englobe conhecimento, ludicidade, movimento e espaços abertos se torna desejável para uma aprendizagem significativa e satisfatória, trazendo o aluno à construção do seu conhecimento, fazendo com que desenvolva o protagonismo juvenil; ao mesmo tempo em que esta atividade proporciona um desapego, momentâneo, quanto às tecnologias mostrando ao estudante que possível manter equilíbrio entre as diversas ferramentas de aprendizagem.

Seguindo essa linha de pensamento, as perguntas foram produzidas com a intenção de levar os estudantes a buscarem respostas para os questionamentos de forma conjunta, disseminando seus conhecimentos na tentativa de investigar alguns eventos ligados a seleção natural, adaptação e especiação.

As perguntas foram colocadas em caixinhas e guardadas em esconderijos. Uma pista foi colocada na porta da sala, outra junto com a primeira pergunta (escondida em um jardim). A primeira pista levando até o esconderijo da segunda pergunta e vice-versa.

A proposta é uma atividade investigativa através de uma trilha, no estilo caça ao tesouro, onde algumas perguntas foram distribuídas nos jardins da escola, refeitório e quadra poliesportiva. Essas perguntas foram guardadas em caixinhas que foram escondidas nos lugares descritos acima. Logo após, os estudantes foram orientados a irem achando as pistas que levavam até as perguntas. A medida em que os grupos de sete pessoas, chegavam até a última pergunta eles eram orientados a se dirigir até a área do refeitório para refletir sobre os questionamentos e redigir suas respostas. Ao finalizar as respostas, os estudantes retornaram à sala, onde as respostas foram analisadas e debatidas entre a pesquisadora e os estudantes. Essa atividade visa contemplar os objetivos específicos, dois, três e quatro desta pesquisa, descritos na introdução da mesma.

Quadro 3: Perguntas usadas na trilha e forma de análise

| Perguntas | Insatisfatório | Parcialmente satisfatório | Satisfatório |
|---|---|---|--|
| 1º Se o mundo e as espécies que existem nele não foram sempre da mesma maneira, como eles se modificaram? | Se o grupo não responder, se relacionar com o Criacionismo ou se a resposta não tiver relação com a evolução. | Se a resposta tiver relação com a evolução, mas de forma inconsistente. | Se a resposta tiver relação com a evolução de forma consistente. |
| 2º Vocês pensavam que as diferentes espécies existentes no planeta Terra surgiram como exposto pelo professor? Justifique sua resposta. | Se o grupo não responder ou responder que não | | Se o grupo responder |

| | | | |
|--|---|---|---|
| 3º Para vocês, existe alguma relação entre adaptação e evolução por seleção natural? Descreva. | Se o grupo responder “não” ou não responder | Se o grupo responder sim, mas não conseguir relacionar os dois processos. | Se o grupo responder sim e descrever a relação entre os dois processos. |
| 4º Como vocês explicariam a extinção de algumas espécies e o surgimento de novas? | Se o grupo não responder ou relacionar com algum fenômeno não científico. | Se a resposta tiver relação com a evolução, mas de forma inconsistente. | Se a resposta tiver relação com a evolução, mas de forma consistente. |

Terceira atividade prática: Quiz

Duração: Uma aula de 50 minutos

O próximo passo foi a criação de um Quiz que, já há algum tempo, vem sendo usado como ferramenta de aprendizado e avaliação como opção ao uso de tecnologias na aprendizagem.

Para a aplicação do Quiz utilizou-se a plataforma “Kahoot”. Ela foi escolhida porque, de acordo com Lira (2021), trata-se de uma plataforma de alcance global, com caráter colaborativo, voltada para o uso de jogos educativos. Essa ferramenta oferece suporte tanto a professores quanto a alunos e outros profissionais da educação, contribuindo para a elaboração de conteúdos dinâmicos e, simultaneamente, para a otimização das rotinas pedagógicas dos docentes.

Nessa proposta, dois estudantes monitores foram previamente selecionados pelo professor regente da unidade curricular “biologia”, de acordo com a desenvoltura, interesse pelo assunto e interesse em produzir o Quiz. Eles foram orientados a buscarem dez questões relacionadas ao tema do assunto estudado em sala (seleção natural, adaptação e especiação), de preferência, questões de vestibulares e Enem, com o intuito de testar a aprendizagem dos conhecimentos abordados, principalmente durante a exposição do conteúdo. As questões estão descritas no anexo I dessa cartilha.

Quarta atividade prática: Visita à museus virtuais

Duração: Uma aula de 50 minutos



Com o objetivo de enriquecer o processo de ensino e aprendizagem sobre evolução biológica, foi planejada uma visita virtual ao Museu Nacional de História Natural do Smithsonian Institute, localizado em Washington (EUA), e ao Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (USP). A proposta proporciona aos alunos uma experiência educativa diferenciada, por meio da exploração de acervos científicos de grande relevância, conectando teoria e prática de maneira acessível, interativa e contextualizada.

A atividade tem como foco o aprofundamento dos conteúdos relacionados à origem e diversidade das espécies, fósseis, seleção natural e adaptação ao longo do tempo. Por meio dos tours virtuais oferecidos pelas plataformas digitais dos museus, os estudantes terão a oportunidade de observar réplicas de fósseis, esqueletos de animais extintos, dioramas de habitats naturais e painéis explicativos que dialogam diretamente com os temas discutidos em sala de aula.

O percurso da atividade é dividido em duas etapas. Na primeira, os alunos são orientados a acessar, individualmente ou em duplas, a visita virtual ao National Museum of Natural History ([https://naturalhistory2.si.edu/vt3/NMNH/?startscene=21&startactions=lookat\(-61.72,-5.88,120,0,0\);o](https://naturalhistory2.si.edu/vt3/NMNH/?startscene=21&startactions=lookat(-61.72,-5.88,120,0,0);o)), com atenção especial à ala da Fossil Hall, onde estão expostas espécies extintas, transições evolutivas e registros paleontológicos que ilustram a transformação das formas de vida ao longo das eras geológicas. A segunda etapa é dedicada à exploração do acervo digital do Museu de Zoologia da USP (<https://mz.usp.br/pt/exposicao-virtual/>), com foco na biodiversidade brasileira e nas evidências evolutivas presentes na fauna nacional, observando-se as características morfológicas que apontam para processos de adaptação e especialização das espécies.

Vale lembrar que, para um bom feedback é necessário que as salas de aula da instituição onde será promovida atividade, apresentem internet de boa qualidade e que favorece uma experiência abrangente e duradoura.

Para essa atividade também se faz necessário o uso de óculos de realidade virtual (RV), que permitem explorar diferentes formas de interação, buscando otimizar os processos de aprendizagem por meio de dispositivos como controle de movimento e óculos de RV. Para este momento, os estudantes precisam acessar dois endereços eletrônicos para terem uma experiência completa usando os óculos RV. Os estudantes podem acessar o vídeo para ter uma experiência com a realidade virtual pelo endereço eletrônico: <https://youtu.be/4N7n77XR27Q?si=7sUy6pzsYthcJzEX>; A figura 3 a visita guiada pelo museu de Zoologia da USP.

Figura 3: Visita ao museu de zoologia da USP



Fonte: <https://youtu.be/4N7n77XR27Q?si=7sUy6pzsYthcJzEX>, em 01 de agosto de 2025, às 16:45h.

Avaliação: Uso do questionário de avaliação

O uso do questionário por se tratar de uma técnica relevante nas investigações em ciências sociais, pois permite a coleta de dados por meio de perguntas escritas, com o intuito de obter informações sobre opiniões, experiências vividas e outros aspectos pertinentes à pesquisa (Alves-Mazzotti & Gewandsznaider, 2002).

O questionário de avaliação produzido contém seis questões, onde são abordados os conceitos de adaptação, seleção natural, biodiversidade e preservação das espécies. Esse momento é de extrema importância, visto que, a partir do resultado deste questionário, atrelado às demais etapas da sequência didática foi obtido o feedback final da pesquisa.

Quadro 5: Questionário Aplicado No Final Da Pesquisa - questões sobre adaptação, seleção natural e biodiversidade

| Perguntas | Insatisfatório | Parcialmente Satisfatório | Satisfatório |
|--|--|---|--|
| 1º) Como você acredita que surgiram as diferentes espécies que povoam o planeta Terra? | Se responder que não sabe ou ligar ao Criacionismo | Se tiverem a noção, mas sem relacionar de forma clara a evolução. | Se responder evolução de forma clara, cientificamente. |
| 2º) O que é biodiversidade? | Se não responder ou se responder que não sabe. | Se conceituar biodiversidade de forma inconsistente. | Se conceituar biodiversidade de forma clara., científicamente. |
| 3º) O que é adaptação biológica? | Se não responder ou se responder que não sabe. | Se conceituar adaptação de forma vaga, de forma não científica. | Se conceituar adaptação biológica de forma clara., com embasamento científico. |
| 4º) O que é seleção natural? | Se não responder ou se responder que não sabe | Se conceituar adaptação de forma vaga, de forma não científica. | Se conceituar de forma clara, com embasamento científico. |
| 5º) O que é especiação e como ocorre? | Se não responder ou se responder que não sabe. | Se conceituar especiação de forma vaga, de forma não científica. | Se conceituar de forma clara, com embasamento científico. |
| 6º) Como a adaptação e a seleção natural contribuem para o processo de formação de novas espécies e de que forma isso pode ser fundamental para a preservação da biodiversidade? | Se não responder ou se responder que não sabe. | Se descrever fazendo relação ao processo de ajuste quanto as mudanças ambientais proporcionando o aparecimento de novas espécies, apenas. | Se descrever fazendo relação ao processo de ajuste quanto as mudanças ambientais proporcionando o aparecimento de novas espécies e relacionar a preservação da biodiversidade. |

Considerações Finais



A validação do produto ocorreu a partir da análise dos dados coletados durante sua aplicação em uma turma do segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública situada no agreste de Pernambuco.

A SEI favoreceu o protagonismo estudantil, constituindo fator diferenciado em relação ao ensino tradicional, o qual, não tem atendido plenamente às demandas necessárias para uma formação significativa, quando levado em consideração perfil estudantil atual e o contexto tecnológico.

Esse material apresenta benefícios significativos à prática do educador, pois constitui um material de apoio que pode ser facilmente reproduzido e adaptado pelos professores em diferentes contextos escolares. Esse recurso ajuda na harmonização pedagógica, oferecendo um caminho estruturante que alia teoria e prática, além de possibilitar a integração entre os conhecimentos prévios dos estudantes e o saber científico. Ao adotar a abordagem investigativa, a cartilha estimula a participação ativa dos alunos, promove o desenvolvimento de competências como autonomia, criticidade e cooperação, e contribui para a construção de um ensino mais significativo e contextualizado, auxiliando na superação dos limites do ensino tradicional.

BIBLIOGRAFIA



ALVES-MAZZOTTI, A.J. e GEWANDSZNAIDER, F. O método nas Ciências Naturais e Exatas. São Paulo: Ed. Thomson Learning, 2^a edição. 2002.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. v.3., 765-794, 2018.

COUTO, Thiago Ferreira; SANTOS, Carla Marczcaokoski; TRAVAGLIA, Greice; PEREIRA, Heloá Izabelle; MALLMANN, Jaqueline De Senna. Quiz Como Ferramenta De Avaliação. II Congresso Brasileiro On-line de Ensino, Pesquisa e Extensão - ENSIPEX. 2023. Disponível em:<https://ime.events/ensipex2023/pdf/13607#:~:text=Como%20metodologia%20nesta%20pesquisa%2C%20analisamos,ao%20final%20de%20cada%20avalia%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em 31 de janeiro de 2025.

ELALI, G. A. O ambiente da escola: o ambiente na escola. São Paulo: Portal educação, 2003.

FUTUYMA, Douglas J. Biologia Evolutiva. 3. ed. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2002.

HILÁRIO, Giselle Furtado; SOUZA, Karina Aparecida. Sequência de Ensino Investigativa: uma proposta metodológica para o ensino de ciências. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, Curitiba, v. 10, n. 2, p. 65-83, 2017. Disponível em:[https://ifg.edu.br/attachments/article/10717/Produto_2018_Thiago_Wedson_Hil%C3%A3rio\(.pdf1500kb\).pdf](https://ifg.edu.br/attachments/article/10717/Produto_2018_Thiago_Wedson_Hil%C3%A3rio(.pdf1500kb).pdf). Acesso em 21 de março de 2025.

LIRA, Márcia. Kahoot!: entenda aqui como funciona a plataforma de educação! B2B Stack, 2021. Disponível em:<https://blog.b2bstack.com.br/kahoot/>. Acesso em: 31 de janeiro de 2025.

MORAN., J. M. (2004). Os Novos Espaços De Atuação Do Professor Com As Tecnologias. Revista Diálogo Educacional, 4(12), 13-21. <https://doi.org/10.7213/rde.v4i12.6938>. Acesso em 31 de janeiro de 2025.

MORIN, Edgar; Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2^a Ed. 2010.

PONTUSCHKA, Níbia Nacib; PAGANELLI, Tomoko Iyda; CACETE, Núria Hanglei. Para

ensinar e aprender Geografia. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

360 ALEATÓRIO VÍDEOS EM 360. Museu de Zoologia da USP em 360 graus. YouTube, 1º jun. 2020. Disponível em: <https://youtu.be/4N7n77XR27Q>. Acesso em: 01 ago. 2025.

Anexo 1

Perguntas do Quiz



1º) A teoria da origem das espécies de Charles Darwin analisou o mecanismo evolutivo partindo de um ancestral comum. De acordo com a teoria proposta por Darwin, esses ancestrais comuns ao longo do tempo geológico sofreram alterações, que somadas e acumuladas em sucessivas gerações justificam as diferenças entre as novas espécies. Segundo o Darwinismo existem várias evidências que sustentam o fato, e o princípio utilizado por Darwin para defender a sua teoria é:

- a) Irradiação adaptativa
- Xb)** Seleção natural
- c) Sintetismo da evolução
- d) Deriva genética

Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/exercicios-sobre-evolucao/>. Acesso em 22 de setembro de 2024

2º) (UFPR) Certos insetos apresentam um aspecto que os assemelha bastante, na cor e às vezes até na forma, com ramos e folhas de algumas plantas. Esse fato é de extremo valor para o inseto, já que o protege contra o ataque de seus predadores. Esse fenômeno, analisado à luz da Teoria da Evolução, pode ser explicado:

- a) Pela lei do uso e desuso, enunciada por Lamarck.
- b) Pela deriva genética, comum em certas populações.
- c) Pelo isolamento geográfico, que acontece com certas espécies de insetos.
- Xd)** Pela seleção natural, que favorece características adaptativas adequadas para cada ambiente específico.
- e) Por uma mutação de amplo espectro, que ocorre em uma determinada espécie.

Disponível em: <https://exercicios.mundoeducacao.uol.com.br/exercicios-biologia/exercicios-sobre-selecao-natural.htm>. Acesso em 22 de setembro de 2024.

3º) (Unicamp/2025) Considera-se que a evolução cria e sustenta a biodiversidade via mudanças adaptativas em características ecologicamente relevantes. A especiação é um processo contínuo que dá origem à diversidade biológica, e está intimamente associada a mudanças no tempo e a adaptação ao ambiente ecológico.

Assinale a alternativa correta.

- A) A deriva genética é um componente da especiação, levando a uma maior diversidade genética devido ao fluxo de genes entre populações.
- X**B) A seleção natural contribui para a adaptação ecológica tanto na presença como na ausência de isolamento geográfico entre populações.
- C) A especiação é induzida por barreiras de fluxo gênico entre populações, sendo resultante da seleção convergente baseada na ecologia entre ambientes.
- D) O isolamento geográfico é necessário para que ocorra a especiação, com as novas espécies ocupando nichos ecológicos distintos.

Disponível em: <https://www.vestibulandoweb.com.br/biologia/questoes-especiacao/>. Acesso em 22 de setembro de 2024.

4º) (Acafe/2014-2) A origem das espécies está baseada nos processos evolutivos.

Assinale a alternativa correta que correlaciona os processos evolutivos com suas características.

- (A) Convergência adaptativa (B) Irradiação Adaptativa
(C) Hibridação (D) Especiação

(1) Surgimento de novas espécies originadas a partir de um ancestral comum e que ocupam diferentes ambientes ou nichos.

(2) Surgimento de uma nova espécie, a partir do cruzamento de duas espécies diferentes, presentes no mesmo local.

(3) Populações de espécie diferentes, vivendo em ambientes semelhantes, podem desenvolver as mesmas adaptações novas como resultado da seleção natural.

(4) Surgimento de uma nova espécie a partir do isolamento geográfico de populações de uma mesma espécie.

A) A/3 - B/2 - C/4 - D/2 B) A/4 - B/1 - C/2 - D/3 C) A/2 - B/3 - C/1 - D/4

XD) A/3 - B/1 - C/2 - D/4

Disponível em: <https://www.aio.com.br/questions/content/a-origem-das-espécies-esta-baseada-nos-processos-evolutivos-assinale-a>. Acesso em 22 de setembro de 2024.

5º) (Enem 2018) O processo de formação de novas espécies é lento e repleto de nuances e estágios intermediários, havendo uma diminuição da viabilidade entre cruzamentos. Assim, plantas originalmente de uma mesma espécie que não cruzam mais entre si podem ser consideradas como uma espécie se diferenciando. Um pesquisador realizou cruzamentos entre nove populações — denominadas de acordo com a localização onde são encontradas — de uma espécie de orquídea (*Epidendrum denticulatum*). No diagrama estão os resultados dos cruzamentos entre as populações. Considere que o doador fornece o pólen para o receptor.

FIORAVANTI, C. Os primeiros passos de novas espécies: plantas e animais se diferenciam por meio de mecanismos surpreendentes.

Pesquisa Fapesp, out. 2013 (adaptado).

Em populações de quais localidades se observa um processo de especiação evidente?

- a) Bertioga e Marambaia; Alcobaça e Olivença.
- b) Itirapina e Itapeva; Marambaia e Massambaba.
- c) Itirapina e Marambaia; Alcobaça e Itirapina.
- Xd) Itirapina e Peti; Alcobaça e Marambaia.**
- e) Itirapina e Olivença; Marambaia e Peti.

Disponível em: <https://descomplica.com.br/gabarito-enem/questoes/2018/segundo-dia/o-processo-de-formacao-de-novas-espécies-e-lento-e-repleto-de-nuances-e-estagios-intermediarios-ha/>. Acesso em 22 de setembro de 2024.

6º) (UFRS) Leia as seguintes afirmações sobre a especiação geográfica.

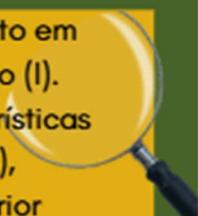
- I - Para que ocorra a formação de uma nova espécie, é necessário o isolamento reprodutivo, seguido pelo isolamento geográfico.
- II - As populações geograficamente isoladas sofrem alterações nos seus conjuntos gênicos, o que pode conduzir à formação de uma nova espécie.
- III - A barreira que leva ao isolamento geográfico pode ser física ou etológica.

Quais são corretas?

- A) Apenas I. **XB) Apenas II. C) Apenas I e III.**
- D) Apenas II e III. E) I, II e III.

Disponível em: <https://quizlet.com/br/867062910/especiação-flash-cards/>. Acesso em 22 de setembro de 2024.

7º) (Enem 2020) Uma população (momento A) sofre isolamento em duas subpopulações (momento B) por um fator de isolamento (I). Passado um tempo, essas subpopulações apresentam características fenotípicas e genotípicas que as distinguem (momento C), representadas na figura pelas tonalidades de cor. O posterior desaparecimento do fator de isolamento I pode levar, no momento D, às situações D1 e D2.



A representação indica que, no momento D, na situação

- a) D1 ocorre um novo fator de isolamento geográfico.
- b) D1 existe uma única população distribuída em gradiente.
- Xc) D1 ocorrem duas populações separadas por isolamento reprodutivo.**
- d) D2 coexistem duas populações com características fenotípicas distintas.
- e) D2 foram preservadas as mesmas características fenotípicas da população original A.

Disponível em: <https://descomplica.com.br/gabarito-enem/questoes/2020/segundo-dia/representacao-indica-que-no-momento-d-na-situacao/>. Acesso em 22 de setembro de 2024.

8º) (UPF/2020) De acordo com evidências científicas, novas espécies surgem normalmente por diversificação de uma espécie ancestral, por meio de dois diferentes processos: a especiação alopátrica e a especiação simpátrica. Sobre especiação, analise os seguintes eventos:

- I. Acúmulo de diferenças genéticas entre as populações.
- II. Estabelecimento de isolamento reprodutivo.
- III. Surgimento de barreira geográfica.

A sequência correta em que esses eventos ocorrem no processo de especiação alopátrica é:

- A) II, III e I. B) I, II e III. C) I, III e II. D) III, II e I. **XE) III, I e II.**

Disponível em: <https://app.estuda.com/questoes/?id=6894879>. Acesso em 22 de setembro de 2024.

9º) (Enem 2019) A principal explicação para a grande variedade de espécies na Amazônia é a teoria do refúgio. Nos últimos 100000 anos, o planeta sofreu vários períodos de glaciação, em que as florestas enfrentaram fases de seca. Dessa forma, as matas expandiram-se e depois reduziram-se.

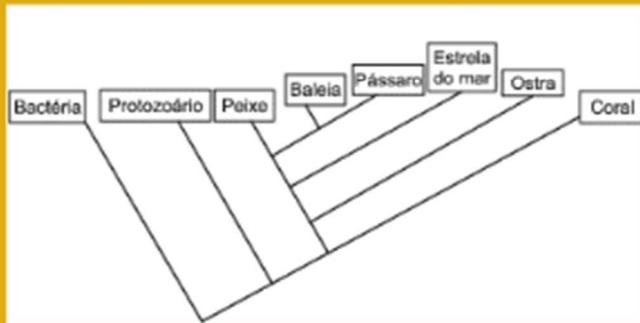
Nos períodos de seca prolongados, cada núcleo de floresta ficava isolado do outro. Então, os grupos de animais dessas áreas isoladas passaram por processos de diferenciação genética, muitas vezes se transformando em espécies ou subespécies diferentes das originais e das que ficaram em outros refúgios.

O principal processo evolutivo relacionado ao texto é a

- a) anagênese. b) coevolução. **c) evolução alopátrica.**
- d) evolução simpática. e) convergência adaptativa.

Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br>. Acesso em: 22 de setembro de 2024.

10º) (UFU/2011) Observe a árvore filogenética adiante.



Espera-se encontrar maior semelhança entre os genes de

- A) baleia e pássaro.** B) bactéria e protozoário. C) estrela-do-mar e ostra.

D) ostra e coral.

Disponível em: <https://www.vestibulandoweb.com.br/questoes/questao-comentada-sobre-cladograma-da-ufu/>. Acesso em 22 de setembro de 2024.



Apoio:

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

