

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
MESTRADO PROFISSIONAL NO ENSINO DE BIOLOGIA
PROFBIO**

Pamela Queiroz da Silva

**Plantas em quadrinhos: Uma perspectiva metodológica para compreensão dos
processos evolutivos por meio de uma abordagem investigativa**

Juiz de Fora
2025

Pamela Queiroz da Silva

Plantas em quadrinhos: Uma perspectiva metodológica para compreensão dos processos evolutivos por meio de uma abordagem investigativa

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia.

Orientadora: Prof. Dr. Luciana Moreira Chedier

Juiz de Fora
2025

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

QUEIROZ DA SILVA, PAMELA .

Plantas em quadrinhos: Uma perspectiva metodológica para compreensão dos processos evolutivos por meio de uma abordagem investigativa / PAMELA QUEIROZ DA SILVA. -- 2025.
150 f.

Orientador: Luciana Moreira Chedier

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, 2025.

1. ENSINO. 2. INVESTIGAÇÃO. 3. BOTÂNICA. 4. EVOLUÇÃO. 5. HISTÓRIA EM QUADRINHO. I. Moreira Chedier, Luciana , orient. II. Título.

Pamela Queiroz da Silva

Plantas em quadrinhos: Uma perspectiva metodológica para compreensão dos processos evolutivos por meio de uma abordagem investigativa

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.
Área de concentração: Ensino de Biologia.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luciana Moreira Chedier – Orientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Santos
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Bruno Esteves Conde
Centro Universitário Estácio Juiz de Fora



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA



ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO
STRICTO SENSU

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO: MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

N° PPG:

Formato da Defesa: (X) presencial () virtual () híbrido

Ata da sessão (X) pública () privada referente à defesa da (X) dissertação () tese intitulada "Plantas em quadrinhos: Uma perspectiva metodológica para compreensão dos processos evolutivos por meio de uma abordagem investigativa", para fins de obtenção do título de (X) mestr(a) () doutor(a) em Ensino de Biologia, área de concentração Ensino de Biologia, pela discente Pamela Queiroz da Silva (matrícula 120490007 - início do curso em 30/01/2023), sob orientação da Prof.ª)Dr.ª) Luciana Moreira Chedier.

Ao 28° dia do mês de março do ano de 2025, às 10 horas, na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), reuniu-se a Banca examinadora da (X) dissertação () tese em epígrafe, aprovada pelo Colegiado do Programa de Pós- Graduação, conforme a seguinte composição:

| Titulação Prof(a) Dr(a) / Dr(a) | Nome | Na qualidade de: | Vínculo Institucional |
|---------------------------------|----------------------------------|---|--|
| Prof. Dr. | Luciana Moreira Chedier | Orientador(a) e Presidente da Banca | UFJF |
| Prof. Dr. | Marcelo de Oliveira Santos | Membro titular interno | UFJF |
| Prof. Dr. | Bruno Esteves Conde | Membro titular externo | Centro Universitário Estácio Juiz de Fora |
| Prof. Dr. | Heloisa D'Avila da Silva Bizarro | Suplente interno | UFJF |
| Prof. Dr. | Cassiano Ribeiro da Fonseca | Suplente externo | Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais |

*Na qualidade de (opções a serem escolhidas):

- Membro titular interno
- Membro titular externo
- Membro titular externo e Coorientador(a)
- Orientador(a) e Presidente da Banca
- Suplente interno
- Suplente externo
- Orientador(a)
- Coorientador(a)

*Obs: Conforme §2º do art. 54 do Regulamento Geral da Pós-graduação stricto sensu, aprovado pela Resolução CSPP/UFJF nº 28, de 7 de junho de 2023, "estando o(a) orientador(a) impedido(a) de compor a banca, a presidência deverá ser designada pelo Colegiado".

AVALIAÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

Tendo o(a) senhor(a) Presidente declarado aberta a sessão, mediante o prévio exame do referido trabalho por parte de cada membro da Banca, o(a) discente procedeu à apresentação de seu Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-graduação Stricto sensu e foi submetido(a) à arguição pela Banca Examinadora que, em seguida, deliberou sobre o seguinte resultado:

(X) APROVADO

() REPROVADO, conforme parecer circunstanciado, registrado no campo Observações desta Ata e/ou em documento anexo, elaborado pela Banca Examinadora

Novo título da Dissertação/Tese (só preencher no caso de mudança de título):

Observações da Banca Examinadora caso haja necessidade de anotações gerais sobre a dissertação/tese e sobre a defesa, as quais a banca julgue pertinentes

Nada mais havendo a tratar, o(a) senhor(a) Presidente declarou encerrada a sessão de Defesa, sendo a presente Ata lavrada e assinada pelos(as) senhores(as) membros da Banca Examinadora e pelo(a) discente, atestando ciência do que nela consta.

INFORMAÇÕES

Para fazer jus ao título de mestre(a)/doutor(a), a versão final da dissertação/tese, considerada Aprovada, devidamente conferida pela Secretaria do Programa de Pós-graduação, deverá ser tramitada para a PROPP, em Processo de Homologação de Dissertação/Tese, dentro do prazo de 60 dias a partir da data da defesa. Após o envio dos exemplares definitivos, o processo deverá receber homologação e, então, ser encaminhado à CDARA.

Esta Ata de Defesa é um documento padronizado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa. Observações excepcionais feitas pela Banca Examinadora poderão ser registradas no campo disponível acima ou em documento anexo, desde que assinadas pelo(a) Presidente(a).

Esta Ata de Defesa somente poderá ser utilizada como comprovante de titulação se apresentada junto à Certidão da Coordenadoria de Assuntos e Registros Acadêmicos da UFJF (CDARA) atestando que o processo de confecção e registro do diploma está em andamento.



Documento assinado eletronicamente por **Luciana Moreira Chedier, Servidor(a)**, em 28/03/2025, às 11:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Bruno Esteves Conde, Usuário Externo**, em 28/03/2025, às 12:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo de Oliveira Santos, Servidor(a)**, em 28/03/2025, às 13:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Pamela Queiroz da Silva, Usuário Externo**, em 29/03/2025, às 14:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **2254737** e o código CRC **A83CE8C1**.

Pamela Queiroz da Silva

**PLANTAS EM QUADRINHOS: UMA PERSPECTIVA METODOLÓGICA PARA COMPREENSÃO DOS
PROCESSOS EVOLUTIVOS POR MEIO DE UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Área de concentração Ensino de Biologia.

Aprovada em 28 de março de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof Dr. Luciana Moreira Chedier - Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof Dr. Marcelo de Oliveira Santos

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof Dr. Bruno Esteves Conde

Centro Universitário Estácio Juiz de Fora

Juiz de Fora, 19/02/2025.



Documento assinado eletronicamente por **Luciana Moreira Chedier, Servidor(a)**, em 28/03/2025, às 11:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

28/04/2025, 14:43

SEI/UFJF - 2254767 - PROPP 01.5: Termo de aprovação



Documento assinado eletronicamente por **Bruno Esteves Conde, Usuário Externo**, em 28/03/2025, às 12:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo de Oliveira Santos, Servidor(a)**, em 28/03/2025, às 13:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Uffj (www2.ufff.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **2254767** e o código CRC **6CECODE5**.

À memória do meu pai, Jorge Ubiratã da Silva, alicerce de minha vida e inspiração eterna,
que sempre acreditou em mim. E a Deus, que em sua sabedoria, guiou cada passo do meu
caminho.

Agradecimento

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

Acima de tudo, sou grata a Deus. Sem Sua sagrada presença em minha vida, teria sido impossível chegar até aqui, especialmente após a perda de meu pai, o grande amor da minha vida. Agradeço à minha orientadora pela disponibilidade e abertura às minhas ideias, motivando-me em cada desafio e sendo extremamente sensível à minha situação. A minha imensa gratidão também ao PROFBIO, à Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Agradeço aos meus colegas e amigos pelo apoio contínuo.

Agora, chego à parte mais dolorosa deste agradecimento, onde as lágrimas me inundam os olhos. Nunca imaginei que teria que agradecer a ele apenas em memória. Ele era meu alicerce; sua casa, meu refúgio nos momentos mais tensos do mestrado. Durante as qualificações, sentia minha ansiedade e sempre me acalmava dizendo: "Oh, minha crioula, pra quê ficar assim? Isso não é vida ou morte, tenha fé em Deus." Ele sempre foi o mais ansioso por saber os resultados, perguntando: "Oh, crioula, já saiu o resultado? Me dê uma notícia boa". E vibrava de alegria com cada sucesso: "É isso aí, minha filha, viu, pra que ficar daquele jeito?". Quando ele se foi, eu me perguntava "como seguir sem ele?". Pensar em desistir parecia inevitável. Mas Deus não me deixou sozinha; deu-me duas mães, Maria Martha Queiroz e Silvana de Queiroz Carvalho, cujas contribuições foram indispensáveis em minha jornada. As mães têm um poder especial de oração pelos filhos, e sei o quanto elas oraram por mim. Sou grata por todo o amor dedicado. Agradeço aos meus irmãos: Fernanda, Jorge Ubiratã Júnior, Walmer, Helaine, Gislene, Bruno, Vinicius, Poliana, Silvana e Jhenifer, que sempre me motivaram a não esmorecer, lembrando-me de que precisava continuar por ele.

Agradeço aos meus sobrinhos, alegrias da minha vida, e à minha grande de tios e primos, que me apoiaram com palavras e carinho. E o meu namorado, Jobber, verdadeiro presente de Deus em minha vida. Sem ele, tudo teria sido muito mais difícil. Agradeço por sua constante paciência e por estar sempre ao meu lado. Enfim, meu pai não verá o desfecho de tudo isso, mas, como uma vez ele me disse: "Tudo tem seu começo e seu fim, e nós precisamos aceitar isso". Aceitei, com uma dor que me fere todos os dias, mas continuo, tocando o barco, como ele dizia, fortalecida pelo legado de coragem, força e fé que ele me deixou.

Relato do Mestrando

| |
|--|
| Instituição: Universidade Federal de Juiz de Fora – <i>Campus</i> Juiz de Fora |
| Mestrando: Pamela Queiroz da Silva |
| Título do TCM: Plantas em quadrinhos: Uma perspectiva metodológica para compreensão dos processos evolutivos por meio de uma abordagem investigativa |
| Data da defesa: 28/03/2025 |
| <p>Bioquímica, Biologia Molecular, lembro-me que, na graduação, esses assuntos pareciam extremamente difíceis. No entanto, ao precisar estudá-los novamente com o objetivo de ensiná-los, percebi que os entendia com mais clareza e, nessas horas, sempre me vinha à mente o desejo de retornar à Universidade para visitar aqueles conteúdos e, junto do professor, poder ampliar o meu conhecimento. Esse sonho foi realizado quando entrei no PROFBIO, no qual muitos conceitos foram esclarecidos, outros desconstruídos e muitos aprimorados. Nesse mestrado eu me reconstruí como docente. Antes, uma professora que gostava de tudo organizado e roteirizado, buscando ganhar tempo. Em aulas no laboratório de informática, por exemplo, eu costumava chegar mais cedo, ligar todos os computadores e deixar aberta a página que eu queria que os alunos acessassem. Mas, as AASAs, construídas com base no ensino por investigação, me fizeram enxergar além. Hoje, com um exemplo, deixo que eles pesquisem por si só sobre um determinado assunto, e depois conversamos sobre o que encontraram. Esse processo de troca e construção conjunta me transformou.</p> <p>Outro aprendizado marcante foram as três qualificações que poderiam ter me eliminado do mestrado, sem considerar todo o esforço que foi empregado ao longo dos semestres. Dediquei meu tempo, estudei, me preparei, mas nem sempre meu desempenho refletia o quanto eu me esforcei. Isso me fez repensar meu próprio modo de avaliar os meus alunos. Aprendi que avaliações não podem ser apenas quantitativas e que os números, por si só, não medem o que alguém realmente sabe. Hoje, na minha prática, dou o mesmo peso ao qualitativo e ao quantitativo, e busco olhar para o estudante de forma mais ampla.</p> <p>Para além do aspecto profissional, os desafios enfrentados no mestrado me mostraram o quanto Deus me ama. Se cheguei até aqui, foi porque Ele colocou pessoas maravilhosas no meu caminho: meu pai, que perdi no meio da caminhada, mas que me deixou ensinamentos valiosos de coragem e fé, minha família e meu namorado, que foram a minha base, e minha orientadora, que soube me guiar com sabedoria e sensibilidade por todo o processo.</p> <p>Por fim, ao saber que teria que produzir esse relato, fui buscar uma atividade feita ainda no Tema 1, no início do mestrado. Nela, eu escrevi sobre as dificuldades no ensino de Biologia e minhas perspectivas em relação ao mestrado. Uma das frases que registrei foi: <i>“Penso que o mestrado no ensino de biologia irá me abrir um leque de possibilidades, com aulas mais atrativas e dinâmicas em todos os segmentos da Biologia.”</i> Hoje, ao finalizar essa trajetória no PROFBIO, posso afirmar com certeza: minha hipótese foi validada.</p> <p>Finalizo com o coração grato e transformado, pois não foi apenas uma etapa acadêmica, mas um processo de amadurecimento, de revisita aos meus próprios caminhos, de reconstrução da minha identidade como professora.</p> <p>A jornada foi exigente, mas me ensinou que o conhecimento precisa estar à serviço da prática e do afeto. Que ensinar Biologia é, acima de tudo, ensinar a ver o mundo com mais sentido e sensibilidade. E se hoje eu me reconheço mais forte, mais consciente do meu papel, é porque percorri um caminho difícil, mas cheio de aprendizados. Saio do mestrado com a certeza de que tudo valeu à pena e com a vontade ainda mais viva de continuar aprendendo e ensinando com propósito e empatia.</p> |

Resumo

O ensino da evolução das plantas enfrenta grandes desafios, não apenas pela complexidade dos conceitos envolvidos, mas também pela chamada impercepção botânica, a tendência das pessoas em ignorar ou subestimar a importância das plantas no ambiente e a prevalência de concepções equivocadas sobre o processo evolutivo. Com o objetivo de promover uma compreensão mais ampla sobre a evolução das plantas, este trabalho desenvolveu e implementou uma sequência didática investigativa aliada à produção de histórias em quadrinhos (HQ). A pesquisa, de caráter qualitativo e interpretativo, foi realizada com estudantes do 1º ano do ensino médio do curso de tempo integral no CIEP Marlene Abib de Oliveira, localizado em Varre-Sai, Rio de Janeiro. A sequência didática foi fundamentada nos níveis de investigação propostos por Smithenry (2010) e nos graus de liberdade intelectual de Carvalho (2018), abrangendo as 5 dimensões do ensino por investigação da National Research Council (2000). Avaliação se deu com uma análise das histórias em quadrinhos (HQ) que evidenciou avanços conceituais importantes, como a compreensão das adaptações evolutivas dos principais grupos vegetais - briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas - e a percepção da diversidade botânica. No entanto, persistem dificuldades quanto à compreensão da evolução como um processo não linear e desprovido de finalidade, observadas na recorrência de discursos teleológicos nas narrativas. Os resultados indicam que a combinação entre ensino por investigação e produção de HQ pode ser uma alternativa metodológica promissora para o ensino da evolução vegetal, promovendo a alfabetização científica e a argumentação baseada em evidências. Recomenda-se a ampliação de estratégias que abordem explicitamente os equívocos teleológicos, reforçando a compreensão dos processos evolutivos de forma crítica e contextualizada. Como produto pedagógico foi produzido uma cartilha digital com a sequência didática e com recursos complementares ao ensino de evolução das plantas para uso de professores do ensino médio.

Palavras Chaves: Botânica, Ensino, Evolução, Histórias em quadrinhos, Investigação.

Abstract

The teaching of plant evolution faces major challenges, not only because of the complexity of the concepts involved, but also because of so-called botanical imperception, people's tendency to ignore or underestimate the importance of plants in the environment and the prevalence of misconceptions about the evolutionary process. With the aim of promoting a broader and more meaningful understanding of plant evolution, this study developed and implemented an investigative teaching sequence combined with the production of comic books. The research, which was qualitative and interpretative in nature, was carried out with students from the 1st year of secondary school in the full-time course at CIEP Marlene Abib de Oliveira, located in Varre-Sai, Rio de Janeiro. The didactic sequence was based on the levels of investigation proposed by Smithenry (2010) and the degrees of intellectual freedom of Carvalho (2018), covering the 5 dimensions of inquiry-based teaching of the National Research Council (2000). The evaluation took place through an analysis of the comics (HQ), which showed important conceptual advances, such as understanding the evolutionary adaptations of the main plant groups - bryophytes, pteridophytes, gymnosperms and angiosperms - and the perception of botanical diversity. However, difficulties persist in understanding evolution as a non-linear and purposeless process, as seen in the recurrence of teleological discourses in the narratives. The results indicate that the combination of inquiry teaching and comic book production can be a promising methodological alternative for teaching plant evolution, promoting scientific literacy and evidence-based argumentation. We recommend expanding strategies that explicitly address teleological misconceptions, reinforcing the understanding of evolutionary processes in a critical and contextualized way. As a pedagogical product, a digital booklet was produced with the didactic sequence and complementary resources for teaching plant evolution for use by secondary school teachers.

Keywords: Botany, Comics, Evolution, Investigation, Teaching

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|---|------------|
| 1 | Introdução..... | 155 |
| 2 | Os problemas trabalhados | 211 |
| 3 | Objetivo Geral..... | 222 |
| 3.1 | Objetivos Específicos..... | 222 |
| 4 | Produto | 233 |
| 5 | Metodologia..... | 233 |
| 5.1 | Caracterização da Amostra | 233 |
| 5.2 | Sequência didática | 25 |
| 5.3 | Detalhamento da produção das HQ..... | 29 |
| 5.4 | Coleta dos dados..... | 30 |
| 5.5 | Avaliação..... | 311 |
| 6 | Resultados e discussões 1º momento | 311 |
| 6.1 | Sequência didática investigativa - | 322 |
| 6.1.1 | 1º Etapa – Observação | 34 |
| 6.1.2 | 2º Etapa – Problematização - Criando hipóteses | 47 |
| 6.1.3 | 3º Etapa - Validação de hipótese e conclusões | 59 |
| 6.2 | Resultados e Discussões das HQ 2º momento..... | 65 |
| 6.2.1 | Observação Participante do Processo de Criação das HQ..... | 66 |
| 6.2.2 | Avaliação das HQ produzidas..... | 72 |
| 7 | Considerações finais..... | 93 |
| | Referências | 95 |
| | Apêndice A- Produto Pedagógico- Cartilha digital para professores | 103 |
| | Apêndice B-Termo de Consentimento Livre e Esclarecido- Dos responsáveis e dos alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveria Fabri | 145 |
| | ANEXO- A..... | 147 |

1 Introdução

A Biologia é uma compreensão unificada da vida. Esse conceito é explicado por meio da teoria evolutiva exposta em 1859 por Charles Darwin, a qual propõe uma ancestralidade comum a todos os seres vivos (Meglhioratti *et al.*, 2006).

De acordo com Meyer e El-hani (2005, p.114 [129])

O pensamento evolutivo é o eixo organizador do conhecimento biológico. É ele que confere sentido à diversidade de ramos do conhecimento que constituem a Biologia. É o conteúdo mais central de toda essa ciência, sem o qual ela simplesmente não teria sentido.

Assim, a evolução é um eixo central dentro das Ciências Biológicas, podendo ser discutida em todas as suas áreas de conhecimento (Zamberlan; Silva, 2012).

As Diretrizes Curriculares Nacionais e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio preconizam que os temas relacionados à Biologia sejam tratados de forma interdisciplinar e acompanhados por análises evolutivas (Brasil 2000; Brasil, 2006). O ensino de qualquer área da Biologia que não perpassa os conceitos da evolução biológica se torna meramente descritivo, enfadado em suas vastas nomenclaturas e terminologias, perdendo o seu aspecto histórico e integrador (Mol; Silva, 2017). Tal prática fragmenta o ensino de Ciências Biológicas, desestimulando os alunos em relação à disciplina (Andreatta; Meglhioratti, 2009). Infelizmente, a ação citada é uma frequência dentro dos estudos de Biologia como, por exemplo, a Botânica, no qual os conceitos evolutivos muitas das vezes não são abordados pelos docentes, seja pela dificuldade de compreensão do mesmo ou falta de material didático que os norteiam (Flôres; Piggato, 2020).

O ensino de Botânica apresenta diversas dificuldades que comprometem o seu desenvolvimento, entre elas, a falta de afinidade do ser humano com as plantas. Frequentemente elas são percebidas no cotidiano apenas como parte da paisagem da vida dos animais ou como fontes de recursos utilitários, enquanto sua complexidade biológica e sua função ecossistêmica, fundamentais para a manutenção da biosfera, permanecem ignoradas (Stagg; Dillon, 2022; Corte *et al.*, 2018; Ursi *et al.*, 2018 Wandersee; Schussler, 1999). Essa desconexão pode ser atribuída a fatores históricos e culturais, como a predominância de visões antropocêntricas (Stagg; Dillon, 2022; Freire, 2023). Por exemplo, em muitas culturas, as plantas são mencionadas nos discursos cotidianos apenas em contextos utilitários, como fontes de alimento, medicamentos, elementos estéticos ou decorativos, dentre outros (Freire, 2023).

Outro fator que agrava as dificuldades no ensino de Botânica é a desmotivação docente, frequentemente decorrente de uma formação acadêmica tradicional na área. Essa formação, segundo Fonseca e Ramos (2017) e Salatino e Buckeridge (2016), tende a adotar uma abordagem verbalista e automatizada dos conteúdos, com metodologias excessivamente dependentes de livros didáticos (Ursi, 2018). Essa prática resulta em um ensino altamente conteudista, focado em nomes e classificações, privilegiando a morfologia e negligenciando aspectos mais abrangentes, como a perspectiva evolutiva (Santos *et al.*, 2015).

Diante do exposto, percebe-se que existe um ciclo vicioso, o qual Corte *et al.* (2018) nomeiam retroalimentação negativa, em que professores desestimulados com metodologia de ensino obsoletas não integram os alunos dentro do contexto da Biologia Vegetal, inviabilizando uma visão completa do conhecimento e contribuindo para a desmotivação dos mesmos (Santos *et al.* 2018; Mol; Silva, 2017).

Diversos autores destacam que a abordagem tradicional do ensino de Botânica, caracterizada pela ênfase conteudista e desarticulada do contexto evolutivo, contribui de forma relevante para a desmotivação discente e a perpetuação da impercepção botânica (Ursi, 2018; Fonseca; Ramos, 2017; Salatino; Buckeridge, 2016; Santos *et al.*, 2015; Corte *et al.*, 2018).

A falta de interesse com o universo botânico pode gerar consequências graves devido ao grau de influência que o mundo dos vegetais tem sobre o nosso planeta (Salatino; Buckeridge, 2016; Balding; Williams, 2016). É nítida a necessidade de novos percursos metodológicos no fazer docente que motivem os alunos no seu processo de aprendizagem (Kinoshita *et al.*, 2016). Corte e colaboradores (2018) salientam que a verdadeira motivação surge da busca por respostas e conhecimentos que proporcionem satisfação pessoal ao compreender um assunto, ainda mais quando se remete ao ensino de Biologia, com suas variedades de termos, cabendo ao docente utilizar novas metodologias a fim de facilitar o processo de ensino aprendizagem.

Uma abordagem promissora nesse sentido é o ensino por investigação (Azevedo, 2020), que se destaca como uma estratégia capaz de superar as limitações do ensino tradicional, e a atividade lúdica da criação de histórias em quadrinhos (HQ) (Fioravante; Guarnica, 2019). O ensino por investigação surge como uma abordagem ativa que traz para dentro do espaço escolar um dinamismo e as histórias em quadrinhos, como estratégia didática, podem auxiliar nesse processo, ao permitir que os alunos organizem e comuniquem suas ideias de forma estruturada (Lima *et al.*, 2022).

Nesse contexto, a escolha pela abordagem da evolução botânica justifica-se pela articulação entre dois eixos centrais e desafiadores no ensino de Biologia: os processos evolutivos e a valorização dos vegetais como organismos fundamentais à manutenção da vida no planeta. A temática da evolução das plantas permite integrar conceitos estruturantes da Biologia, como ancestralidade comum, adaptação e diversificação, ao mesmo tempo em que possibilita enfrentar a persistente impercepção botânica evidenciada na literatura (Ursi; Salatino, 2020; Wandersee; Schussler, 1999). Ao desenvolver uma sequência didática investigativa voltada a esse conteúdo, busca-se promover a alfabetização científica (Sasseron, 2015; Carvalho, 2018) por meio de estratégias que favoreçam a compreensão crítica e contextualizada dos processos evolutivos, além de estimular o protagonismo estudantil e o engajamento com os saberes botânicos (Munford; Lima, 2007; Trivelato; Tonidandel, 2015).

A implementação de estratégias como experimentação, investigação e pesquisa no ensino de Botânica, segundo Montanini (2019), pode contribuir para o processo de ensino-aprendizagem, porém, segundo o mesmo autor, existe uma carência expressiva de estudos que abordem o ensino de Botânica por investigação na educação básica, onde, em seus estudos, foram identificadas apenas quatro pesquisas sobre o tema, todas voltadas para o ensino fundamental.

No que se refere ao ensino por investigação aplicado à evolução das plantas, uma busca no Google Acadêmico pela autora dessa pesquisa, em 2024, revelou apenas uma publicação sobre o tema. Essa escassez evidencia uma lacuna na aplicação dessa abordagem no ensino médio, tornando essencial um aprofundamento teórico e metodológico nessa área.

O ensino por investigação é uma metodologia bem consolidada em países da América do Norte e Europa (Smithenry, 2010), com um apelo crescente em prol do protagonismo do aluno e da alfabetização científica nas disciplinas de Ciências (Física, Química e Biologia). Ele vem sendo amplamente difundido entre pesquisadores e educadores (Munford; Lima, 2007; Sá *et al.*, 2007; Carvalho, 2013; Sasseron, 2015; Trivelato; Tonidandel, 2015; Carvalho, 2018; Tonidandel, 2013).

Esse modelo de ensino propõe a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento, permitindo que tragam suas experiências pessoais, formulem hipóteses, argumentem suas ideias, coletem evidências e estructurem novas formas de compreensão. Dessa maneira, os estudantes vivenciam práticas do fazer científico, em contraste com o ensino tradicional de Ciências, que frequentemente se limita à apresentação de fatos, leis e princípios sem problematização ou conexão com fenômenos reais (Sá *et al.*, 2007; Tonidandel, 2013).

O ensino por investigação não parece consensual pelos pesquisadores da área de ensino de Ciências, podendo ter diferentes conotações dependendo do referencial teórico adotado (Tonidandel, 2013). Nessa metodologia, o professor pode atuar como mediador, guiar a investigação de forma mais estruturada quando necessário, sem comprometer a essência do ensino investigativo, criando oportunidades para que os estudantes desenvolvam suas próprias perguntas e busquem soluções de forma ativa (Munford; Lima, 2007).

Na literatura existem alguns autores que propõem níveis do ensino por investigação em atividades, Smithenry (2010), por exemplo, o categoriza em quatro níveis, observando o grau de controle do professor, os intitulando de: 1. Investigação de confirmação, no qual professor fornece a questão e o procedimento, e os alunos apenas confirmam uma resposta previamente conhecida; 2. Investigação estruturada, onde o professor também fornece a questão e o procedimento, mas os alunos desconhecem a resposta antecipadamente; 3. Investigação guiada, onde se apresenta apenas a questão aos alunos, sem indicar o procedimento ou a resposta, exigindo que eles desenvolvam métodos para solucionar o problema, caracterizando-se como uma abordagem baseada em problemas e 4. Investigação aberta ou completa, os alunos são responsáveis por formular suas próprias questões testáveis e desenvolver os procedimentos para encontrar respostas desconhecidas, promovendo um nível máximo de autonomia no aprendizado.

Esse tipo de estrutura também é proposto por Tamir (1990 *apud* Sá *et al.*, 2007) propondo uma classificação em quatro níveis, mas com atribuição em números diferentes ao nível de investigação que os estudantes passam, de zero a 3. No nível zero, a investigação é completamente tradicional, com o professor definindo o problema, os procedimentos e as conclusões, o que resulta em uma atividade altamente estruturada e sem autonomia estudantil. No nível 1, os alunos ainda seguem um problema definido pelo professor e um procedimento estabelecido, mas têm liberdade para analisar os dados e chegar às suas próprias conclusões. O nível 2 amplia essa autonomia ao permitir que os alunos decidam os procedimentos a serem adotados para investigar um problema dado pelo professor. No nível 3, a investigação é completamente aberta, cabendo aos alunos não apenas determinar os métodos e as conclusões, mas também definir quais problemas científicos desejam explorar.

O desenvolvimento do ensino por investigação está diretamente relacionado ao grau de liberdade intelectual do aluno, essa liberdade pode ser organizada de acordo com Carvalho (2018), em cinco graus distintos, que se refletem nas diferentes abordagens

didáticas do ensino de Ciências. No grau 1, o aluno não tem autonomia, o professor define o problema, as hipóteses, o plano de trabalho e os procedimentos experimentais, controlando também a obtenção de dados e a formulação das conclusões. No grau 2, os alunos começam a participar na elaboração de hipóteses e na análise de resultados, embora ainda sob forte orientação docente. O grau 3 representa um equilíbrio entre autonomia e mediação do professor, permitindo que os alunos organizem suas investigações e analisem seus próprios dados, enquanto o professor atua como guia. No grau 4, os alunos passam a desenvolver a investigação de forma mais independente, com o professor oferecendo suporte apenas quando necessário e, no grau 5, os alunos possuem total liberdade para definir problemas, planejar metodologias, coletar dados e construir conclusões de maneira autônoma, sendo muito raro na educação básica exceto em feira de ciências (Carvalho, 2018).

A articulação entre os níveis de investigação propostos por Smithenry (2010) e os graus de liberdade intelectual definidos por Carvalho (2018) permite uma análise mais aprofundada das propostas didáticas investigativas. Enquanto os níveis de Smithenry auxiliam na compreensão da estrutura e intencionalidade das situações de aprendizagem, os graus de liberdade de Carvalho complementam essa análise, ao evidenciar o quanto os estudantes, de fato, exercem autonomia intelectual ao longo das atividades. O cruzamento entre essas duas abordagens torna possível avaliar tanto o grau de abertura da proposta quanto o protagonismo efetivo dos alunos no processo investigativo.

Para caracterizar a estrutura de um ensino por investigação, o National Research Council (2000) descreveu cinco dimensões fundamentais, conforme discutido por Tonidandel (2013). A primeira dimensão refere-se ao envolvimento dos alunos em questões de orientação científica. A segunda destaca a importância do uso de evidências para responder às questões investigativas. A terceira trata da formulação de explicações para as evidências coletadas, a quarta propõe a avaliação de explicações à luz de teorias alternativas e conhecimentos científicos. Por fim, a quinta dimensão destaca a necessidade de comunicação clara das justificativas e conclusões. O autor aponta que esses critérios são essenciais para avaliar o nível de investigação adotado em uma sequência didática, sendo que quando todas as cinco dimensões estão presentes, a mesma é classificada como uma investigação plena, caso algumas delas estejam ausentes, a atividade pode ser considerada uma investigação parcial, ainda que mantenha um caráter investigativo significativo.

Dessa forma, considerando as diferentes possibilidades de condução do ensino por investigação discutidas neste estudo, a sequência didática utilizada no presente estudo foi

planejada para garantir uma transição progressiva da orientação do professor para a autonomia dos alunos, sendo analisada segundo os modelos de Smithenry (2010) e Carvalho (2018), como forma de garantir todos os critérios do ensino por investigação, segundo os parâmetros da National Research Council (2000) discutidos por Tonidandel (2013).

Além de estimular a formulação de hipóteses e a experimentação, o ensino por investigação fortalece a argumentação científica, pois exige que os alunos defendam suas conclusões com base em evidências coletadas durante o processo investigativo (Sasseron, 2015). Esse aspecto é fundamental para a alfabetização científica e também foi explorado no presente estudo por meio da produção de histórias em quadrinhos, que serviu como um meio para os alunos comunicarem e estruturarem o conhecimento científico adquirido.

Nesse sentido, a produção de histórias em quadrinhos (HQ) surge como uma ferramenta metodológica complementar ao ensino por investigação, pois possibilita que os alunos transponham os conceitos científicos para uma narrativa estruturada, exigindo não apenas a compreensão do conteúdo, mas também sua reformulação, contextualização e comunicação visual (Fioravante; Guarnica, 2019; Nery, 2019; Silva; Costa, 2014).

As HQ são instrumentos didáticos valiosos, cativando especialmente o público adolescente do ensino médio, fomentando o desenvolvimento de habilidades essenciais, como a criatividade, uma vez que permitem a expressão artística e narrativa; a pesquisa, no qual a construção das HQ exige embasamento teórico; o trabalho em equipe, já que os estudantes podem colaborar na criação das narrativas visuais; e a socialização, promovendo trocas ricas de ideias e informações entre os alunos (Azevedo, 2020; Melo, 2020). Santos e Pereira (2013) destacam a relevância das histórias em quadrinhos como um recurso didático para o ensino de Botânica, uma vez que a combinação entre imagens e texto escrito contribui para a facilitação da compreensão dos conteúdos, tornando o aprendizado mais acessível e significativo.

Em estudos sobre o uso específico do Níquel Náusea, uma HQ aplicada à aprendizagem da teoria evolutiva, indicou-se que o seu uso pode enriquecer o aprendizado de Ciências e Biologia, ampliando as visões sociais e culturais dos alunos (Silva; Costa, 2014). Nery (2019), em sua pesquisa com a aplicação da HQ “Breve História da Evolução das Plantas” em sala de aula, salienta que o uso das HQ como recurso didático pode tornar-se ainda mais significativo se for criada pelo próprio aluno ou grupos de alunos.

A utilização de uma metodologia que aborda temas biológicos de forma investigativa, aliada a vivência lúdica que as histórias em quadrinhos proporcionam pode

oferecer aos jovens uma diversificada percepção ambiental e social, ampliando a consciência em relação à conservação do meio ambiente (Nery, 2019; Azevedo, 2020).

Dessa forma, o propósito desse estudo constituiu-se no desenvolvimento de uma sequência didática investigativa aliada à produção de histórias em quadrinhos (HQ) como estratégia pedagógica, visando aprimorar o processo de ensino e aprendizagem sobre a evolução das plantas. A hipótese inicial é que o envolvimento ativo dos alunos no ensino por investigação, associado à criação das HQ, contribuirá não apenas para uma compreensão mais eficaz dos princípios evolutivos das plantas, mas também para o desenvolvimento da argumentação científica e da alfabetização científica, promovendo uma aprendizagem mais significativa e contextualizada.

2 Os problemas trabalhados

Os processos de ensino e aprendizagem visam o desenvolvimento do conhecimento no cotidiano escolar de um estudante, no qual muitas vezes acontecem aulas meramente expositivas, seguidas de atividades sequenciais e que não geram o aprendizado de fato, mas, simples repetições, não produzindo uma efetiva assimilação dos conteúdos propostos (Mol; Silva, 2017).

Muitas áreas no ensino de Biologia permeiam entre o abstrato e o concreto e são desafiadoras para os docentes, devido ao grau de complexidade em elaborar atividades práticas que despertem o interesse por parte dos discentes. Dentro dessa perspectiva, tem-se o conteúdo de Botânica e Evolução (Dias *et al.*, 2023; Mol; Silva, 2017).

Angiospermas, gimnospermas, traqueófitas sem sementes, atraqueófitas, são terminologias dos grupos dos vegetais totalmente fora de qualquer vocabulário de um estudante do ensino médio (Macedo *et al.*, 2012), no qual só a menção em sala de aula já os aterroriza, criando uma barreira inicial no processo de ensino, causando uma rejeição por parte dos estudantes aos estudos das plantas (Ursi *et al.*, 2018). A falta de afinidade com o grupo é tanta que muitos alunos nos estágios mais avançados da educação básica não tem o entendimento que plantas são seres vivos, e se não o são, é impossível admitir que elas também passem por processos evolutivos (Stagg; Dilon, 2022). Sendo assim, ao se associar as nomenclaturas referentes às novidades evolutivas de cada grupo, tais como estômatos, traqueídes, lignina, dentre outros, às dificuldades de realizar o ensino e a aprendizagem só aumentam (Mol; Silva, 2017).

Wandersee e Schussler (1999, 2001) definiram a dificuldade que muitas pessoas têm em reconhecer, observar e compreender aspectos relacionados às plantas em seu

ambiente cotidiano com o termo "cegueira botânica" (*plant blindness*). Os autores a definem como a incapacidade de ver ou notar as plantas no ambiente, a dificuldade de reconhecer a importância das plantas na biosfera e na vida humana, a falta de apreciação pelas características biológicas e estéticas únicas dos organismos das embriófitas, além da classificação equivocada e antropocêntrica que considera as plantas inferiores aos animais, desmerecendo sua relevância. Esses mesmos autores ainda destacam alguns "sintomas da cegueira botânica", tais como: dificuldade de perceber as plantas no cotidiano; não reconhecer características únicas das plantas, como adaptações, coevolução, cores, dispersão, diversidade e perfumes; enxergar as plantas apenas como cenário de fundo para a vida animal; não compreender os princípios básicos da ciência das plantas; ignorar a importância das plantas nas atividades cotidianas; não vivenciar experiências com as plantas da sua região; não saber explicar o básico sobre as plantas locais; não perceber a importância central das plantas nos ciclos biogeoquímicos; e dificuldade em compreender as diferenças temporais entre as atividades dos animais e das plantas.

Em relação a esse termo, "cegueira botânica", Ursi e Salatino (2020) propuseram sua substituição por "impercepção botânica", sem alterar o sentido da teoria, mas buscando eliminar seu caráter capacitista, visto que o termo original é utilizado em sentido figurado. Os autores justificam a nova nomenclatura no fato de que, "impercepção" pode ser compreendida como a inexistência ou limitação da percepção das plantas. Assim, para tratar desse assunto no presente trabalho, o termo "impercepção botânica" será utilizado.

Frequentemente, o processo da impercepção botânica tem início na escola (Carvalho *et al.*, 2021). Esse posicionamento corrobora as argumentações de diversos autores, como Corte *et al.* (2018), Salatino e Buckeridge (2016) e Vasques *et al.* (2021), que afirmam que o ensino de Botânica precisa avançar no contexto real da educação básica visando o desenvolvimento cognitivo dos alunos e superação da impercepção botânica.

3 Objetivo Geral

Desenvolver e implementar uma sequência didática investigativa conectada com a produção de histórias em quadrinhos com o intuito de aprimorar o processo de ensino e aprendizagem sobre a evolução das plantas.

3.1 Objetivos Específicos

Elaborar uma sequência didática investigativa que integre o conteúdo de evolução das plantas com a metodologia de ensino por investigação, garantindo que as atividades

propostas sejam interativas e promovam a curiosidade científica dos alunos.

Confeccionar uma história em quadrinhos com os alunos a partir de elementos textuais e visuais que facilitem a associação e a compreensão das terminologias e conceitos abordados no contexto de evolução das plantas, em consonância com a literatura científica.

Explorar a linguagem dos quadrinhos como meio de comunicação visual e narrativa para simplificar conceitos relacionados à evolução das plantas, considerando a linguagem acessível e o apelo visual característico dos quadrinhos.

Realizar uma avaliação qualitativa para analisar a eficácia da abordagem da história em quadrinhos na compreensão dos processos evolutivos das plantas, envolvendo a coleta de percepções e experiências dos alunos através da análise dos conteúdos dos trabalhos desenvolvidos.

4 Produto

Visando o melhor desenvolvimento das práticas educacionais relacionadas ao conteúdo de Botânica, com ênfase em evolução dos vegetais, e vendo nas histórias em quadrinhos uma narrativa e um visual facilitador do processo ensino aprendizagem, o produto deste TCM é uma cartilha digital com o objetivo de oferecer um material de apoio didático para os professores de Biologia do Ensino Médio, facilitando o ensino da evolução das plantas por meio de uma sequência didática investigativa baseada na produção de histórias em quadrinhos (HQ), buscando integrar conceitos científicos de forma dinâmica, interativa e adaptada às diferentes realidades das turmas, considerando tanto alunos que apresentam dificuldades no ensino de botânica e evolução quanto àqueles que possuem um conhecimento avançado.

5 Metodologia

A presente pesquisa foi submetida à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Juiz de Fora, para análise e parecer, em conformidade com a Resolução CNS 466/2012, sendo aprovado pelo parecer 6.967.708, CAAE 80901624.3.0000.5147.

5.1 Caracterização da Amostra

A execução do projeto ocorreu nas dependências do colégio público estadual CIEP Marlene Abib de Oliveira situado no município de Varre-Sai, Rio de Janeiro, com alunos do 1º ano do ensino médio do tempo integral - EMTI, na disciplina de Reforço em Biologia, no turno vespertino.

Com uma população aproximada de 10 mil habitantes, localizado no noroeste do estado do Rio de Janeiro, o município de Varre-Sai é reconhecido por sua economia voltada para a agricultura familiar, com destaque para a produção de café. Localizado em uma região montanhosa, o município apresenta características rurais, sendo marcado por paisagens naturais preservadas.

A comunidade escolar do CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri é composta majoritariamente por estudantes provenientes de famílias de baixa renda, que residem em zonas rurais e áreas próximas ao centro urbano do município. O acesso à educação enfrenta desafios comuns às localidades pequenas, como a dependência de transporte escolar. A escola em questão dispõe de recursos básicos para o ensino, como salas de aula, laboratório de informática, sala *maker* e um laboratório simples de Ciências. O CIEP é a única escola pública que oferece ensino médio em Varre-Sai, atendendo alunos provenientes do ensino fundamental de diversas escolas do município. Desde 2021, a escola está em processo de municipalização do Ensino Fundamental II, o que resultará em sua dedicação exclusiva ao ensino médio a partir de 2026.

A turma participante do projeto foi composta por 16 estudantes do 1º ano do ensino médio em tempo integral, com faixa etária variando entre 15 e 18 anos. Inicialmente, a turma contava com 17 alunos, porém um aluno foi transferido no decorrer do projeto. Esses alunos representavam um grupo diverso em termos de origem escolar: parte deles concluiu o ensino fundamental II no CIEP Marlene Abibi de Oliveira Fabri enquanto outros vieram de diferentes escolas do município.

A turma era composta por 09 estudantes do gênero feminino e 7 do gênero masculino. A frequência às aulas foi regular para a maioria dos alunos; no entanto, alguns apresentaram ausências pontuais, o que exigiu estratégias adicionais de retomada de conteúdo para assegurar a continuidade da aprendizagem. Observou-se um perfil heterogêneo quanto ao engajamento e estilo de aprendizagem: enquanto alguns alunos demonstravam proatividade e interesse nas atividades propostas, outros apresentavam dificuldades de concentração e menor participação. Além disso, a familiaridade com recursos tecnológicos variou entre os estudantes, influenciando a dinâmica das atividades que envolviam o uso de ferramentas digitais. Essas características da turma tiveram impacto direto nos resultados obtidos, especialmente nas atividades que requeriam maior colaboração e uso de tecnologia, evidenciando a necessidade de adaptações metodológicas para atender às diferentes demandas e potencializar a aprendizagem de todos.

5.2 Sequência Didática

A sequência didática foi elaborada com base nos referenciais teóricos do ensino por investigação, seguindo os níveis investigativos de Smithenry (2010) e os graus de liberdade intelectual de Carvalho (2018) e os cinco princípios do ensino por investigação, conforme estabelecidos pelo National Research Council (2000) e discutidos por Tonidandel (2013).

Os Quadros 1 e 2 apresentam a sistematização dos níveis de investigação propostos por Smithenry (2010) e dos graus de liberdade intelectual descritos por Carvalho (2018), com o objetivo de explicitar como esses referenciais teóricos foram mobilizados na construção da sequência didática investigativa. Além disso, buscam sintetizar esses conceitos, permitindo sua articulação posterior com as etapas práticas desenvolvidas com os alunos.

Quadro 1 – Níveis de investigação segundo Smithenry (2010)

| Nível | Descrição | Papel do aluno |
|--------------|--|---|
| Nível 1 | Situação sem problematização investigativa. | Receptor de informações. |
| Nível 2 | Situação com problema, mas com roteiro do professor. | Executa ações dirigidas, com pouca autonomia. |
| Nível 3 | Problema real, parcialmente estruturado, com espaço para investigação. | Formula hipóteses, investiga com apoio docente. |
| Nível 4 | Situação autêntica e aberta, com investigação significativa. | Aluno formula perguntas, conduz investigação e interpreta resultados. |

Fonte: Adaptado de Smithenry (2010).

Quadro 2 – Grau de Liberdade Intelectual segundo Carvaho (2018)

| Grau | Quem define a pergunta | Quem constrói a resposta | Exemplo didático |
|-------------|-------------------------------|---------------------------------|---|
| Grau 1 | Professor | Professor | Aula expositiva com definição e resposta pré-dadas. |
| Grau 2 | Professor | Alunos | Atividades com perguntas fechadas, mas com elaboração de resposta pelos estudantes. |
| Grau 3 | Alunos | Alunos com mediação docente | Situações em que os alunos elaboram questões e hipóteses com apoio. |
| Grau 4 | Alunos | Alunos | Investigações orientadas com liberdade criativa. |
| Grau 5 | Alunos | Alunos | Projetos de iniciação científica, feiras de ciências. |

Fonte: Adaptado de Carvalho (2018).

Uma sequência investigativa deve ser composta por atividades interligadas e progressivas, permitindo que os alunos explorem conceitos científicos, desenvolvam habilidades argumentativas e estabeleçam conexões entre diferentes áreas do conhecimento. (Sasseron, 2015).

Para garantir essa progressão na autonomia investigativa, a sequência didática foi elaborada em 04 etapas principais organizadas em dois momentos. O primeiro momento ocorreu nas etapas de observação, problematização e levantamento de hipóteses, validação de hipóteses e conclusões, no qual os alunos foram levados a construir o seu conhecimento. |No segundo momento, no qual os alunos foram comunicar o saber científico construído por meio das HQ. Essa organização se aproxima das etapas do ensino por investigação discutidas por Carvalho (2013), proporcionando um percurso estruturado para que os alunos avancem na formulação de perguntas, na análise de evidências e na construção de explicações científicas.

No contexto dessa abordagem, as HQ foram incorporadas como ferramenta de comunicação científica, permitindo que os alunos sintetizassem e organizassem visualmente os conceitos aprendidos ao longo da sequência didática. Sendo assim as atividades foram organizadas de acordo com os Quadros 3 e 4.

Quadro 3 - Estrutura detalhada da sequência didática investigativa com uma abordagem sobre evolução e características das plantas.

| Etapa | Temática | Descrição resumida |
|----------------|--|---|
| 1. Observação. | 1.1- As plantas são seres vivos? | Foi levantada a pergunta inicial “ <i>As plantas são seres vivos?</i> ”, promovendo um debate entre os alunos para explorar suas concepções prévias. Essa etapa serviu como ponto de partida para a investigação. |
| | 1.2- O que eu sei sobre o reino vegetal? | Os alunos foram divididos em grupos e incentivados a responderem perguntas sobre os principais grupos vegetais, suas características e habitats, respondendo a perguntas |

| | | |
|---|--|---|
| | | como: " <i>Quais são os grupos representantes do reino vegetal?</i> ". |
| | 1.3-Sistematização do conhecimento. | Os estudantes organizaram as informações coletadas em uma tabela e apresentaram os resultados à turma, destacando o que compreenderam sobre os grupos de plantas e suas diferenças. |
| | 1.3.3- Aula expositiva e participativa. | Posteriormente, a fim de integrar mais aos seus conhecimentos sobre o reino vegetal, o professor ministrou algumas aulas. |
| 2. Problematização e levantamento de hipóteses. | 2.1- As plantas evoluem? | A questão " <i>As plantas evoluem?</i> " foi introduzida para ampliar a reflexão. Após discutirem suas respostas, o professor abordou o conceito de evolução e o papel dos paleobotânicos no estudo da adaptação das plantas. |
| | 2.2- Como se deu o processo evolutivo das plantas? | Os alunos participaram de uma atividade prática investigativa em que encontraram fósseis fictícios representando características dos grupos vegetais modernos, analisando como essas características poderiam estar relacionadas à sobrevivência terrestre. |

| | | |
|--|--|--|
| | 2.3- Argumentações. | Os grupos apresentaram seus modelos evolutivos, explicando as razões que os levaram a posicionar os grupos vegetais de determinada forma e relacionando as características às condições ambientais. |
| 3. Validação de hipótese e conclusões. | 3.1- Comparação com modelos científicos. | Os estudantes pesquisaram na internet modelos científicos de evolução das plantas para validar ou ajustar suas hipóteses, discutindo as diferenças e refletindo sobre o processo de construção do conhecimento científico. |
| 4. Comunicação científica. | 4.1 - Produção de HQ. | Os estudantes foram incentivados a produzirem uma HQ utilizando como recurso a ferramenta de inteligência artificial, Mídia mágica, contida na plataforma de designer gráfico Canva®. |

Fonte: Acervo pessoal do autor

Quadro 4- Correspondência entre as Etapas da Sequência Didática, os Níveis de Investigação (Smithenry, 2010) e o Grau de Liberdade (Carvalho, 2018).

| Etapa | Nível de Investigação (Smithenry, 2010) | Grau de Liberdade (Carvalho, 2018) |
|---------------|---|------------------------------------|
| 1. Observação | Investigação estruturada a guiada | Grau 2 a 3 |

| | | |
|--|-----------------------------------|------------|
| 2. Problematização e levantamento de hipóteses | Investigação estruturada a guiada | Grau 2 a 3 |
| 3 e 4- Validação de hipótese, conclusões e comunicação científica, por meio da criação das HQs | Investigação guiada a aberta | Grau 3 e 4 |

Fonte: Acervo pessoal do autor.

5.3 Detalhamento da produção das HQ.

O emprego de histórias em quadrinhos como ferramenta didática se alinha aos princípios promovidos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de 1998, pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de 1996, e pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2018, que enfatizam a flexibilidade pedagógica e a inclusão de métodos variados que facilitam o processo de ensino e aprendizagem. Vários autores citam o uso ou a criação de histórias em quadrinhos como ferramentas fundamentais em um processo de ensino aprendizagem mais eficaz (Leite, 2022; Azevedo, 2020; Silva; Costa, 2014; Nery, 2019).

No contexto desta sequência didática investigativa sobre a evolução das plantas, a produção das HQ foi a etapa final que serviu não apenas para consolidar o conhecimento adquirido, mas também para demonstrá-lo de maneira prática e visual, promovendo a alfabetização científica. Elas também foram um instrumento de avaliação do processo de ensino-aprendizagem da sequência didática investigativa.

As etapas para a produção das HQ executadas pelos estudantes estão descritas no Quadro 5.

Quadro 5- Detalhamento das etapas envolvidas na criação das histórias em quadrinhos que foram desenvolvidas pelos estudantes da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri

| Etapa | Descrição |
|---|--|
| 1. Construção inicial do enredo | Os estudantes revisaram o método de construção do enredo de uma história, |
| 2. Apresentação do Mídia Mágica no Canva® (https://www.canva.com/pt_br/), uma inteligência artificial que facilita a | Foi introduzida a ferramenta Mídia Mágica no Canva®, destacando sua inteligência artificial que facilita a criação e |

| | |
|---|---|
| criação e personalização dos personagens da HQ. | personalização de personagens das HQ, por meio de um vídeo do Youtube. |
| 3. Desenvolvimento do Enredo e Personagens | Detalhamento do enredo e no Mídia Mágica no Canva® criaram os seus personagens e ambientes. |
| 4. Criação das HQ | Desenvolvimento das páginas de suas HQ na plataforma de designer gráfico Canva® |

Fonte: Acervo pessoal do autor.

5.4 Coleta dos dados

A coleta de dados desta pesquisa foi conduzida a partir de uma abordagem qualitativa e interpretativa, conforme Minayo (2011), permitindo coletar informações de como os alunos construíram conhecimento durante a produção das HQ e como o ensino por investigação impactou a alfabetização científica e a argumentação no ensino de evolução dos vegetais. Para isso, foram analisados dois aspectos principais:

- Produção das histórias em quadrinhos.

Foram coletadas todas as HQ desenvolvidas pelos alunos ao final da sequência didática investigativa. O material foi organizado e catalogado para posterior avaliação qualitativa.

- Observação participante do processo de criação.

A observação participante é uma estratégia metodológica fundamental na pesquisa qualitativa, pois permite ao pesquisador acompanhar diretamente os sujeitos da pesquisa em seu ambiente natural, registrando comportamentos, interações e processos de aprendizagem em tempo real (Minayo, 2011). Assim, durante a execução da sequência didática foram feitas observações diretas da interação entre os alunos e aluno/professor, registrando discussões, questionamentos e estratégias colaborativas, permitindo interpretar o nível de engajamento e participação dos alunos na construção do conhecimento. A partir dessa coleta de dados, foi possível interpretar o impacto da sequência didática investigativa na aprendizagem dos alunos, fornecendo subsídios para a avaliação das HQ com base em critérios qualitativos previamente definidos.

5.5 Avaliação

A escolha pela abordagem qualitativa justifica-se pelo foco desta pesquisa na compreensão das interpretações, argumentações e processos cognitivos dos alunos durante a construção do conhecimento científico. Diferente da abordagem quantitativa, que se baseia em números, estatísticas e medições objetivas, a qualitativa prioriza a análise detalhada de fenômenos complexos, considerando o contexto, a subjetividade e as interações dos indivíduos envolvidos no estudo (Minayo, 2011).

Essa perspectiva se alinha aos objetivos da investigação desenvolvida, cujo propósito não era mensurar dados numéricos, mas analisar a qualidade das interações, das produções textuais e da apropriação conceitual dos estudantes ao longo da sequência didática. Assim, o uso de uma abordagem quantitativa se mostraria limitado diante da necessidade de captar a riqueza dos significados atribuídos pelos sujeitos, elemento essencial para compreender os impactos do ensino por investigação na aprendizagem. Como destaca Minayo (2011), a abordagem qualitativa é especialmente eficaz em contextos nos quais os processos são múltiplos, dinâmicos e não padronizáveis, como ocorre em propostas educativas que envolvem criatividade, argumentação e mediação pedagógica.

Para orientar a análise das HQ, foram definidos 03 critérios fundamentais que serviram como referência para a interpretação dos dados coletados: fidelidade científica, clareza e coerência, criatividade. Esses critérios possibilitaram uma avaliação mais aprofundada, permitindo identificar como os alunos estruturaram e expressaram seus conhecimentos científicos por meio da narrativa visual e textual.

Além da análise das HQ, as observações registradas durante o processo de criação foram utilizadas como auxílio para a avaliação qualitativa do engajamento dos alunos, dos desafios enfrentados pelos estudantes na construção de suas narrativas e de como interagiram entre si.

6 Resultados e discussões – 1º Momento

Antes de começar a aplicação da sequência didática, o professor/pesquisador detalhou a proposta de trabalho e ressaltou a importância da leitura e da concordância com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) por parte dos alunos e de seus responsáveis (Apêndice B)

6.1 Sequência didática investigativa

A sequência didática foi inicialmente planejada para ser desenvolvida em dezoito aulas de cinquenta minutos, das quais 10 seriam destinadas às etapas iniciais, fundamentais para embasar a criação das HQ, incluindo problematização, levantamento de hipóteses, validação de hipóteses e conclusões. No entanto, ao longo do desenvolvimento das atividades, observou-se que os alunos apresentavam dificuldades em conceitos fundamentais sobre vegetais, que seriam pré-requisitos para as etapas seguintes.

A ausência de uma base conceitual consolidada pode gerar dificuldades substanciais no processo de aprendizagem, especialmente dentro da perspectiva do ensino por investigação (Carvalho, 2013). Diante desse cenário, ampliou-se a carga horária dessa fase inicial de 10 para 18 aulas, incorporando aulas expositivas e participativas para reforçar os conceitos essenciais antes da transição para a produção das HQ. Cabe aqui ressaltar que, em função da docente estar ministrando uma disciplina eletiva do novo ensino médio, pode-se ampliar o número de aulas em função das dificuldades dos alunos.

As dificuldades observadas ao longo das atividades podem ser associadas, em parte, ao contexto educacional pós-pandemia da COVID-19. Durante os anos de 2020 e 2021, quando a maioria dos alunos cursava o sexto e o sétimo anos do ensino fundamental II, a interrupção das aulas presenciais e a adoção do ensino remoto emergencial comprometeram a construção do conhecimento em Ciências. Segundo Andrade *et al.* (2022), 30% dos professores relataram que suas casas e as de seus alunos não ofereciam condições adequadas para a realização das atividades escolares, enquanto 20% mencionaram dificuldades na complexidade dos conteúdos trabalhados virtualmente, na ausência de aulas práticas e na falta de familiaridade com ferramentas tecnológicas. Outro obstáculo significativo foi a instabilidade da conexão com a internet, apontada por 40% dos docentes, o que afetou tanto professores quanto alunos, comprometendo o acompanhamento das aulas e a compreensão dos conteúdos.

Como professora atuante nesse período, foi possível vivenciar situações que ilustram a complexidade dos desafios enfrentados pelos estudantes. Como por exemplo, uma mãe enviou a foto do celular que seu filho utilizava para estudar, a tela estava completamente quebrada, dificultando a visualização e a realização das atividades. Outra mãe relatou que seu filho precisava subir até o pasto para conseguir sinal de internet e enviar as atividades escolares e, durante uma aula remota via *Google Classroom*, um aluno informou que precisaria sair da aula para acender o fogão à lenha de sua casa. Esses exemplos refletem não apenas as limitações tecnológicas, mas também as dificuldades de concentração, motivação e acompanhamento pedagógico enfrentadas pelos estudantes, reforçando a necessidade de

estratégias diferenciadas para mitigar os impactos da defasagem educacional.

A precarização das condições de ensino comprometeu não apenas a progressão do aprendizado, mas também afetou o interesse e a motivação dos alunos. Rodrigues (2022) analisou os impactos desse período na aprendizagem de Ciências e constatou um grande retrocesso educacional, evidenciado pelos relatos de professores do ensino fundamental II, que apontaram baixos níveis de aprendizagem, mesmo com o uso de metodologias ativas. Barbieri *et al.* (2023) destacaram que estagiários de licenciatura em Ciências Biológicas encontraram alunos desmotivados, indisciplinados e com baixa frequência, sugerindo uma forte relação entre esses desafios e as adversidades enfrentadas durante o período pandêmico.

Com base nas dificuldades identificadas ao longo das atividades, tornou-se imprescindível a reestruturação da sequência didática, ampliando a carga horária para garantir que os alunos desenvolvessem os conhecimentos essenciais antes da construção das HQ. O planejamento inicial previa a realização das etapas de problematização, levantamento de hipóteses e validação em dez aulas, mas a necessidade de aprofundamento levou à ampliação para 18 aulas, incorporando estratégias didáticas que favorecessem a aprendizagem ativa e investigativa. Essa adaptação metodológica está alinhada aos princípios do ensino por investigação, pois permitiu que a reorganização curricular se baseasse na análise contínua das dificuldades apresentadas pelos alunos e na implementação de soluções pedagógicas que possibilitassem uma maior apropriação do conhecimento (Tonidandel, 2013). Soma-se a isso o fato de que estudos sobre o impacto do ensino remoto indicam que a recomposição da aprendizagem exige abordagens mais estruturadas, garantindo que os alunos recuperem as bases necessárias para avançar no conhecimento científico (Silva, 2023).

Para mitigar os efeitos da pandemia, uma das ações do Estado do Rio de Janeiro foi a implementação da disciplina eletiva de Reforço Escolar no contexto do Novo Ensino Médio, com o objetivo de oferecer suporte adicional aos estudantes. A flexibilidade proporcionada pelo plano de curso possibilitou a ampliação da carga horária da atividade, permitindo que os alunos recebessem o suporte necessário antes da produção das HQ. Essa decisão metodológica não apenas fortaleceu a compreensão conceitual dos estudantes, mas também assegurou que a criação das HQ fosse um processo fundamentado cientificamente, e não apenas uma atividade ilustrativa.

Apesar do reforço conceitual, ao iniciar a fase de produção das HQ, novos desafios emergiram, desta vez relacionados à transposição dos conceitos científicos para a linguagem gráfica e narrativa. Além disso, a necessidade de dominar a ferramenta digital Mídia Mágica de IA no Canva® exigiu um tempo adicional de adaptação por parte dos alunos. Esses

aspectos serão discutidos na seção onde serão analisadas as dificuldades enfrentadas na construção das histórias em quadrinhos.

A ampliação da carga horária só foi possível devido à flexibilidade curricular da disciplina de Reforço Escolar, permitindo ajustes no planejamento de acordo com as demandas do projeto. No entanto, para que essa sequência didática possa ser aplicada na disciplina regular de Biologia, onde os alunos enfrentam desafios semelhantes aos relatados aqui, mas com uma estrutura curricular mais rígida, são necessárias adaptações metodológicas. O ensino híbrido, combinando momentos presenciais com o uso de materiais complementares assíncronos, como vídeo aulas e atividades interativas online, pode ser uma alternativa para otimizar o tempo de aula na escola, permitindo que os alunos acessem os conteúdos de forma mais flexível. Essas estratégias podem proporcionar um maior equilíbrio entre teoria e prática, garantindo que os alunos desenvolvam as habilidades necessárias para a compreensão e aplicação dos conceitos científicos, sem comprometer o cumprimento do currículo estabelecido pelos órgãos reguladores da educação.

6.1.1 -1º Etapa – Observação

A primeira etapa da sequência didática foi intitulada “Observação” e teve como objetivo despertar a atenção dos alunos para as plantas enquanto seres vivos, mas dentro de uma abordagem ativa de investigação, na qual os estudantes foram confrontados a expor os seus conhecimentos prévios, mas foram incentivados a formular perguntas e elaborar inferências sobre as características vegetais observadas e ganhar embasamento teórico. No ensino por investigação, a observação não se restringe à coleta passiva de informações, mas representa um momento essencial para a formulação de hipóteses e a problematização inicial do tema (Carvalho *et al.*, 2013). Nesse sentido, esta etapa não teve um caráter apenas exploratório, mas se configurou como uma ação investigativa estruturada, na qual os alunos foram desafiados a questionar padrões, levantar dúvidas e estabelecer conexões entre diferentes grupos vegetais.

Essa estruturação seguiu os princípios da investigação estruturada e guiada conforme proposto por Smithenry (2010), no qual o professor orienta a coleta de dados e a formulação inicial de questões, e no grau 2 a 3 de liberdade intelectual, de acordo com a classificação de Carvalho (2018). Nesse contexto, a etapa de observação foi dividida em quatro momentos principais.

1º etapa - Temática- 1.1 As Plantas São Seres Vivos?

A compreensão de que as plantas são seres vivos é um aspecto fundamental no ensino de Biologia. No entanto, a forma como esse conhecimento é estruturado pelos estudantes pode revelar concepções limitadas sobre o grupo vegetal. Para elucidar essa questão essa atividade teve início com um debate baseado na pergunta "*As plantas são seres vivos?*". Essa questão permitiu levar os alunos a observar, refletir e argumentar biologicamente sobre os vegetais e com isso trazer para a discussão as suas concepções espontâneas sobre o que define a vida nesse organismo.

Diante da pergunta, a maioria dos estudantes respondeu afirmativamente, justificando sua resposta com base no ciclo vital, utilizando expressões como: "*As plantas nascem, crescem, reproduzem-se e morrem*". Diante dessa limitação conceitual, e na tentativa de ampliar o escopo da discussão, a professora questionou "*e se uma planta morrer antes de crescer e reproduzir, deixou de ser um ser vivo?*" e "*Além de nascer, crescer, reproduzir-se e morrer, que outras características tornam as plantas seres vivos?*" as pergunta foram no sentido de fazer com que eles pensassem além desse conceito simplista e estabelecessem outros argumentos, porém eles demonstraram dificuldades em estabelecer critérios mais amplos na definição, evidenciando uma concepção restrita desse grupo de organismos. Apenas um estudante mencionou a presença de células, levando outro aluno da turma a comentar: "*Ah! é verdade, para ser um ser vivo tem que ter células*", porém ninguém citou os aspectos fisiológicos, como a fotossíntese, ou estruturais, como a organização celular e os tecidos especializados.

Como descrito por Munford e Lima (2007), um dos pilares do ensino por investigação é a mediação do professor, que deve estimular os alunos a justificar suas respostas e conectar suas percepções ao conhecimento científico. No contexto analisado, a formulação da pergunta pelo professor foi essencial para direcionar a reflexão dos alunos sobre as plantas dentro de um referencial biológico mais amplo. Sem essa intervenção, os estudantes dificilmente iriam além do ciclo vital como critério para definir a vivacidade vegetal, permanecendo com uma compreensão restrita desse conceito. Essa dificuldade em estabelecer um conceito mais abrangente sobre a vida das plantas evidencia um aspecto fundamental do ensino de Biologia: certos conceitos, que para os professores parecem óbvios, podem não estar consolidados na formação dos alunos. Ao tratar das plantas, mencionam-se sua fisiologia, suas células e sua capacidade de realizar fotossíntese, o que, do ponto de vista acadêmico, já as caracteriza como seres vivos. No entanto, se esses conceitos não forem apresentados de forma estruturada e interconectada, podem não ser assimilados de maneira significativa pelos estudantes.

Contudo, essa limitação conceitual não é exclusiva de turmas impactadas pela pandemia. Em uma experiência anterior com outra turma de 1º ano do ensino médio, um aluno, ao discutir o conceito de ser vivo, mencionou que a água era um ser vivo, associando essa ideia às nascentes, enquanto outro afirmou que o fogo também possuía vida, pois se espalhava e, com o tempo, "morria". Curiosamente, nenhum desses alunos mencionou as plantas, o que evidencia uma lacuna conceitual que se perpetua ao longo do ensino básico. o que agrava a impercepção botânica e, conseqüentemente, compromete o avanço da consciência ecológica e da valorização da conservação florestal.

Embora os alunos da pesquisa tenham reconhecido as plantas como seres vivos, sua explicação limitada demonstra um entendimento reducionista da biologia das plantas, o que se alinha à concepção de impercepção botânica, conforme discutido por Ursi e Salatino (2020). Para esses autores, a impercepção botânica não se restringe ao desconhecimento da existência das plantas, mas inclui a dificuldade em reconhecer sua complexidade, sua relevância ecológica e suas interações no ambiente. Essa visão fragmentada também é abordada por Wandersee e Schussler (1999), que destacam que os estudantes frequentemente não percebem as plantas como organismos tão dinâmicos e interativos quanto os animais, limitando-se a vê-las como elementos estáticos do ambiente.

Outro aspecto relevante para a análise da impercepção é o contexto cultural. Ambas as turmas, a do presente trabalho, e a outra turma de 1º ano do ensino médio, citada anteriormente, estão inseridas em um ambiente rural, morando ou trabalhando. Balding e Williams (2016) ressaltam que a exposição frequente a um ambiente repleto de plantas pode aumentar a capacidade de um indivíduo de detectá-las, recordá-las e valorizá-las. No entanto, esse contato não necessariamente resulta em uma compreensão mais aprofundada sobre a biologia vegetal. Muitas vezes, a relação com as plantas é pautada por uma perspectiva antropocêntrica e utilitarista, na qual os vegetais são percebidos exclusivamente como recursos para alimentação, remédios e matéria-prima, sem que sua importância ecológica e evolutiva seja reconhecida (Stagg; Dillon, 2022).

Esse fenômeno já foi discutido por Güllich (2003), que aponta que o desenvolvimento da ciência nas áreas de farmacologia e medicina contribuiu para enfatizar a Botânica, mas, contraditoriamente, também reforçou uma visão instrumentalista da natureza. Com isso, a sociedade passou a modificar o meio ambiente com o intuito de atender às suas próprias necessidades, sem compreender que a manutenção da vida no planeta depende de processos naturais fundamentais, como a captação da luz solar pelas plantas e sua participação nos ciclos biogeoquímicos.

Diante desse cenário, a atuação do professor torna-se ainda mais relevante para vencer a impercepção botânica, pois cabe à mediação docente romper com essa visão reducionista e promover uma abordagem mais investigativa e problematizadora, indo de encontro com Ursi *et al.*, (2018) que afirmam ser necessário e urgente o fomento do ensino dos vegetais.

1º etapa – Temática 1.2 - Investigação preliminar – O que eu sei sobre o reino vegetal?

Após as observações feitas e a professora perceber que os mesmos compreenderam os conceitos que cercam a vivacidade das plantas, a turma foi dividida em 03 grupos, os quais receberam a tarefa de preencher uma tabela sobre o reino vegetal, usando os seus conhecimentos prévios, e no intuito de instruí-los, algumas perguntas foram estabelecidas, tais como: *“Quais são os grupos representantes do reino vegetal?”*, *“Quais são as características de cada grupo?”*, *“Qual é a diferença entre esses Grupos?”* e *“Qual é o habitat principal de cada grupo?”*.

A construção da tabela apresentada pelos alunos foi estruturada para auxiliar no desenvolvimento da alfabetização científica estimulando os alunos a sistematizarem informações de forma organizada e visualmente comparativa (Sasseron, 2015). Ademais, cada grupo precisou identificar conexões entre os diferentes grupos vegetais, na tentativa de promover uma compreensão integrada do grupo estudado. A divisão em grupo foi considerada com base no fato de que os alunos teriam mais condições de desenvolver seus conhecimentos e habilidades com o auxílio dos colegas que estão na mesma situação de desenvolvimento, conforme preconizado por Carvalho (2013). A escolha por permitir que os alunos formassem os grupos de maneira espontânea foi intencional, com o objetivo de evitar qualquer interferência externa que pudesse comprometer a autenticidade das interações e influenciar os resultados da pesquisa. Os estudantes se organizaram naturalmente com base em afinidades pré-existentes, o que favoreceu o clima de colaboração e respeito mútuo durante as atividades. Essa postura metodológica buscou garantir que as observações realizadas refletissem as dinâmicas reais da turma, sem induções artificiais por parte da professora. Além disso, a autonomia na formação dos grupos possibilitou identificar diferentes níveis de engajamento e estratégias de construção do conhecimento, sem comprometer a imparcialidade da análise.

No decorrer da atividade, era nítida a dificuldade dos grupos em realizar a tarefa recebida, ficando evidente a ausência dos conhecimentos que deveriam ter tido nas aulas de Ciências no Ensino Fundamental, e, dado à defasagem na qual eles se encontravam, em alguns momentos foi permitido que algumas das informações fossem pesquisadas na internet (Figura 1).

Figura 1 A e B – Estudantes organizados em grupos durante a etapa de pesquisa, coletando e sistematizando informações para a construção do conhecimento sobre a evolução das plantas.



Fonte: Acervo pessoal do autor

Essa abordagem buscou evitar, nesse primeiro momento, a exposição direta de conteúdo pela professora, prática que muitas vezes leva à dispersão e desinteresse dos alunos, especialmente em temas de Botânica. Esse primeiro contato com o tema teve o papel de “quebra de gelo”, permitindo que os alunos explorassem livremente as informações disponíveis, sem a preocupação inicial de acertar ou errar, mas sim de estabelecer relações e levantar questões a serem aprofundadas ao longo da sequência didática, no qual puderam organizar e trabalhar com dados não fornecidos pela professora, mas coletados por eles. Conforme destacado por Cortes *et al.* (2018), permitir que os estudantes tomem parte ativamente do processo de construção do conhecimento científico, amplia a busca por significados e interpretações.

Ao longo dessa etapa, os alunos começaram a se deparar com as nomenclaturas botânicas, relatando que os nomes eram muito esquisitos e que nunca ouviram falar, e às vezes, em um ato ansioso, eles faziam algumas perguntas, tais como: “*O que é gimnosperma?*”, “*Como fala pteridófito?*”. Essa dificuldade já foi apontada na literatura como um dos maiores desafios no ensino de Botânica (Macedo *et al.*, 2012). Em vez de simplesmente fornecer as respostas, a professora incentivou os alunos a identificarem padrões nas nomenclaturas, promovendo uma relação entre a estrutura e a função dos grupos vegetais, como por exemplo: “*Vocês conseguem encontrar um padrão entre os nomes e as características das plantas?*” Como resposta, alguns alunos disseram: “*Ah! Angiosperma deve ser mais parecida com gimnosperma, e briófito deve ser mais parecida com pteridófito, porque os nomes são mais parecidos*”. Diante dessa observação, a professora questionou se as pesquisas realizadas pelos grupos realmente indicavam essa relação. No entanto, nesse momento, os alunos não souberam argumentar com base em características concretas.

De acordo com as observações feitas pela professora, ficou mais evidente que muitos alunos não tiveram contato significativo com o conteúdo de Botânica ao longo do ciclo

escolar ou, se tiveram, não assimilaram esses conhecimentos de forma efetiva. Essa lacuna para além da pandemia, também pode estar relacionada à negligência histórica do ensino de Botânica nos currículos escolares (Vasques *et al.* 2021).

Nesse sentido, Santos (2024) destaca que dificilmente um discente que enfrentou as dificuldades do ensino remoto conseguirá desenvolver, no retorno presencial, conhecimentos mais complexos a partir de pré-conceitos básicos que lhe foram negados, evidenciando que, nesses casos, não houve, de fato, uma aprendizagem consolidada.

Adicionalmente, é importante considerar que o ensino de Botânica, mesmo antes da pandemia, já era negligenciado nos currículos escolares. Segundo Carvalho *et al.* (2021), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece um currículo sequencial, no qual cada etapa da educação básica deveria consolidar conhecimentos fundamentais para o ciclo seguinte. Entretanto, Ursi *et al.*, (2018) destacam que esse mesmo documento não dá a devida ênfase ao ensino de Botânica, o que prejudica a progressão do aprendizado e contribui para que os alunos cheguem ao ensino médio sem uma compreensão estruturada sobre o reino vegetal. Esse é um fator preocupante, pois a falta de conhecimento sobre os grupos vegetais pode impactar a forma como as novas gerações compreendem questões ambientais. A ausência da Botânica no ensino básico pode levar a uma visão limitada da biodiversidade, prejudicando a conscientização sobre práticas sustentáveis e a conservação dos ecossistemas (Balding; Williams, 2016).

1º etapa – Temática 1.3 – Sistematização do conhecimento

A sistematização do conhecimento é um momento essencial em uma sequência didática investigativa, pois permite que os alunos organizem, avaliem criticamente e consolidem o aprendizado adquirido no desenvolvimento das etapas anteriores (Carvalho, 2013). Embora esse processo ocorra ao longo de toda a sequência didática, nesta etapa, ele se torna mais contundente, pois marca a transição entre a investigação preliminar sobre os grupos vegetais e a problematização evolutiva que será abordada. Diferente da Temática 1.2 – Investigação Preliminar, na qual os alunos tiveram um primeiro contato exploratório com as características dos grupos vegetais, a sistematização agora exige um olhar mais analítico e estruturado sobre as informações coletadas. A análise desses dados permite que os estudantes identifiquem lacunas conceituais e formulem novas questões, impulsionando a construção do conhecimento de maneira progressiva e interligada (Sasseron, 2015). Nesta etapa, a ênfase foi na oralidade, ou seja, na exposição dos conhecimentos construídos, proporcionando aos alunos a oportunidade de ampliar seu vocabulário científico dentro do contexto botânico.

Além disso, essa abordagem também contribuiu para a normalização da pronúncia de termos específicos, favorecendo a familiarização com a nomenclatura botânica e garantindo uma comunicação mais precisa e confiante. Em suas apresentações, como suporte os grupos utilizaram as tabelas comparativas com as características dos principais grupos vegetais - briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas - que confeccionaram anteriormente (Figuras 2 A e B).

Figuras 2A e 2B– Exposição oral dos grupos de alunos utilizando as tabelas comparativas para apresentação e análise das características dos principais grupos vegetais.



Fonte: Acervo pessoal do autor.

As informações sistematizadas pelos grupos de alunos sobre os grupos vegetais foram bem simplistas e carentes de aprofundamento conceitual, com ênfase nas características gerais. O conteúdo exposto refletiu as pesquisas realizadas pelos próprios alunos e o processo de organização das ideias desenvolvidas ao longo da atividade (Quadro 6).

Quadro 6 – Informações sistematizadas pelos grupos de alunos do colégio CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri sobre as características dos principais grupos vegetais.

| Grupos | Briófitas | Pteridófitas | Gimnosperma | Angiosperma |
|--------|---|---|---|---|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> - Pequenas plantas sem vasos condutores. - Tem haste, filoide, caulóide e rizóide. - Vivem em ambientes úmidos. - Exemplo: musgos. | <ul style="list-style-type: none"> - Eucariontes, pluricelulares. - Possuem vasos condutores. - Não possuem flor, sementes ou frutos. - Reprodução dependente da água. - Exemplo: samambaia. | <ul style="list-style-type: none"> - Apresentam caule, raiz, folhas e vasos condutores (xilema e floema). - Não possuem frutos envolvendo a semente. - Uma maior quantidade é encontrada em clima frio | <ul style="list-style-type: none"> - São vascularizadas. - Possuem raiz, caule, flores e frutos que envolvem a semente. - Ocorre desde ambientes aquáticos à áridos. - Exemplo: rosa. |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> - São musgos, não possuem flores, frutos ou vasos condutores, nem | <ul style="list-style-type: none"> - Não possuem sementes, frutos, flores, mas têm vasos condutores. | <ul style="list-style-type: none"> - Possuem caule, raiz, folhas, estróbilos (pinhas), sementes expostas, | <ul style="list-style-type: none"> - Presença de flores e frutos que envolve a semente - Possuem vasos |

| | | | | |
|---|--|--|---|--|
| | sementes. - Localizados em ambiente úmidos. - Exemplo: musgos. | - Vivem em ambientes úmidos. - Exemplo: samambaia. | sem frutos. - Possuem vasos condutores. - Vivem em climas temperados. | condutores. - Habitat variado (aquático e terrestre). |
| 3 | - Não possuem folhas e caules verdadeiros, não possuem sementes, flores nem frutos. - Alternância de gerações gametofítica e esporofítica. - Necessitam de água para reprodução. - Ambientes úmidos e sombreados. - Exemplo: musgos. | - Seres eucariontes, pluricelulares fotossintetizantes. - Não possuem sementes. - Necessitam de água para reprodução. - Possuem vasos condutores. - Maioria das espécies encontradas em ambiente úmido. - Exemplo: locais úmidos. | - Plantas vasculares, com vasos condutores. - Sementes sem envolvimento por fruto. - Independência da água para a reprodução - Vivem em climas frios e temperados. | - Apresentam flores e frutos envolvendo as sementes. - As sementes são os ovários da flor. - Habitat variado (aquático a árido). |

Fonte: Acervo pessoal do autor

Em alguns momentos das apresentações dos dados expostos no Quadro 6, houve intervenções por parte da professora, para promover o dinamismo na atividade e para esclarecer alguns pontos. Segundo Carvalho *et al.*, (2013), tal ação é preponderante para essa etapa, pois, ao responder ao professor, o aluno relembra o que fez, ajudando na construção do conhecimento que está sendo sistematizado, denotando a importância do docente em qualquer metodologia de ensino.

Quando um dos grupos mencionou como característica de pteridófitas elas serem eucariontes e pluricelulares, a professora argumentou se essa era uma característica só das pteridófitas, eles informaram que não e que estava presente em todas as outras plantas do Reino, assim como em outros seres vivos. Percebe-se que o Grupo 3 apresentou a mesma característica acrescentando o aspecto fotossintético, no qual também foi indagado se esse era um aspecto só de pteridófitas, os quais afirmaram que não, mas que era uma característica exclusiva das plantas. Nesse momento, a professora interveio, mencionando as algas e algumas bactérias como seres fotossintéticos. Foi quando um aluno perguntou se as algas também eram plantas. Nesse momento, utilizou-se a classificação dos cinco reinos de Whittaker (1969), comumente utilizada no ensino médio (Lima; Lopes, 2022). A professora explicou que, segundo essa classificação, as algas pertencem ao Reino Protista, enquanto as

plantas são agrupadas no Reino Plantae. No entanto, ressaltou-se que as classificações biológicas não são fixas, mas evoluem conforme novas descobertas científicas. Como exemplo, foi citada a organização dos seres vivos em domínios, um modelo mais recente que se baseia em evidências moleculares e relações evolutivas mais amplas. A partir dessa explicação, foi respondido que, dentro do grupo das algas, existem as algas verdes, que compartilham semelhanças com as plantas.

Neste instante, não foram exploradas classificações taxonômicas detalhadas sobre as algas, mas o episódio serviu para destacar a importância das algas e bactérias na fotossíntese e na manutenção dos ecossistemas, algo que, de acordo com Pechliye *et al.* (2013), tem sido colocado à margem quando as abordam em pesquisas e artigos acadêmicos voltado para o ensino de ciências.

Em relação às briófitas, a maioria dos grupos apresentou como característica a ausência de vasos condutores e citou os musgos como exemplo. Embora tradicionalmente as briófitas sejam classificadas como plantas atraqueófitas, ou seja, sem tecidos vasculares, essa definição precisou ser reformulada. De fato, a ausência de vasos lignificados e especializados para condução é uma característica central das briófitas, mas muitos musgos possuem células especializadas na condução de água e nutrientes, como os hidroides e leptoides, que desempenham uma função análoga ao xilema e floema das traqueófitas (Raven *et al.*, 2014), ainda que não formem um sistema vascular verdadeiro. A presença dessas células condutoras em algumas briófitas é considerada um importante indicativo evolutivo, pois aparentemente são semelhantes àquelas de certas plantas fósseis, conhecidas como protraqueófitas, as quais podem representar um estágio intermediário na evolução das plantas vasculares (Raven *et al.*, 2014).

Outro ponto elencado foi sobre o habitat das briófitas, no qual todos os grupos mencionaram que essas plantas “*vivem em ambientes úmidos*”. No entanto, foi destacado que, embora a ocorrência predominante das briófitas seja em ambientes úmidos, também existem representantes dessa divisão em locais mais secos. Essa observação feita pelos alunos é comum devido à ausência de exposição dessas características até mesmo nos livros didáticos de biologia do ensino médio, conforme aponta Santos *et al.* (2015).

Todos os grupos mencionaram a dependência de água para a reprodução de briófitas e pteridófitas, mas nenhum deles soube esclarecer essa informação, dizendo que não encontram em suas pesquisas. Apenas um aluno questionou o porquê de só esses dois grupos terem essa dependência de água, e imediatamente um outro aluno respondeu que, “*por gimnosperma e angiosperma serem de grande porte, quando regadas podem ficar de 15 a 30 dias sem aguar,*

pois, elas absorvem muita água do solo e a acumula dentro dela". Diante dessa resposta, a professora incentivou os alunos a refletirem sobre a relação entre o porte das plantas e sua dependência da água, questionando: *"Se a retenção de água no corpo fosse o fator determinante, por que algumas plantas de grande porte continuam dependentes da água?"*. Com essa abordagem, a professora guiou os estudantes para a compreensão de que a independência da água nas gimnospermas e angiospermas está restrita aos aspectos reprodutivos.

A troca de ideias e a reformulação de conceitos ao longo desse diálogo reforçam o papel do professor como mediador da aprendizagem, conduzindo os alunos para uma construção ativa do conhecimento. Em vez de oferecer respostas diretas, a professora utilizou estratégias investigativas para que os estudantes identificassem inconsistências em suas explicações e buscassem novas compreensões a partir da problematização dos conceitos. Como salienta Sasseron (2015), o ensino por investigação é efetivo quando ocorrem interações significativas entre professor, alunos, materiais e informações, permitindo que os estudantes participem ativamente do processo de aprendizagem e construam conhecimento de forma autônoma e crítica.

A independência da água em gimnospermas e angiospermas só está relacionada aos aspectos reprodutivos, e não são todas as gimnospermas que possuem tubo polínico, nas Cicadófitas e em *Ginkgo biloba*, por exemplo, embora haja formação de tubo polínico, os gametas masculinos são flagelados e requerem um meio aquoso interno para alcançar a oosfera, caracterizando um estágio intermediário na independência da água (Raven *et al.*, 2014).

O Grupo 3 trouxe dados quanto ao ciclo de vida das briófitas, colocando que possuem alternância de gerações gametofítica e esporofítica, porém, quando pedido para explicar o mesmo, o Grupo não soube responder.

No que diz respeito às angiospermas, quando o Grupo 3 mencionou erradamente *"que as sementes são os ovários da flor"*. A professora pediu para que eles tentassem explicar melhor, porém os alunos não conseguiram desenvolver o assunto. Diante disso, a professora contextualizou dizendo que, na verdade, as sementes são resultado da fecundação dos óvulos presentes nos ovários da flor. Ela explicou que, após a fecundação, os óvulos se transformam em sementes, enquanto os ovários se desenvolvem para formar os frutos, que têm a função de proteger as sementes e facilitar sua dispersão. Essa intervenção teve como objetivo corrigir a compreensão equivocada dos alunos, destacando a importância da diferenciação entre sementes e frutos no ciclo reprodutivo das angiospermas, além de evidenciar a necessidade de

aprofundar o entendimento sobre a função das estruturas reprodutivas das plantas.

Esses comentários listados ressaltam o que Macedo *et al.* (2012) relatam em seus estudos sobre a concepção de professores de Biologia no ensino-aprendizagem de Botânica, em que os mesmos colocam o ciclo de vida e a reprodução como uma das principais dificuldades que os estudantes do ensino médio enfrentam em aprender temas de Botânica. Isso ocorre porque muitos alunos não estabelecem relações entre os diferentes estágios do ciclo de vida das plantas e seus processos adaptativos, limitando-se à memorização de termos sem compreender sua dinâmica. Essa dificuldade se agrava devido à abordagem fragmentada do ensino de Botânica, que muitas vezes prioriza classificações e nomenclaturas em detrimento da contextualização evolutiva e ecológica dos grupos vegetais.

A sistematização revelou lacunas conceituais importantes, especialmente em relação à morfologia dos grupos vegetais e à compreensão dos ciclos de vida. A dificuldade dos alunos em explicar a alternância de gerações nas briófitas e a reprodução nas angiospermas evidenciou a necessidade de aprofundamento nesses temas.

1º etapa – Temática- 1.3.3- Aulas expositivas e participativas

Após a realização das três etapas anteriores, "*As plantas são seres vivos?*", "*O que eu sei sobre o reino vegetal?*" e a "*Sistematização do conhecimento*", a professora, na condição de observador participante, percebeu fragilidades significativas no conhecimento dos alunos sobre Botânica, o que pode ter impactado a capacidade argumentativa e reflexiva deles.

Perante essa constatação, foram planejadas oito aulas expositivas com o objetivo de fortalecer a base conceitual dos estudantes e proporcionar subsídios para as atividades investigativas subsequentes.

A inclusão de aulas expositivas e participativas foi fundamentada na perspectiva de Franco *et al.* (2021), que defendem que o ensino por investigação não exclui a construção de conceitos e teorias, mas sim os integra, tornando-os essenciais para a consolidação do processo de aprendizagem. Além disso, essa abordagem considerou a trajetória escolar dos alunos, fortemente impactada pelos desafios impostos pela pandemia, que podem ter ampliado a defasagem no estudo de Botânica. Como destaca Rodrigues (2022), o ensino de Ciências foi um dos mais afetados durante o ensino remoto emergencial, visto que grande parte dos seus conceitos depende da experimentação e da observação direta, o que se tornou inviável para muitos estudantes.

Diante desse cenário, as aulas expositivas foram utilizadas como um suporte essencial na tentativa de nivelar o conhecimento dos alunos, garantindo uma base conceitual mínima

necessária para a construção de novas aprendizagens dentro do contexto investigativo.

Assim, no início de cada aula geminada, foi proposta uma atividade lúdica na qual cada grupo deveria percorrer a escola e trazer um representante ou estrutura que simbolizasse a divisão das plantas em estudo. O grupo que trouxesse a representação correta mais rapidamente era premiado. Esses momentos descontraídos estimularam a participação ativa dos alunos. Como exemplos, os grupos trouxeram musgos para as briófitas, samambaias para as pteridófitas, estróbilos de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze para as gimnospermas e flores para as angiospermas. Após a dinâmica, as discussões eram iniciadas com base nos exemplares apresentados, e o conteúdo era exposto com o auxílio de um projetor. Desenvolver ludicamente conteúdos pertinentes à Biologia aumenta as possibilidades de uma aprendizagem prazerosa e expressiva (Fioravante; Guarnica, 2019).

As primeiras aulas abordaram as briófitas. Após a dinâmica inicial, a professora apresentou as características fundamentais desse grupo para oferecer aos alunos um embasamento conceitual que servisse de suporte para as atividades futuras. No entanto, percebeu-se uma dispersão significativa entre os estudantes, o que comprometeu o envolvimento com o conteúdo. Diante disso, a abordagem foi ajustada para as aulas seguintes, incorporando a proposição de hipóteses dentro do contexto das aulas expositivas, estratégia essencial no ensino por investigação, que incentiva os alunos a participarem ativamente do processo de construção do conhecimento (Smithenry, 2010).

Na sequência, os alunos foram desafiados a formular hipóteses sobre estruturas vegetais observadas em amostras trazidas para a aula. Durante a análise das pteridófitas, os estudantes examinaram pontos na parte inferior de algumas folhas de samambaias e, sem recorrer à pesquisa na internet, discutiram possíveis explicações para essa característica. Algumas hipóteses levantadas incluíram a ideia de que esses pontos armazenariam água, devido ao ambiente úmido em que essas plantas vivem, ou que guardariam óvulos para reprodução. Um terceiro grupo sugeriu que seriam sementes, hipótese que foi corrigida por um colega, que lembrou que as pteridófitas não produzem sementes. Após essa discussão inicial, os alunos foram incentivados a pesquisar para validar suas hipóteses, o que gerou um debate mais aprofundado sobre soros, esporângios e esporos, promovendo uma compreensão mais estruturada sobre os mecanismos reprodutivos das pteridófitas (Figuras 3 A e B).

Figuras 3 A e B. Escola CIEP Marlene Abib de Oliveira A: Professora ministrando aula do conteúdo de Botânica. B: Alunos desenvolvendo hipótese sobre o que seriam os pontinhos escuros atrás da samambaia.



Fonte: Acervo pessoal do autor

A mesma abordagem foi utilizada na aula sobre gimnospermas, em que os alunos analisaram pinhas trazidas como exemplares. Durante a atividade, surgiram hipóteses diversas, como a identificação das pinhas como estróbilos, a ideia de que elas protegiam as sementes da umidade por não possuírem frutos ao redor, a observação de que se abriam para liberar sementes e a sugestão de que se tratavam de folhas endurecidas. Essas contribuições fomentaram um debate sobre os aspectos reprodutivos das gimnospermas, em que os alunos foram desafiados a reformular suas hipóteses à medida que novas informações eram discutidas.

Nas aulas sobre angiospermas, a atividade investigativa seguiu a mesma lógica. Os alunos foram questionados sobre as funções das flores e levantaram diferentes hipóteses. Alguns sugeriram que as flores atraíam polinizadores e facilitavam a transferência de pólen, enquanto outros acreditavam que elas ajudavam a planta a crescer mais forte. Houve também o grupo que apontou que as flores contribuem para a produção de frutos.

Embora essas aulas tenham abordado aspectos morfológicos e fisiológicos das plantas, os conceitos evolutivos dessas estruturas ainda não foram explorados, pois seriam discutidos posteriormente dentro de um contexto mais amplo. Esse direcionamento segue a abordagem proposta por Tonidandel (2013), segundo a qual o ensino por investigação deve ocorrer de forma progressiva, garantindo que os alunos primeiro compreendam as estruturas antes de conectá-las a explicações evolutivas mais complexas. Assim, após essa contextualização inicial, os alunos foram incentivados a aprofundar seus conhecimentos sobre a evolução das plantas, preparando-se para os próximos momentos da sequência didática.

6.1.2 2º Etapa – Problematização - Criando hipóteses

A problematização é uma fase essencial no ensino por investigação, pois instiga os alunos a questionar, levantar hipóteses e estabelecer conexões entre os conceitos previamente explorados. O ensino por investigação pode ser categorizado em diferentes níveis, e nesta etapa a abordagem se alinha ao nível de investigação estruturada a guiada no qual o professor propõe o problema e conduz a investigação (Smithenry, 2010).

Até esse momento, a aprendizagem estava centrada na observação e sistematização de conceitos fundamentais sobre o Reino Plantae. Agora, a transição para a problematização aumenta o grau de liberdade intelectual do aluno para 2 a 3 (Carvalho, 2018), incentivando os alunos a formularem suas próprias hipóteses sobre a evolução das plantas e a refletirem criticamente sobre as relações entre as novidades evolutivas e a adaptação das plantas aos ambientes terrestres.

A escolha dessa abordagem foi feita considerando a descontextualização do conceito de evolução vegetal no ensino médio. Nesse contexto, a problematização foi estruturada em dois momentos principais.

2º Etapa – Temática- 2.1 “As plantas evoluem?”

A problematização nesta temática foi iniciada com uma pergunta aberta: “*As plantas evoluem?*”. Esse questionamento foi escolhido intencionalmente para estimular os alunos a formularem hipóteses iniciais, sem o receio de errar, permitindo que eles construíssem suas explicações a partir dos conhecimentos prévios disponíveis. Nessa abordagem, os alunos começam a estruturar suas próprias respostas, mas ainda contam com a mediação do professor para guiar a validação dessas ideias.

Em relação à pergunta, alguns alunos responderam afirmativamente, mas, quando questionados sobre como entendiam esse processo, muitos mostraram dificuldade em articular suas ideias, apresentando respostas imprecisas, tais como: “*Ah, não sei explicar direito*”. Outros relacionaram a pergunta à evolução humana, que haviam estudado em História, questionando: “*É igual à evolução dos homens?*” Ao ouvir as respostas e perceber que não adiantava fazer mais questionamentos, pois os alunos não estavam responsivos, a professora indagou que a evolução dos seres humanos e das plantas é um exemplo de como os processos evolutivos acontecem em diferentes formas de vida, mas seguindo o mesmo princípio básico de seleção natural e de adaptação ao ambiente. Entretanto, os caminhos e as pressões ambientais que atuam em cada grupo são diferentes.

Aproveitando a oportunidade, a professora perguntou aos alunos se já haviam

estudado o tema da evolução em Ciências no ano anterior, considerando que o conteúdo está previsto no currículo do 9º ano. Alguns afirmaram que sim, enquanto outros confessaram não se lembrar claramente. Alguns mencionaram Darwin de forma vaga, como no comentário: *"Lembro que a professora falou sobre o Darwin"*. Diante dessas respostas, a professora os incentivou a resgatar o que recordavam sobre o tema, conduzindo o diálogo de forma investigativa. Ao longo da conversa, foi elucidando gradualmente os conceitos centrais da teoria da evolução, permitindo que os alunos conectassem suas memórias às ideias fundamentais do tema.

Esse relato corrobora os estudos de Krasilchik (2008) que afirma que, ao serem questionados sobre evolução, os jovens geralmente associam o tema à evolução humana e a Charles Darwin. Essa visão restrita pode ser reflexo da falta de uma abordagem mais ampla do conceito de evolução em contextos biológicos diversificados. Isso vai ao encontro das reflexões de Flôres e Piggato (2020), que destacam a carência de estudos que integrem o ensino da evolução ao ensino de Botânica. Esses autores enfatizam que a relevância das plantas no cotidiano humano e sua contribuição para atender grande parte das nossas necessidades deveriam ser razões suficientes para que elas ocupassem um lugar de destaque no ensino de evolução na educação básica.

2º Etapa 2.2- Temática - “Como se deu o processo evolutivo das plantas?”

A ciência se constrói a partir da curiosidade, observação e formulação de hipóteses, elementos essenciais para a prática científica desde os tempos de Charles Darwin. Em cartas escritas a seus amigos, Darwin expressava sua paixão pelo envolvimento direto com o mundo natural e incentivava que as pessoas descobrissem suas maravilhas por si mesmas, e não apenas por meio de livros ou relatos de naturalistas (Keynes, 2009). Para isso, ele sugeria que a busca por conhecimento deveria estar ancorada na observação, na experimentação e na formulação de explicações para os fenômenos naturais.

Nesse sentido, para o desenvolvimento dessa temática, a professora buscou instigar a curiosidade dos estudantes sobre a evolução das plantas, destacando a importância das contribuições dos paleobotânicos para compreender as adaptações e diversificações que permitiram às plantas colonizar diferentes ambientes ao longo do tempo. Para isso, a docente iniciou a aula com os seguintes questionamentos: *“Vocês já imaginaram como seriam as primeiras plantas do planeta?”*, *“Qual área da ciência é responsável por investigar esses aspectos?”*. Em relação às plantas, muitos alunos falaram que não tinham ideia, outros mencionaram que deveriam ter aparência diferente, assim como os “homens das cavernas”

eram diferentes de nós, quanto à segunda pergunta, nenhum soube responder, só falaram que não sabia. Ao ouvir as respostas, a professora conduziu a discussão para a Paleobotânica, explicando que essa área da ciência se dedica ao estudo dos fósseis vegetais e que suas descobertas fornecem pistas fundamentais sobre as adaptações e diversificações das plantas ao longo da história evolutiva.

O processo evolutivo das plantas terrestres iniciou-se com a colonização do ambiente terrestre. Esse processo, sob a ótica da sistemática filogenética (cladística), organiza os organismos vegetais a partir de suas relações de parentesco, formando grupos monofiléticos compostos por um ancestral comum e todos os seus descendentes. Esses grupos são reconhecidos por características derivadas compartilhadas, chamadas sinapomorfias (Aguiar, 2021).

As briófitas são consideradas as primeiras plantas terrestres, apresentam estruturas simples e ausência de tecidos vasculares. Sua reprodução depende diretamente da água, sendo comum em ambientes úmidos. São plantas poiquilo-hídricas, com corpo pequeno e estrutura adaptada à retenção de umidade (Aguiar, 2021).

As pteridófitas apresentam o desenvolvimento dos primeiros tecidos vasculares verdadeiros (xilema e floema), raízes e folhas complexas. Ainda mantêm dependência da água para a fecundação. As gimnospermas, espermatófitas sem flores romperam com a dependência da água na reprodução com o surgimento da semente. As sementes, desprovidas de frutos, são protegidas por estruturas chamadas estróbilos. Essa inovação permitiu sua expansão para ambientes mais secos (Aguiar, 2021).

Já as angiospermas, plantas com flores e frutos, são o grupo vegetal mais recente e diversificado. Caracterizam-se pela presença de flores, que otimizam a polinização, e de frutos, que envolvem as sementes e facilitam sua dispersão por diferentes agentes (Aguiar, 2021).

Dessa forma, a história evolutiva das plantas terrestres é representada por uma estrutura ramificada (clado), evidenciando divergências evolutivas marcadas pela aquisição de características derivadas em diferentes linhagens, sem implicar linearidade ou progresso evolutivo.

Vale destacar que, do ponto de vista da sistemática filogenética, autores como Judd *et al.* (2008) apontam que certos grupos tradicionalmente utilizados no ensino, como “briófitas” e “pteridófitas”, não correspondem a clados monofiléticos, sendo considerados agrupamentos parafiléticos. Contudo, optou-se por manter essa classificação tradicional no presente trabalho em virtude de seu amplo uso didático e da ausência de tais distinções nos documentos

curriculares do ensino médio. A abordagem proposta, apesar de adotar categorias tradicionais, preserva o raciocínio cladístico ao enfatizar a ancestralidade comum e a diferenciação evolutiva por características derivadas, promovendo assim uma compreensão coerente do processo evolutivo das plantas.

Na atividade para aprofundar a exploração do tema e consolidar a problematização, foi proposta uma atividade investigativa, na qual os estudantes assumiram o papel de paleobotânicos, essa atividade foi fundamentada em Motokane (2015), onde se comenta que a situação criada para apresentação de um problema tem por intenção criar um “cenário” no qual os estudantes devem interagir para que possam esclarecer ou apresentar os fenômenos observados, onde eles reconhecem dados importantes e conceitos que podem levá-los às respostas possíveis .

Para criar esse cenário, a professora preparou uma caixa com terra contendo figuras que simbolizavam fósseis de plantas ancestrais dos grupos briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas. Cada figura apresentava uma característica evolutiva associada ao respectivo grupo: briófitas - cutícula e estômatos, pteridófitas - vasos condutores lignificados, gimnospermas - sementes e tubo polínico e angiospermas - flores e frutos.

A escolha das características evolutivas utilizadas na atividade fundamenta-se em aspectos que contribuíram para a adaptação das plantas ao ambiente terrestre, conforme descrito em Raven *et al.* (2014). Esses traços evolutivos refletem modificações estruturais e funcionais que possibilitaram maior independência da água, aprimoramento no transporte de nutrientes e diversificação dos mecanismos reprodutivos, favorecendo a ampla distribuição das plantas em diferentes habitats ao longo do tempo.

As briófitas, consideradas um dos primeiros grupos de plantas terrestres, apresentam cutícula e estruturas análogas aos estômatos, chamados poros aeríferos, como mecanismos que contribuem para a retenção de água e a realização das trocas gasosas (Raven *et al.*, 2014).

Embora os estômatos estejam ausentes em um dos representantes desse grupo, sua relevância no contexto do grupo justifica sua inclusão nesta pesquisa. Em pteridófitas, houve uma modificação estrutural significativa associada ao desenvolvimento dos vasos condutores lignificados, que possibilitam a condução eficiente de água e nutrientes ao longo do corpo da planta. A presença da lignina conferiu resistência mecânica a formação de tecidos lenhosos e proporcionando maior estabilidade estrutural (Raven *et al.*, 2014).

Nas gimnospermas, a inovação está relacionada à reprodução, com o desenvolvimento da semente e do tubo polínico. A semente representa uma modificação crucial, pois envolve o embrião em uma estrutura protetora que contém reservas nutritivas, favorecendo sua

sobrevivência e dispersão. Esse mecanismo contribuiu para a ampliação da distribuição das gimnospermas, independentemente da disponibilidade de água no ambiente. O tubo polínico, encontrado em dois filos do grupo, permitiu a fecundação sem necessidade de água para o deslocamento dos gametas, refletindo uma modificação relevante na reprodução das plantas com sementes. Por fim, as angiospermas se caracterizam pela presença de flores e frutos, estruturas que desempenharam um papel fundamental na diversificação desse grupo. A flor aprimorou a eficiência da polinização ao estabelecer interações com agentes polinizadores, aumentando o sucesso reprodutivo das plantas. Já o fruto desempenha um papel essencial na dispersão das sementes, protegendo-as e favorecendo sua propagação por meio de diferentes estratégias, como dispersão por vento, animais ou água (Figura 4) (Raven *et al.*, 2014).

Figura 4 – Representação das figuras simbólicas de fósseis de plantas ancestrais elaboradas pela professora, destacando as principais características evolutivas associadas aos grupos briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas.



Fonte: Acervo pessoal do autor

A organização da atividade buscou facilitar a compreensão dos estudantes, sem sobrecarregá-los com discussões taxonômicas complexas desde o início. É importante dizer que para esse momento pedagógico as algas não foram incluídas, considerando a complexidade de abordá-las e os desafios associados à sua inclusão.

A partir das figuras fósseis fornecidas, os estudantes, como paleobotânicos, precisaram resolver o problema de como as plantas evoluíram, analisando as estruturas representadas, levantando hipóteses sobre sua função adaptativa e associá-las aos grupos vegetais atuais, e também construir um modelo representativo desse processo evolutivo, estruturando uma linha de raciocínio baseada em evidências (Figuras 5 A, B, C e D).

A proposição de problemas é fundamental para que o professor crie um ambiente propício à interação dos alunos com o material, permitindo que, em um contexto de ensino

por investigação, eles constroem ativamente seu conhecimento científico (Carvalho, 2018).

Figuras 5 A, B, C e D. Alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira decifrando o enigma da evolução das plantas durante a segunda etapa da sequência didática.



Fonte: Acervo pessoal do autor

Durante a atividade, os alunos mostraram interesse e entusiasmo, especialmente ao encontrar as figuras fósseis. Quando identificavam uma figura, rapidamente compartilhavam suas observações sobre sua forma e características. No entanto, enfrentam dificuldades em algumas etapas, como ao tentar organizar os grupos em uma sequência evolutiva. Um aluno perguntou: *"Como eu vou saber qual grupo surgiu primeiro?"*. Nesse momento, foi sugerido que focassem na análise das funções das estruturas apresentadas nas figuras fósseis, considerando que essas novidades evolutivas representam características que, ao longo do tempo, foram favorecidas por seleção natural por proporcionarem vantagens específicas à sobrevivência e reprodução dos organismos em determinados contextos ambientais. Essa ação docente é considerada de sustentação para a aprendizagem dos alunos, e deve ocorrer porque ele conhece mais o componente da aprendizagem e pode auxiliar um estudante a se sobressair na obtenção do de seu próprio conhecimento (Reiser, 2004).

A partir desse momento outros questionamentos foram feitos, tais como: *"Qual era a função dos estômatos mesmo?"*, *"Esqueci o que é o tubo polínico"*. Para ajudar nesse processo foi permitido que recorressem ao material que eles produziram e em alguns casos que pesquisassem na internet, com a condição de focarem apenas nas informações sobre as

estruturas evolutivas apresentadas. Para garantir esse direcionamento, a professora regulou o acesso ao computador, supervisionando as pesquisas realizadas pelos grupos. Na resolução de um problema quando se percebe a inquietude do discente, de acordo com Tonidandel (2013), o professor deve dar condições e estímulos para que seja resolvido.

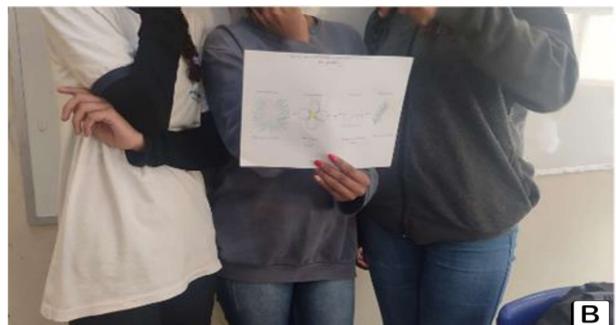
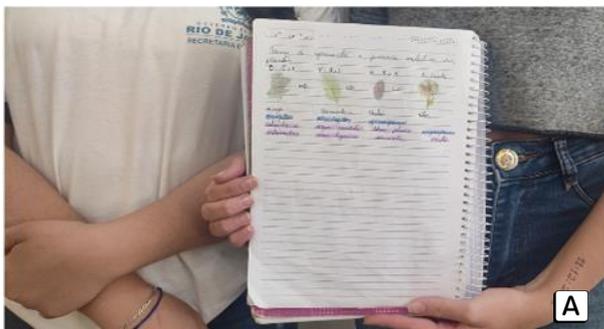
Cabe aqui ressaltar que mesmo em meio às dificuldades encontradas, os alunos não se desinteressaram em realizar a atividade proposta, evidenciando que o engajamento dos discentes com as atividades trazidas pelo professor pode transformar uma tarefa árdua em uma tarefa que produz aprendizado sobre conceitos (Sasseron, 2015).

2.3- Argumentação

A argumentação oferece aos estudantes a chance de participarem ativamente nos processos de construção do conhecimento, sendo geralmente sustentada e enriquecida pelas interações discursivas que acontecem durante o decorrer da aula (Sasseron, 2015). Assim, para essas aulas foi planejado que os alunos expusessem suas concepções do processo evolutivo das plantas baseados na atividade anterior de problematização.

Nesse sentido, os três grupos apresentaram para a turma seus modelos evolutivos. Durante as apresentações, foi possível observar se os alunos conseguiram associar corretamente as novidades evolutivas a cada grupo correspondente, explicando os motivos que os levaram a posicionar os mesmos da maneira escolhida, promovendo debates e reflexões entre os participantes (Figura 6 A e B).

Figuras 6 A e B: Alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira apresentando e argumentando sobre suas hipóteses acerca do processo evolutivo das plantas.



Fonte: Acervo pessoal do autor.

Em relação à forma como os grupos representaram os grupos em seus esquemas, todos posicionaram as plantas de maneira linear. Quando questionados sobre o motivo dessa organização, o Grupo 2 afirmou que, no contexto evolutivo, isso parecia lógico: “*surgiu um, e depois surgiu o outro, em sequência*”. O Grupo 3 não apresentou justificativas, enquanto o

Grupo 1 levantou uma questão interessante: *“em relação à evolução humana, aprendemos que não é assim em sequência, como uma substituição”*. Contudo, mencionaram que não sabiam como representar as plantas de outra maneira, optando pela sequência linear. Nesse momento, coube ao professor esclarecer que o processo evolutivo, seja em plantas ou em outros grupos de seres vivos, não pode ser representado como uma linha reta onde um grupo necessariamente substitui outro, acrescentando que diferentes grupos podem ter surgido em tempos distintos, mas coexistido por longos períodos.

A organização linear dos grupos vegetais pelos alunos já era um resultado esperado, pois estudos sobre ensino de evolução indicam que muitos estudantes concebem a evolução como um processo progressivo e sequencial, sem ramificações ou coexistência entre os grupos (Santos *et al.*, 2007). Essa problemática foi propositalmente incorporada na atividade para que fosse levantada e discutida, permitindo que os alunos identificassem essa concepção alternativa e revissem sua compreensão sobre a evolução das plantas. Em relação à sequência dos eventos, todos os grupos de alunos posicionaram as briófitas como o primeiro grupo vegetal, seguidas pelas pteridófitas, gimnospermas e angiospermas. O argumento do Grupo 1 chamou a atenção com a afirmativa: *“o fruto não evoluiria se não tivesse os vasos condutores para nutrir folhas e raízes, assim como não existiriam o tubo polínico e as sementes. Por isso achamos que gimnospermas e angiospermas surgiram mais tarde no processo evolutivo”*.

Essa justificativa evidencia um erro conceitual importante, mas também reflete uma tentativa de raciocínio causal, baseada no entendimento atual dos alunos. Esse esforço deve ser valorizado como ponto de partida no processo de ensino-aprendizagem, pois ensino por investigação, o erro não é um problema a ser corrigido imediatamente, mas uma oportunidade para reflexão e aprimoramento do entendimento, fornecendo ao professor uma direção clara para intervir pedagogicamente (Carvalho, 2013).

Por outro lado, o Grupo 3 justificou sua organização afirmando: *“colocamos assim porque, quando a professora falava deles, sempre os colocava nessa ordem”*. Essa resposta mostra a importante influência do professor no processo de aprendizagem, mesmo que, muitas vezes, de forma inconsciente. Tal observação destaca a necessidade de uma abordagem cuidadosa ao ensinar conceitos complexos, como a evolução, uma vez que a escolha das palavras e a apresentação do conteúdo podem levar a interpretações equivocadas. De acordo com Motokane (2015), no processo de construção do conhecimento, o aluno percorre etapas nas quais incorpora discursos externos. Nesse sentido, no contexto da alfabetização científica, a fala do professor e os materiais didáticos utilizados em sala de aula desempenham um papel crucial, uma vez que os estudantes não apenas assimilam conceitos cientificamente validados,

mas também podem adotar termos e ideias equivocadas.

Como destaca Franco *et al.* (2021), um dos desafios do ensino por investigação é evitar que os alunos apenas reproduzam o que foi dito pelo professor, sem questioná-lo ou analisar criticamente o conteúdo.

No Quadro 7 são apresentadas as associações feitas pelos alunos entre as inovações evolutivas observadas nas figuras fósseis e os grupos modernos de plantas. Também estão incluídos argumentos sobre como essas inovações podem ter contribuído para a diversificação das plantas em ambientes terrestres.

Quadro 7 - Associações e interpretações dos alunos da escola CIEP Marlene Abibi de Oliveira Fabri sobre as características adaptativas e a diversificação das plantas em ambientes terrestres.

| Grupo | Associação dos alunos e relação as características adaptativas encontradas nas figuras fósseis e os grupos modernos de plantas. | Interpretação dos alunos sobre as relações entre as novidades evolutivas e a sobrevivência no ambiente terrestre. |
|---------|---|--|
| Grupo 1 | *Algas. | <i>“as algas podem fazer parte do processo evolutivo das plantas porque elas vivem na água”.</i> <i>“elas têm estrutura de uma planta”.</i> <i>“elas fazem fotossíntese”.</i> |
| | Briófitas: Cutícula e estômatos. | <i>“ajudam na economia de água”.</i> |
| | Pteridófitas - Vasos condutores com lignina. | <i>“transportam água e nutrientes, assim elas conseguiram se desenvolver mais e serem mais resistente”.</i> |
| | Gimnospermas- Tubo polínico e semente. | <i>“o tubo polínico permitiu a reprodução sem água e a semente possibilitou maior distribuição no ambiente terrestre”.</i> <i>“o grão de pólen também ajudou nesse processo”.</i> |
| | Fruto- Angiospermas. | <i>“protege a semente e ajuda na dispersão das plantas”.</i> |

| | | |
|---------|--|--|
| Grupo 2 | Briófitas: Cutícula e estômatos. | <i>"Controlam a saída de água e gás carbônico".</i> |
| | Pteridófitas - Vasos condutores com lignina. | <i>"Conduzem água para as folhas, permitindo crescimento e ajudando no desenvolvimento dos soros".</i> |
| | Gimnospermas- Tubo polínico e semente. | <i>"Lembramos do trabalho anterior, mas não sabemos como ajudaram na adaptação".</i> |
| | Fruto- Angiospermas. | <i>"Ajudam na sobrevivência no ambiente terrestre".</i> |
| Grupo 3 | Briófitas: Vasos condutores com lignina. | <i>"não lembramos, pesquisamos sobre, mas não conseguimos relacionar essas características".</i> |
| | Pteridófitas - Cutícula e estômatos. | |
| | Gimnospermas - Tubo polínico e semente. | |
| | Angiospermas – Fruto. | |

Fontes: Arquivo pessoal do autor.

*As algas não estavam representadas nas figuras fósseis a serem analisadas pelos alunos.

Os dados registrados no Quadro 7 refletem as percepções dos alunos em relação às estruturas identificadas, evidenciando tanto os acertos nas associações quanto às dificuldades em compreender as relações entre as características evolutivas, cutículas e estômatos, vasos condutores lignificados, tubo polínico e semente, flor e fruto, e suas funções no contexto da adaptação das plantas aos diferentes ambientes. Em suas apresentações os alunos trouxeram algumas reflexões relatadas na sequência.

Pode-se perceber que o Grupo 3 não relacionou as características associadas às figuras fósseis com os grupos modernos de forma adequada, atribuindo equivocadamente vasos condutores com lignina às briófitas e cutícula e estômatos às pteridófitas. Esse fato indica uma dificuldade em compreender como essas características emergiram e contribuíram para a adaptação das plantas ao ambiente terrestre.

O Grupo 1, de forma espontânea, incluiu as algas no contexto evolutivo das plantas, posicionando-as antes das briófitas na sequência evolutiva e quando lhes foi perguntado o porquê deles trazerem as algas para dentro da temática, disseram que *"as algas podem fazer*

parte do processo evolutivo das plantas porque elas vivem na água, fazem fotossíntese e elas tem estrutura de uma planta”, “acho que se as algas ficassem em um lugar com umidade elas também poderiam sobreviver como os musgos”. A argumentação dos alunos mostra um raciocínio científico inicial, baseado na capacidade fotossintética e na adaptação a ambientes úmidos, ainda que sem uma distinção clara entre algas e plantas terrestres. Nesse momento, foi dito a eles que de fato existe um grupo de algas, as algas verdes carófitas, que compartilham características com as plantas terrestres, como clorofila a e b, mas elas não são plantas, pois não possuem tecidos diferenciados, como vasos condutores, dentre outros, e que, segundo a literatura atual, elas seriam um grupo irmão dos vegetais no processo evolutivo, mas comumente nos livros didáticos elas aparecem como ancestrais das plantas (Lima; Lopes, 2022). A iniciativa do Grupo 1, ao incluir espontaneamente as algas no contexto evolutivo das plantas, reflete a dinâmica do ensino por investigação, na qual os estudantes, a partir de conhecimentos prévios e da observação, avançam na formulação de hipóteses próprias. Essa participação ativa e reflexiva corrobora o papel essencial da autonomia e da curiosidade no processo de aprendizagem, conforme enfatizado por Carvalho e Sasseron (2011) e criando oportunidades para o professor atuar como mediador, aprofundando e refinando as ideias apresentadas pelos alunos.

Os Grupos 1 e 2 apresentaram concepções variadas sobre as associações entre as características adaptativas das plantas e sua ocupação de ambientes terrestres. Em relação às briófitas, ambos identificaram as cutículas e os estômatos como estruturas relevantes para a sobrevivência nesses ambientes. O Grupo 1 destacou a importância dessas estruturas na regulação da perda de água, enquanto o Grupo 2 mostrou apenas uma compreensão mais superficial sobre os estômatos e não conseguiu estabelecer uma conexão clara com a adaptação das plantas ao ambiente terrestre.

Quanto às pteridófitas, os Grupos 1 e 2 associaram os vasos condutores com lignina ao maior desenvolvimento das plantas em ambientes menos úmidos. Porém, o Grupo 1 acrescentou o desenvolvimento dos soros em seus argumentos. Embora o vínculo direto entre os vasos condutores e o desenvolvimento dos soros esteja incorreto, o raciocínio do Grupo 1 mostrou uma tentativa de integrar diferentes conceitos aprendidos, como a relação entre transporte interno e crescimento, sugerindo uma habilidade inicial de inferir relações funcionais demonstrando interesse em conectar estruturas adaptativas a processos biológicos específicos.

A tentativa dos grupos de conectar estruturas adaptativas a processos biológicos específicos, mesmo que os vínculos estabelecidos inicialmente não sejam cientificamente

precisos, corrobora o trabalho de Trivelato e Tonidandel (2015) quando, em seus estudos sobre o ensino de investigação e os eixos organizadores no ensino de biologia, destacam que o conceito de adaptação, quando inserido no ensino por investigação, pode ser uma ferramenta poderosa para promover o entendimento das relações entre estruturas biológicas e suas funções no contexto ambiental.

Em gimnospermas, o Grupo 2 reconheceu as sementes e o tubo polínico, lembrando que viram em aulas passadas, mas apresentou dificuldades para justificar sua importância evolutiva, enquanto o Grupo 1 reconheceu o tubo polínico que gerou a independência do meio aquático para reprodução e a semente para sua maior dispersão territorial.

Em relação às angiospermas, o Grupo 1 destacou a proteção e a dispersão das sementes como fatores que favoreceram a sobrevivência em ambientes terrestres. Cabe ressaltar que, em seus argumentos, o grupo mencionou que *“quando os animais comem o fruto, eles deixam as sementes, o que fez com que as angiospermas se espalhassem mais no ambiente terrestre”*. O argumento apresentado pelo Grupo 1 evidencia a compreensão da importância da zoocoria como um mecanismo essencial para a dispersão e sucesso adaptativo das angiospermas no ambiente terrestre. Reflete um entendimento sobre como a interação entre plantas e animais favoreceu a diversificação das angiospermas, evidenciando aspectos fundamentais da co-evolução, cabendo ressaltar que eles também mencionaram a flor como uma estrutura responsável pela adaptação no ambiente terrestre citando a polinização.

O Grupo 2 não apresentou argumentos claros para justificar o fruto como uma adaptação evolutiva, limitando-se a afirmar que *“o fruto possibilitou elas viverem no ambiente terrestre.”* Diante disso, o professor os desafiou com o questionamento: *“Mas, em que exatamente o surgimento do fruto ajudou as plantas a se adaptarem a esse ambiente?”* Sem responder, a professora tentou contextualizar: *“Faça uma relação do fruto com a semente.”*. Um aluno respondeu: *“O fruto protege a semente.”*. Então, a professora perguntou: *“Por que seria importante a semente ter essa proteção?”*. Mais uma vez, os alunos não conseguiram responder e comentaram: *“Você é a professora, você deve saber.”*. Outro aluno ainda completou: *“Verdade, ela fica fazendo um monte de perguntas.”*

De acordo com Sasseron (2015), no ensino por investigação, o papel do professor é adotar uma postura questionadora, incentivando os alunos a refletirem e construírem suas próprias respostas. No entanto, como destacado por Franco *et al.* (2021), essa abordagem pode gerar estranhamento entre os estudantes, que muitas vezes têm uma visão tradicional do papel do professor como detentor do conhecimento, cuja função seria apenas fornecer respostas prontas.

A etapa de argumentação permitiu que os alunos estruturassem e defendessem suas concepções sobre a evolução das plantas, promovendo debates e reformulações conceituais a partir da mediação docente e da interação entre os grupos. Contudo, o processo investigativo não se encerra na argumentação, pois a ciência exige que hipóteses sejam continuamente testadas, analisadas e validadas (Sasseron, 2015). Assim, para consolidar a aprendizagem e garantir que os alunos pudessem avaliar criticamente suas próprias conclusões, a próxima etapa da sequência didática foi dedicada à validação das hipóteses e conclusões.

6.1.3 - 3º Etapa - Validação de hipótese e conclusões

O ensino de ciências deve oferecer oportunidades para que os alunos validem suas hipóteses e construam conclusões por meio de uma investigação, alinhando sua curiosidade natural ao caráter científico do ensino (Carvalho, 2013).

Durante a etapa de validação de hipóteses e conclusões, os estudantes foram incentivados a revisitar seus modelos evolutivos, confrontando suas concepções anteriores com novas informações obtidas por meio de pesquisas e discussões. Esse processo permitiu que identificassem equívocos conceituais, aprimorassem seus argumentos e aprofundassem sua compreensão sobre a evolução das plantas, destacando a importância das adaptações estruturais e funcionais ao longo do tempo.

Esse momento da sequência didática se caracteriza por um nível guiado de ensino por investigação, conforme classificação de Smithenry (2010), pois os alunos ainda contaram com suporte para validar suas inferências, tendo um maior protagonismo na construção do conhecimento, mas sem perder o direcionamento necessário para organizar suas descobertas dentro de uma abordagem científica. Se insere no grau 3 de liberdade intelectual, pois os alunos foram estimulados a avaliar criticamente suas próprias ideias e reformulá-las com base em evidências científicas, aproximando-se do processo científico real, no qual hipóteses são constantemente revisadas e aprimoradas à medida que novos dados são analisados (Carvalho, 2018).

Durante essa etapa, os grupos revisitaram os modelos propostos sobre a evolução vegetal, confrontando as hipóteses formuladas anteriormente com as evidências obtidas em pesquisas realizadas na internet e apresentaram (Figuras 7 A e B).

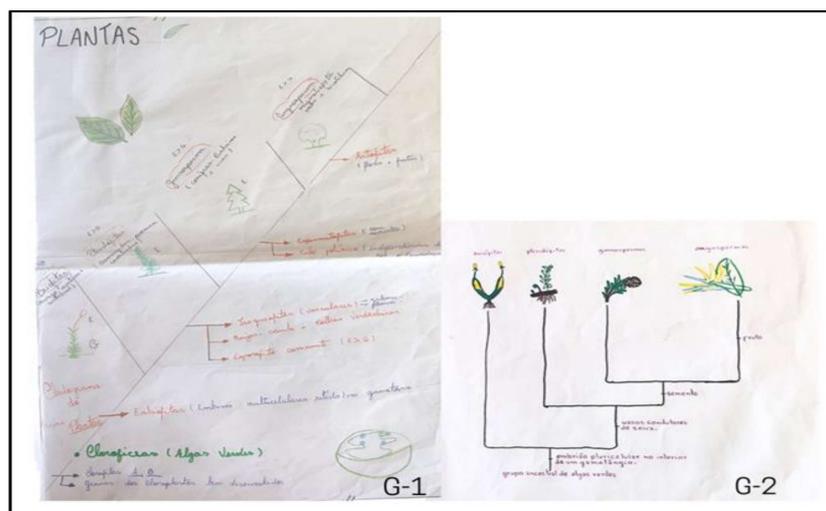
Figuras 7 A e B. Alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira. A: Realização de pesquisas. B: Apresentação de suas novas percepções do processo evolutivo vegetal.



Fonte: Acervo pessoal do autor.

As aulas foram bem produtivas, com muitos alunos demonstrando interesse em explorar o tema. O desafio de verificar se os modelos e as percepções que colocaram na atividade anterior estavam de acordo com as evidências científicas despertou o engajamento da maioria, foi evidente o entusiasmo em pesquisar e relatar o que entenderam, tanto que pode se observar o zelo que os Grupos 1 e 2 tiveram com o trabalho ao apresentarem os seus novos modelos evolutivos (Figura 8). O Grupo 3 não trouxe um novo modelo evolutivo.

Figura 8: Modelos evolutivos apresentados pelos grupos de alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri -G1: Modelo apresentado pelo Grupo 1. G2: Modelo apresentado pelo Grupo 2.



Fonte: Acervo pessoal do autor.

É nítido que os modelos apresentados pelos Grupos 1 e 2 não foram elaborados pelos alunos, mas replicados da internet, a partir das representações que fizeram mais sentido para

eles, considerando as discussões realizadas nas etapas anteriores. Idealmente, a atividade poderia ter solicitado que os estudantes criassem um novo modelo a partir do que foi debatido, mas essa decisão foi ponderada para não comprometer a carga horária já utilizada. Dessa forma, optou-se por permitir que selecionassem um modelo que eles considerassem coerente e, a partir dele, argumentassem e justificassem suas escolhas. Apesar disso, o protagonismo dos alunos esteve presente, pois foi necessário que definissem estratégias de busca, selecionassem palavras-chave apropriadas, escolhessem suas fontes de pesquisa e identificassem o modelo que melhor se adequava às discussões anteriores. Ao apresentar os modelos escolhidos, os estudantes precisaram analisá-los criticamente, justificar suas escolhas e relacionar as representações encontradas às evidências discutidas ao longo da sequência didática.

Ao analisar as imagens, percebe-se que o Grupo 1 apresentou maior critério científico em seu modelo escolhido, sugerindo que realizou uma pesquisa mais aprofundada. Os Grupos 1 e 2 ilustraram a evolução de forma ramificada, gradual e contínua. No entanto, em suas explicações, foi evidente que ainda mantinham uma percepção de evolução como um processo linear e progressista.

O Grupo 1 explicou o cladograma que reproduziu, mencionando uma *"linha evolutiva"* e descrevendo as chamadas novidades evolutivas. Já o Grupo 2 afirmou que *"a evolução ocorreu por níveis sucessivos de complexidade até chegar nas angiospermas"*, enquanto o Grupo 3 apresentou uma ideia semelhante, dizendo que *"a evolução das plantas vai em direção às estruturas mais complexas"*. Diante dessas falas, a professora interveio para reforçar o conceito científico de evolução, utilizando o cladograma que eles buscaram na internet pelos próprios alunos. Foi explicado que a evolução é um processo ramificado, marcado por diversificações adaptativas, em que diferentes grupos compartilham ancestrais comuns e desenvolvem características únicas em resposta às pressões ambientais. A professora destacou que as chamadas "novidades evolutivas" não implicam superioridade ou progresso, mas refletem adaptações específicas a diferentes contextos ecológicos.

Ressaltou, ainda, que, por exemplo, a presença de sementes ou frutos não torna um grupo "melhor" que outro, mas evidencia adaptações vantajosas em determinados ambientes. O cladograma, nesse sentido, deve ser interpretado como uma representação de possibilidades adaptativas e não como uma escada de progresso. De acordo com Meghioratti *et al.* (2006), o conceito de evolução linear e progressista está historicamente enraizado no entendimento de evolução biológica, sendo comum até mesmo entre professores de Ciências e Biologia. Os autores ressaltam a importância de ampliar os debates sobre essas questões no ambiente

escolar, promovendo uma compreensão mais precisa da teoria evolutiva.

As novas percepções que os alunos trouxeram sobre a evolução dos vegetais, com foco nas inovações que cada grupo de plantas apresentou ao longo do processo evolutivo foram organizadas no Quadro 8.

Quadro 8- Novas percepções dos alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri sobre o processo evolutivo dos vegetais.

| Grupo | Grupos reconhecidos como participante do processo evolutivo dos vegetais | Novas percepções sobre as novidades evolutivas |
|-------|--|--|
| 1 | Algas verdes (Clorófitas) | <i>“Ancestrais das embriófitas”, “compartilha com as plantas a clorofila a e b”</i> |
| | Briófitas | Embrião multicelular retido no gametângio |
| | Pteridófitas | Traqueófitas – vasculares com xilema e floema, raízes, caules e folhas verdadeiras e esporófito dominante. |
| | Gimnospermas | Espermatófitas (com sementes), tubo polínico. |
| | Angiospermas | Antófitas (flores e frutos) |
| 2 | Algas verdes | <i>“Grupo ancestral das plantas”</i> |
| | Briófitas | Embrião pluricelular no interior de um gametângio |
| | Pteridófitas | Não acrescentaram nada |
| | Gimnospermas | Não acrescentaram nada |
| | Angiospermas | Não acrescentaram nada |
| 3 | Briófitas | <i>“são as mais primitivas”</i> |
| | Pteridófitas | <i>“fase esporofítica dominante”</i> |

| | | |
|--|--------------|---|
| | | <i>no ciclo de vida”, 'possuem tecido vasculares com lignina'</i> |
| | Gimnospermas | <i>“sementes expostas”; “possuem estruturas reprodutivas mais complexas”, “tem folhas adaptadas para reduzir a perda de água”</i> |
| | Angiospermas | <i>“possuem frutos e flores” que facilitam a dispersão; “representam grupo mais recente e diversificado”</i> |
| | | |

Fonte: Acervo pessoal do autor.

De forma geral, os dados apresentados pelos alunos refletem um esforço em compreender e explorar o processo evolutivo dos vegetais, destacando as adaptações e novidades evolutivas que marcaram a transição das plantas para o ambiente terrestre e sua evolução ao longo do tempo, como pode ser observado nas observações subsequentes.

O Grupo 1 trouxe, em suas colocações, que suas pesquisas validaram a ideia inicial de que as algas fariam parte do processo evolutivo das plantas citando as algas clorófitas como suas ancestrais, tendo compartilhado com elas as clorofilas e a e b, *“foi das algas que veio a coloração verde das plantas”*. O Grupo 2 também mencionou as algas dentro do mesmo contexto, no cladograma que eles trouxeram as algas aparecem como ancestral direto das plantas. A título de curiosidade, foi perguntado de onde eles tiraram aquelas informações, um disse que tiraram de uma vídeo-aula, o outro retirou do *Google Imagens*. Nesse momento, a professora mencionou, novamente, que existem outras evidências científicas atuais baseadas em estudos filogenéticos posicionando as algas verdes, clorófitas, como grupo-irmão das plantas, dentro do clado Viridiplantae (Raven *et al.*, 2014). Aproveitando o ensejo, os alertou que é fundamental avaliar a qualidade das fontes de pesquisa, acrescentando que nem todo material encontrado no *Google* ou em vídeo-aulas é revisado ou validado por especialistas, indicando para que eles deem preferências para *sites* confiáveis, como os de instituições

acadêmicas, museus, revistas científicas ou plataformas educacionais reconhecidas.

Aproveitando a oportunidade, a professora alertou os alunos sobre a importância da avaliação crítica das fontes de pesquisa, destacando que nem todo material encontrado na internet ou em vídeo-aulas é revisado por especialistas. Reforçou, ainda, que o acesso a informações confiáveis, como publicações científicas, instituições acadêmicas e plataformas educacionais reconhecidas é essencial para evitar interpretações equivocadas.

Em relação às novidades evolutivas, os Grupos 1 e 2 agregaram em suas falas o embrião multicelular no interior do gametângio. O Grupo 1, inclusive, trouxe o termo "embriófitas" para o reino vegetal. Quando questionados sobre o que essa novidade evolutiva representa para a colonização das plantas no ambiente terrestre, o Grupo 2 citou que eles leram algo relacionado à proteção do embrião, mas não conseguiram desenvolver mais a ideia. Já o Grupo 1 mencionou que a professora não havia colocado essa informação sobre a novidade evolutiva para eles na atividade anterior. Essa percepção levantou um ponto interessante na dinâmica da atividade, pois, ao aprofundarem-se na pesquisa, os alunos começaram a perceber que as novidades evolutivas não surgiram de forma isolada, mas sim de maneira integrada, com muitas dessas inovações sendo fundamentais para a sobrevivência das plantas em ambientes terrestres. A professora, então, aproveitou essa oportunidade para explicar que, além da proteção do embrião, existem outras características adaptações evolutivas.

O Grupo 3, a partir dessa atividade, conseguiu um desenvolvimento melhor, lembrando que esse grupo, na atividade anterior, não conseguiu trazer argumentos substanciais. Eles associaram as pteridófitas aos vasos condutores, que conferiu a elas um maior tamanho, agregando a novidade evolutiva "*fase esporofítica dominante no ciclo de vida*". Ao trazer esse termo, lhes foi perguntado do que se tratava, mencionaram que é a folha da samambaia, não conseguindo fazer associações com processo evolutivo.

Os alunos acrescentaram aos seus conhecimentos sobre as gimnospermas a presença de estruturas reprodutivas diferenciadas. Quando questionados sobre o que isso significava, referiram-se ao tubo polínico, explicando: "Deve estar relacionado ao tubo polínico, já que ele permite que a planta não dependa da água para a reprodução". Nesse momento, também mencionaram que as gimnospermas possuem folhas adaptadas para reduzir a perda de água, destacando adaptações importantes para a vida em ambientes com menor disponibilidade hídrica.

Ao final das apresentações, a professora propôs uma pergunta para reflexão coletiva: "*Qual é a importância da colonização das plantas no ambiente terrestre?*". Entre as respostas

dos alunos, destacou-se: "*A colonização trouxe mais variedade de espécies e maior disponibilidade de alimentos.*". Outro grupo completou, dizendo: "*Através do processo evolutivo, as plantas desenvolveram características que permitiram sua adaptação a diferentes tipos de ambientes.*".

Após toda a discussão, a professora apresentou uma visão geral sobre a evolução das plantas, abordando conceitos nos quais os alunos mostraram maior dificuldade em assimilar, como também os aspectos fundamentais da sistemática filogenética, com destaque de interpretação de cladogramas.

Esse momento foi especialmente interessante, pois os alunos que se dedicaram às atividades anteriores mostraram-se muito atentos às explicações. Um episódio especial ocorreu quando, em determinado momento da aula, dois alunos foram chamados à secretaria. Eles saíram de sala contrários à ideia, mas, ao retornarem, entraram ofegantes e ao serem questionados sobre o motivo de estarem tão agitados, responderam que voltaram correndo porque não queriam perder as explicações da professora. Com base nesse comportamento, pode-se observar o impacto na metodologia ativa no ensino de Botânica, corroborando Ursi *et al.* (2018), que enfatiza que a adoção de estratégias didáticas diversificadas e contextualizadas promove maior interesse e protagonismo dos estudantes, tornando o aprendizado mais envolvente.

Dessa forma, o ocorrido na sala de aula reforça a relevância de práticas pedagógicas que estimulem o envolvimento ativo dos alunos, contribuindo para uma aprendizagem mais eficaz e significativa da evolução botânica.

6.2 Resultados e Discussões das HQ – 2º Momento

Para a análise dos resultados da produção das HQ pelos alunos, adotou-se uma abordagem qualitativa e interpretativa, conforme Minayo (2011), permitindo compreender como os alunos construíram conhecimento durante a produção das HQ e de que forma o ensino por investigação impactou a alfabetização científica. Entre os eixos fundamentais desse processo, destacam-se a compreensão de termos, conceitos e conhecimentos científicos essenciais (Sasseron, 2015), além do desenvolvimento da argumentação no ensino da evolução das plantas (Carvalho, 2018).

A análise dos resultados foi conduzida a partir de duas frentes metodológicas:

(I) Observação participante do processo de criação, possibilitando analisar não apenas o produto final, mas também as interações, estratégias e desafios enfrentados pelos alunos ao longo da atividade.

(II) Avaliação das HQ produzidas pelos alunos, com base em critérios qualitativos, como fidelidade científica, clareza e coerência e criatividade.

A partir dessa análise, procurou-se compreender de que forma a atividade favoreceu a aprendizagem investigativa, identificando quais aspectos da evolução das plantas foram melhor assimilados e quais ainda apresentam dificuldades conceituais.

6.2.1 I- Observação Participante do Processo de Criação das HQ

Inicialmente, a produção das HQ foi planejada para ocorrer em de 12 aulas de 50 minutos. No entanto, ao longo do processo, foram identificadas dificuldades que exigiram ajustes no cronograma, no qual a carga horária foi ampliada para 16 aulas de 50 minutos, garantindo mais tempo para a organização das narrativas e desenvolvimento das mesmas na ferramenta “Mídia Mágica” no Canva®

Para o desenvolvimento das HQ, a turma foi reorganizada em seis novos grupos, diferentes daqueles formados nas atividades anteriores. Essa redistribuição teve como objetivo diversificar o compartilhamento de ideias e permitir novas interações entre os alunos, garantindo que cada grupo fosse responsável pela produção de uma história em quadrinhos. A produção das HQ passou por 4 etapas fundamentais, considerando as estratégias utilizadas, os desafios enfrentados e as aprendizagens observadas.

Construção inicial do enredo

Considerando a conversa com a professora de língua portuguesa da turma, que informou já ter trabalhado com os alunos o gênero textual "história em quadrinhos", abordando estrutura narrativa, balões de fala, onomatopeias e organização sequencial de imagens e diálogos, nesta etapa foi realizada apenas uma revisão do processo de criação das HQ. Foram retomados os elementos básicos da narrativa, como início, desenvolvimento e fim, além dos componentes essenciais, como personagens, ambiente e desfecho (Eisner, 1999). O objetivo principal foi desenvolver um enredo que conectasse os eventos evolutivos das plantas de maneira lógica, criativa e acessível. Destacou-se que, em um momento posterior, os personagens e cenários seriam gerados por inteligência artificial (IA), utilizando a ferramenta “Mídia Mágica” do aplicativo de design Canva®. Para inspirar os alunos, foram apresentados modelos de HQ que exploravam temas científicos de maneira simples e envolvente. Durante essa introdução, a maioria dos alunos acompanhou atentamente as explicações, mostrando interesse na atividade.

A ideia inicial era que, na execução das HQ, os alunos utilizassem somente o material

produzido e com o conhecimento adquirido na sequência didática. Porém, alguns alunos pediram para poder pesquisar mais. Em um primeiro momento, a docente se mostrou resistente, mas, percebendo a dificuldade de alguns e considerando toda a defasagem da turma já relatada, decidiu-se que quem sentisse necessidade poderia fazer consultas em outras fontes.

No entanto, foram advertidos de que a pesquisa seria para enriquecer suas histórias e não uma cópia fiel dos referenciais encontrados. Diante dos questionamentos dos alunos sobre fontes confiáveis, a docente indicou que eles procurassem pelo livro dos autores Raven *et al.* (2014). Observando o comportamento dos alunos após essa flexibilização, percebeu-se que eles utilizaram dessa autonomia de diferentes formas: alguns não se apropriaram de outras fontes, baseando seus enredos no que tinham assimilado das etapas anteriores, enquanto outros se apropriaram das pesquisas, trazendo informações pertinentes sobre os períodos geológicas de surgimento de alguns grupos. Tal fato corrobora Krasilchik (2008), que afirma que estimular a curiosidade e a motivação dos alunos permite prepará-los para estudar e pesquisar de forma autônoma, considerando que é inviável abordar todo o conteúdo e abranger completamente o campo do conhecimento, que se expande rapidamente com o avanço das pesquisas científicas.

A partir desse início, cada grupo foi estimulado a iniciar o planejamento de suas histórias, considerando que esse roteiro seria fundamental para orientar a IA na geração das ilustrações. Durante essa atividade, observaram-se diferentes níveis de engajamento. Alguns grupos rapidamente começaram a estruturar seus enredos, discutindo ideias para personagens e cenários e buscando estabelecer uma conexão clara entre os conceitos evolutivos das plantas e a progressão da história, baseando-se no que foi abordado na sequência didática, enquanto outros buscaram referências teóricas adicionais para construir seus enredos. Em um desses momentos, um grupo debateu sobre como iriam representar a transição evolutiva entre os grupos vegetais. Um dos alunos sugeriu explorar o surgimento das sementes nas gimnospermas, argumentando que essa adaptação foi essencial para a sobrevivência em ambientes mais secos. Essa proposta demonstrou um avanço grande por parte deste grupo na compreensão dos processos evolutivos das plantas e na capacidade de transposição didática desse conhecimento para um formato acessível e criativo, alinhando-se aos princípios do ensino por investigação que valorizam a construção de explicações com base em evidências (Carvalho, 2018).

No entanto, nem todos os alunos conseguiram estruturar suas narrativas com facilidade. Alguns enfrentaram dificuldades para organizar suas ideias e integrar os conceitos

científicos dentro da história, frequentemente indagando ao professor sobre como sequenciar os eventos evolutivos, perguntando: "*Professora, não estamos sabendo como dar sequência na história de um grupo para o outro*". A professora, então, os instruiu a pensar na seleção natural, sugerindo que considerassem uma modificação no ambiente que favoreceu alguma característica adaptativa específica.

Outro exemplo ocorreu quando um grupo, ao construir um enredo sobre briófitas, afirmou que os musgos possuíam raízes profundas. Nesse momento, um dos alunos percebeu o erro conceitual e pontuou: "*Não podemos colocar isso assim, porque o musgo é um tipo de briófita e não tem raízes!*". Essa troca de ideias exigiu que o estudante se posicionasse diante do equívoco, utilizando evidências científicas e o suporte teórico adquirido ao longo da sequência didática investigativa, desenvolvendo, assim, o raciocínio científico e a alfabetização científica (Sasseron, 2015).

Ademais, alguns grupos se concentraram mais na criação dos personagens do que na organização dos eventos evolutivos. Durante as discussões, alguns alunos decidiram representar os personagens como plantas reais, para que os diálogos deixassem evidente qual grupo de plantas cada um representava. Outros sugeriram humanizar as plantas, acreditando que essa abordagem facilitaria a conexão do público com a narrativa.

A dificuldade que alguns grupos enfrentaram na organização de suas ideias e na construção de enredos integrando os conceitos evolutivos trabalhados pode ser compreendida de acordo com os estudos sobre os desafios da expressão escrita do conhecimento adquirido. Conforme destacado por Pivatto (2014), os conhecimentos prévios dos alunos servem como pontos de ancoragem para a assimilação de novas informações. Entretanto, a transposição desse conhecimento para uma narrativa estruturada exige habilidades de organização e expressão que nem todos os estudantes dominam plenamente. Isso explica por que alguns alunos encontraram obstáculos na articulação dos eventos evolutivos dentro da história, tendo que alguns ficaram totalmente dispersos na execução da atividade.

Uso de Ferramentas Digitais com inteligência artificial para criação dos personagens e ambientes.

Nesta etapa, os alunos foram introduzidos ao uso de ferramentas digitais com inteligência artificial (IA) para a criação dos personagens e cenários de suas histórias em quadrinhos (HQ). A funcionalidade "Mídia Mágica", disponível no aplicativo Canva®, foi apresentada como um recurso capaz de gerar imagens personalizadas a partir de descrições textuais fornecidas pelos usuários, conhecidas como prompts de comando.

Para facilitar a compreensão e a manipulação da ferramenta, os estudantes assistiram a um tutorial no YouTube, que mostrava seu funcionamento de forma prática e intuitiva. Além disso, a professora realizou uma explicação detalhada e interativa, demonstrando como a escolha das descrições influencia a geração das imagens. Um exemplo utilizado foi o comando "*uma planta com folhas verdes brilhantes*", garantindo que a IA gerasse ilustrações alinhadas aos enredos científicos e narrativos planejados pelos grupos.

Após essa introdução, os alunos tiveram um momento de exploração livre da plataforma, sem a exigência imediata de aplicar os conceitos científicos do trabalho. Esse período inicial permitiu que os estudantes testassem diferentes comandos, experimentassem a influência das variações nos *prompts* e observassem os resultados gerados pela IA. Durante essa fase, mostraram grande engajamento, explorando diferentes combinações de descrições para criar personagens e ambientes.

Esse momento de interação inicial com a ferramenta foi fundamental para que os alunos se familiarizassem com a tecnologia, desenvolvendo autonomia na utilização da IA antes de aplicá-la na construção das HQ. Além disso, a experimentação livre favoreceu a compreensão de que a qualidade das ilustrações dependia da precisão e clareza das descrições textuais, estimulando a reflexão sobre a importância da linguagem e da precisão na comunicação científica.

Desenvolvimento do Enredo e Personagens

Nesta etapa, os alunos se concentraram no detalhamento do enredo previamente esboçado e na criação dos personagens e cenários utilizando a funcionalidade "Mídia Mágica" do Canva®. Os grupos revisaram suas histórias, buscando enriquecê-las com descrições detalhadas dos protagonistas e dos ambientes onde a narrativa se desenrolava.

A ferramenta de inteligência artificial do Canva® foi utilizada para gerar imagens a partir dos *prompts* de comando fornecidos pelos alunos. Um exemplo foi o prompt utilizado por um grupo "*uma gimnosperma apresentando suas sementes*". Durante esse processo, observou-se um diálogo entre dois alunos sobre a criação dos prompts: "*Que prompt podemos usar para criar a imagem de um personagem de briófitas?*" "*Talvez algo como um menino musgo de cabelos longos e verdes escuros, com roupa cor verde e sua pele cor clara com estômatos evidente*".

A necessidade de criar *prompts* eficazes para gerar as ilustrações exigiu que os alunos explorassem, testassem e refinassem suas descrições, incorporando os conhecimentos científicos absorvidos anteriormente. Essa etapa exigiu rigor científico, pois os alunos

precisavam garantir que as descrições não apenas fossem criativas, mas também precisas e coerentes com os conceitos evolutivos estudados.

Esse tipo de interação evidenciou o envolvimento dos alunos na tentativa de conectar elementos científicos aos aspectos criativos da história. No entanto, muitos grupos enfrentaram desafios nesse sentido. A principal dificuldade foi à complexidade de traduzir conceitos científicos detalhados em descrições claras e precisas para a ferramenta de IA.

Adicionalmente, alguns problemas técnicos surgiram durante o uso da ferramenta. Um dos desafios era que a “Mídia Mágica” gerava imagens mais precisas quando os *prompts* eram escritos em inglês. Para contornar essa limitação, os alunos escreviam seus *prompts* em português e, em seguida, utilizavam o Google Tradutor para convertê-los para o inglês. Esse processo se tornou um momento importante de interação com a língua inglesa, permitindo que os alunos percebessem sua relevância na tecnologia. No entanto, essa necessidade de tradução acabou desanimando alguns alunos, pois tornava o processo mais trabalhoso.

Outro problema relatado foi a dificuldade de manter a consistência dos personagens ao longo das páginas da HQ. Para evitar variações, foi sugerido o uso do número *seed*, um código que deveria gerar imagens semelhantes ao longo do tempo. Entretanto, segundo os alunos, mesmo utilizando o mesmo número, os personagens não se mantinham idênticos. Para minimizar essa frustração, o professor permitiu que os alunos utilizassem outras ferramentas de IA que cumprissem a mesma função ou, se preferissem, desenhassem os personagens manualmente. No entanto, nenhum grupo optou pelo desenho tradicional, indicando um maior interesse na experimentação digital, apesar das dificuldades encontradas.

Embora o uso da tecnologia tenha gerado empolgação inicial, sua execução exigiu mais tempo e esforço do que alguns grupos estavam dispostos a dedicar. Como consequência, parte dos alunos demonstrou menor engajamento, especialmente diante das dificuldades técnicas. Esse cenário reforça o que foi apontado por Mattos (2024), ao destacar que o uso de IA no ensino deve ser planejado com cautela, pois pode ampliar desigualdades caso não seja devidamente mediado, garantindo que todos os estudantes se beneficiem da ferramenta.

Nesse momento, o professor precisou intervir para incentivar os alunos, reforçando a importância do processo na consolidação do aprendizado. Com essa mediação, alguns grupos persistiram na atividade e conseguiram integrar elementos visuais aos seus enredos, mesmo que de forma simplificada. Conforme Sasseron (2015), a mediação docente deve garantir que os estudantes percebam a relevância do desafio proposto e se sintam incentivados a persistir na busca por soluções.

Essa dificuldade de engajamento não é um fenômeno isolado. Andrade e Chedier

(2022), em seus estudos sobre a produção digital de histórias em quadrinhos sobre os biomas brasileiros, também relataram a falta de envolvimento de alguns alunos ao longo do processo. Da mesma forma, Santos *et al.* (2012) identificaram desafios semelhantes ao aplicar uma abordagem interdisciplinar em Biologia e Química, demonstrando que o uso de ferramentas digitais, embora inovador e motivador para muitos, pode apresentar barreiras que exigem suporte pedagógico contínuo e estratégias de mediação para manter o interesse dos estudantes.

Criação das HQ

Com o enredo e os personagens já criados, os alunos passaram ao desenvolvimento das páginas de suas histórias em quadrinhos. Utilizando o aplicativo Canva®, cada grupo estruturou as páginas, combinando os elementos visuais gerados anteriormente com os textos narrativos e diálogos elaborados (Figuras 9 A e B).

Figuras 9 A e B: Grupos de alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira desenvolvendo suas histórias em quadrinhos sobre a evolução vegetal no aplicativo de designer Canva® utilizando a ferramenta Mídia Mágica.



Fonte: Acervo pessoal do autor

O processo de criação envolveu a organização das histórias em painéis sequenciais. Os alunos cuidaram de integrar as imagens de forma coerente com os textos, destacando os conceitos evolutivos em cada parte da narrativa. Além disso, foram incentivados a explorar elementos gráficos, como balões de fala, legendas e *templates* disponibilizados pela ferramenta, para enriquecer visualmente suas HQ. Alguns grupos não conseguiram terminar a produção de suas HQ em aula e o fizeram em suas casas.

6.2.2 Avaliação das HQ produzidas

O ensino por investigação pode ser definido como uma abordagem em que o professor organiza sua aula de modo a proporcionar oportunidades para que os alunos reflitam, considerando a estrutura do conhecimento; expressem suas ideias, apresentando argumentos e conhecimentos construídos; leiam de forma crítica, compreendendo profundamente o conteúdo; e escrevam com autoria e clareza, articulando suas ideias de forma coerente. Com isso, a avaliação desse tipo de ensino não se limita a verificar se os alunos absorveram os conteúdos programáticos, mas também considera se eles são capazes de discutir, argumentar, ler criticamente e escrever com propriedade sobre os temas abordados (Carvalho, 2018). Nesse sentido, optou-se por avaliar as HQ produzidas pelos alunos como um meio de analisar o efeito da sequência didática investigativa e compreender como os conceitos científicos foram apropriados e aplicados pelos estudantes.

Considerando o caráter criativo e interdisciplinar das HQ, foi adotada uma abordagem de avaliação qualitativa interpretativa, conforme Minayo (2011). Assim, a avaliação das HQ seguiu os seguintes procedimentos: 1. leitura flutuante das histórias em quadrinhos, permitindo uma primeira aproximação com o material e possibilitando a identificação de temas centrais e padrões narrativos; 2. categorização dos dados, baseada nos critérios de criatividade, fidelidade científica, clareza e coerência, possibilitando uma análise comparativa entre as HQ e 3. triangulação das informações, integrando a avaliação das HQ com os registros da observação participante, garantindo uma compreensão mais ampla do processo de construção do conhecimento pelos estudantes.

Essa abordagem permitiu identificar avanços conceituais, dificuldades persistentes e como a atividade contribuiu para o desenvolvimento da argumentação científica e da alfabetização científica dos alunos, bem como sua relação com os conteúdos abordados durante as etapas anteriores da sequência didática. De maneira complementar, a utilização das HQ como instrumento avaliativo permitiu observar como os estudantes articularam os conceitos científicos de forma criativa, sem comprometer a fidelidade científica.

Dos seis grupos responsáveis pela criação das histórias em quadrinhos, apenas um não conseguiu concluir a atividade como um todo, indicando uma desmotivação com o trabalho proposto. Assim, foram analisadas cinco HQ, nomeadas HQ1, HQ2, HQ3, HQ4 e HQ5 (ANEXO 1 A).

Os critérios estabelecidos anteriormente e os exemplos retirados das HQ e os principais resultados identificados a partir da leitura analítica das histórias pode ser observado no Quadro 9.

Quadro 9: Categorização das HQ realizadas pelos alunos com base nos critérios de criatividade, fidelidade científica, clareza e coerência

| HQs | Criatividade | Fidelidade Científica | Clareza e Coerência |
|-----|---|---|---|
| HQ1 | Demonstrou criatividade ao explorar recursos narrativos variados e estabelecer um enredo envolvente. | Apresentou conceitos científicos corretos, mas com algumas limitações em termos de profundidade. | A narrativa mostrou-se fluida, embora tenha enfrentado dificuldades em transições entre eventos evolutivos. |
| HQ2 | Utilizou elementos humorísticos e interações leves para tornar a narrativa mais acessível e dinâmica. | Evidenciou uma compreensão parcial dos conceitos científicos, incluindo interpretações equivocadas sobre a evolução. | Teve clareza nos diálogos, mas apresentou lacunas na construção lógica dos eventos evolutivos. |
| HQ3 | Destacou-se pela utilização de metáforas visuais e personagens personificados, facilitando a compreensão dos conceitos abordados. | Demonstrou um bom nível de precisão científica, embora com algumas dificuldades em integrar conceitos de forma coesa. | A narrativa foi dinâmica, porém encontrou dificuldades para estabelecer transições evolutivas coerentes. |
| HQ4 | Adotou uma abordagem mais informativa, com menor exploração de recursos narrativos criativos. | Limitou-se a apresentar fatos científicos de maneira superficial, sem aprofundar conceitos relevantes. | A falta de diálogos interativos comprometeu a fluidez e a coerência da narrativa. |
| HQ5 | Inovou ao integrar elementos afetivos e uma abordagem intergeracional, tornando a narrativa mais atrativa. | Manteve fidelidade aos conceitos científicos, embora algumas explicações tenham sido apresentadas de forma superficial. | Demonstrou coerência nos diálogos, mas enfrentou desafios para explorar adequadamente as adaptações evolutivas. |

Fonte: Acervo pessoal do autor

Criatividade nas HQ: Análise dos Recursos Narrativos, Metafóricos e Visuais

Na análise da criatividade dessas HQ buscou-se avaliar como os alunos utilizaram recursos narrativos, metafóricos e visuais para transmitir os conceitos evolutivos de forma inovadora e atraente. Essa análise revelou que a diversidade na forma de lidar com as pesquisas externas, como apontado na etapa de produção, influenciou diretamente a qualidade narrativa e a originalidade das histórias produzidas. HQ1 “*A Origem das Plantas*” e HQ2 “*A Evolução das Plantas: O Show da Natureza*” apresentaram uma construção narrativa com maior originalidade, sugerindo que seus autores se mantiveram mais alinhados ao que foi

trabalhado diretamente em sala de aula, sem grandes interferências literárias externas. Em contrapartida, HQ3 “*Evolução das Plantas*” e HQ5 “*A História Evolutiva das Plantas!*” evidenciam que os autores se apropriaram de informações adicionais para enriquecer suas narrativas, demonstrando um esforço significativo em integrar esses conhecimentos com criatividade, mesmo que, em certos quadros, a argumentação científica mostrou-se superficial ou equivocada e, em outros, o excesso de informações comprometeu a fluidez da narrativa. Já em HQ4 “*Vamos Mergulhar no Mundo Mágico do Reino Vegetal!*” sugeriu-se uma transcrição direta de uma referência textual para os quadrinhos, sem uma adaptação significativa para o formato da HQ, o que comprometeu a fluidez e a originalidade da narrativa.

As HQ1, HQ2, HQ3 e HQ5 exploraram diferentes recursos narrativos em suas abordagens. HQ1 optou por um enredo baseado no diálogo entre neto e avô, trazendo um tom didático e afetivo à narrativa. A escolha de um avô sábio explicando ao neto os processos evolutivos das plantas não apenas tornou a história mais cativante, mas também facilitou para os alunos o desenvolvimento de suas próprias histórias. O avô utilizou informações específicas sobre as adaptações evolutivas das angiospermas e gimnospermas para justificar suas afirmações. Um exemplo dessa abordagem aparece quando o neto pergunta sobre a origem das flores, e o avô responde: “*Ah, as angiospermas são um grupo mais recente que se diversificou amplamente ao longo do tempo. Essas plantas desenvolveram flores, cuja forma, cor e cheiro favorecem a atração de insetos e outros animais, facilitando a dispersão de suas sementes*” (Figura 10).

Figuras 10: Quadro da HQ1 produzida pelos alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira ilustrando o diálogo entre neto e avô sobre as flores nas angiospermas.



Fonte: Acervo pessoal do autor

Esse tipo de argumentação, fundamentada em evidências científicas, contribuiu para a construção de um discurso coerente e embasado, favorecendo a compreensão dos processos evolutivos. Já HQ2 apresentou um diferencial criativo com o uso de expressões de rivalidade amigável entre os grupos vegetais, elementos de humor e diálogos leves. Os diálogos entre os personagens representando diferentes grupos vegetais foram utilizados para explicar as vantagens evolutivas das adaptações de cada grupo. O uso de expressões leves e humorísticas ajudou a tornar a narrativa mais acessível e dinâmica. Em um dos diálogos, a flor exclama: *“Oi, gente! Agora temos flores, cores e frutos...!”*, enquanto a gimnosperma retruca: *“Flores? Frutos? Eu ainda sou mais resistente e ‘cool’ com meus cones!”* (Figura 11). Nota-se que a gimnosperma apresentada na imagem possui folhas diferentes, mas isso não pode ser considerado uma evidência de que o grupo não estava integrado à morfologia dos vegetais, trata-se, na verdade, de uma inconsistência na utilização do programa, aspecto que ainda será discutido. Isso fica evidente ao observar que, em outro quadro da mesma HQ, a morfologia da gimnosperma se mostra mais fidedigna, remetendo à imagem de um pinheiro com seus estróbilos.

Figura: Quadros da HQ2 produzida pelos alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira, ilustrando o diálogo entre uma flor e uma suposta gimnosperma.



Fonte: Acervo pessoal do autor

Essa abordagem humorística conferiu personalidade a cada grupo de plantas, reforçando suas características de maneira intuitiva.

Por sua vez, a HQ3 utilizou a personificação de uma *“Plantinha Evolutiva”* como protagonista, o que trouxe dinamismo à narrativa. A presença de diálogos entre os personagens adicionou uma dimensão interativa e humorística, tornando a leitura mais

agradável. Um exemplo significativo é o diálogo: “*Sabia que nós, angiospermas, somos o grupo de plantas mais diversificado do planeta?*” seguido pela explicação baseada em evidências: “*Nós nos diferenciamos das plantas anteriores, como gimnospermas e pteridófitas, pois possuímos flores e frutos, que ajudaram na disseminação das sementes e na diversificação das espécies*” (Figura 12). Com essa abordagem, os estudantes buscaram tornar a compreensão dos processos evolutivos mais acessível e envolvente.

Figura 12: Sequência da HQ3 produzida pelos alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri, ilustrando o uso de diálogos interativos e humorísticos para explicar a diversidade das angiospermas.



Fonte: Acervo pessoal do autor

HQ5 adotou diálogos entre mãe e filha para explorar a evolução das plantas de forma afetiva e didática. Em um dos diálogos, um filho pergunta: “Mamãe, Gimino (sic), me conta sobre a sua história de vida? Sua origem e seus ancestrais?”.

A mãe gimnosperma responde com uma argumentação baseada em evidências paleontológicas: “*Surgimos há aproximadamente 300 milhões de anos, e nos diversificamos durante o período Permiano. Evoluímos a partir de ancestrais comuns com as pteridófitas. Ao contrário das pteridófitas, que se reproduzem por esporos, nós desenvolvermos a capacidade de produzir sementes!*” (Figura 13).

Figura 13: Quadro mostrando o diálogo entre mãe e filha na HQ5, explorando a evolução das gimnospermas construído por alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri.



Fonte: Acervo pessoal do autor

Em contraste com as demais, a HQ4 optou por uma abordagem mais informativa, sem diálogos interativos. Embora o conceito de *"mergulhar no mundo mágico"* tenha criado um apelo visual inicial interessante, a falta de diálogos reduziu o impacto da narrativa (Figura 15).

Figura 14: Quadro da HQ4 produzida pelos alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri, ilustrando a abordagem informativa e técnica sobre a evolução das plantas.



Fonte : Acervo pessoal do autor

A ausência de interações impediu a construção de uma argumentação científica mais envolvente, dando a impressão de que os alunos copiaram as informações de um referencial sem se preocupar em contextualizá-las dentro de uma narrativa coerente. Essa limitação em HQ4 pode estar relacionada à dificuldade dos estudantes em transformar conceitos científicos em diálogos que sejam, ao mesmo tempo, precisos e acessíveis, ou talvez por falta de engajamento na atividade proposta, assim como aconteceu com o grupo que não conseguiu concluir sua HQ.

Essa falta de engajamento pode ser compreendida de acordo com as discussões trazidas por Souza et al. (2017), que, ao analisarem o uso de histórias em quadrinhos no ensino de Botânica, identificaram que, embora o protagonismo ativo da maioria dos alunos tenha mostrado uma grande motivação, nem todos os estudantes se sentiram motivados. Isso ocorre, segundo os autores, porque a motivação dos alunos depende muito das suas experiências anteriores, dos seus interesses pessoais e da forma como a atividade se conecta com esses elementos. Em outras palavras, os estudantes tendem a se engajar mais quando percebem que a atividade faz sentido para eles, dialoga ou se relaciona com temas pelos quais têm interesse.

As HQ exploraram diferentes abordagens para apresentar suas histórias, mas enfrentaram dificuldades em manter uma consistência visual ao longo das narrativas. HQ1 optou por mudar o cenário a cada grupo abordado, destacando os elementos específicos de cada um. No entanto, as angiospermas não receberam uma ambientação específica, o que gerou uma sensação de incompletude. Apesar de ter sido a única HQ a buscar uma padronização dos personagens, enfrentou dificuldades em manter a coesão visual entre as cenas. A aparência dos personagens, como o neto e o avô, variou significativamente ao longo da narrativa, apresentando estilos artísticos distintos.

Na HQ2, houve uma tentativa de padronização visual com o personagem musgo, mas os demais grupos vegetais apresentaram estilos variados. Já as HQ3 e HQ5 apresentaram uma diversidade de personagens, mas falharam pela ausência total de padronização. Em diversos momentos, parecia que os alunos criaram um personagem inicial e o repetiram na sequência, sem modificar expressões ou características. Essa repetição resultou em uma narrativa visual menos dinâmica e variada. Em HQ4 o visual ficou por conta dos cenários representado por cada grupo estudado.

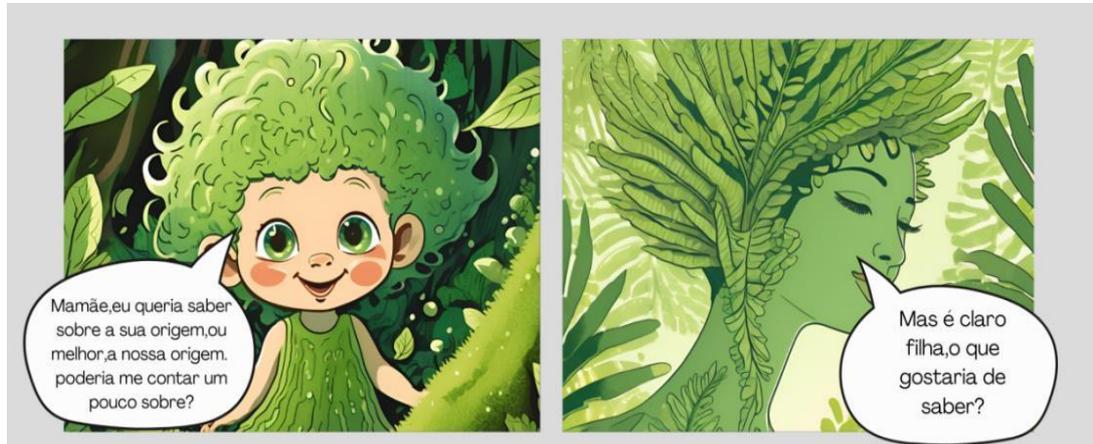
Durante a etapa de produção das HQ, vários grupos relataram dificuldades em personificar os personagens utilizando os prompts de comando no “Mídia Mágica” do Canva®. Segundo os alunos, as descrições inseridas muitas vezes não correspondiam ao que a

ferramenta entregava como resultado. O grupo responsável pela HQ1, por exemplo, mencionou que dedicou muito tempo testando diferentes comandos para padronizar os personagens, mas, mesmo assim, o resultado apresentou falhas evidentes.

Além das dificuldades de padronização visual, foi observado que nenhuma das HQ apresentou ilustrações mais técnicas para representar as mudanças estruturais das plantas ao longo do tempo. Elementos importantes, como vasos condutores e estômatos, foram mencionados nos diálogos, mas não tiveram uma representação gráfica correspondente. As dificuldades de representação encontradas nas ferramentas digitais, como o Canva®, não diferem muito daquelas enfrentadas no desenho manual. Segundo Silva (2019), em seus estudos sobre a produção de quadrinhos com o tema de evolução, os alunos também encontraram dificuldades ao desenhar estruturas mais complexas, especialmente quando se tratava de detalhes como estruturas reprodutivas e adaptações ambientais. No caso das HQ analisadas, a dificuldade dos alunos em manter a consistência visual e representar adaptações evolutivas de maneira detalhada indica que a interface das plataformas digitais pode limitar a expressão artística e científica. Essa limitação sugere que, mesmo com a praticidade das ferramentas digitais, a precisão na representação de conceitos científicos complexos ainda enfrenta desafios significativos. Nesse sentido, surge a questão: se os alunos tivessem desenhado manualmente as adaptações evolutivas das plantas, teriam desenvolvido ilustrações mais detalhadas e coerentes? O desenho manual, por sua vez, permite uma flexibilidade maior na criação de ilustrações científicas, de acordo com Botter *et al.* (2023), possibilitando a personalização de detalhes específicos e facilitando a representação precisa de estruturas e processos evolutivos. Talvez a possibilidade de desenhar manualmente poderia ter contribuído para uma compreensão mais profunda dos conceitos abordados, permitindo que os alunos se concentrassem em representar com mais fidelidade às adaptações estruturais das plantas que foram trabalhadas na sequência didática investigativa.

Das HQ produzidas, três (HQ2, HQ3 e HQ5) utilizaram a antropomorfização, recurso que atribui características humanas a elementos não humanos (Baldin; William, 2016), como uma metáfora visual para representar seus personagens. Essa estratégia foi especialmente evidente em HQ5, onde personagens representando diferentes grupos vegetais foram personificados como mãe e filhas, dialogando sobre a evolução das plantas (Figura 15).

Figura 15: Sequência de quadros da HQ5 produzidos por alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri, ilustrando o uso da antropomorfização como recurso narrativo para o grupo vegetal pteridófitas



Fonte: Acervo pessoal do autor

Durante a produção das HQ, um dos alunos mencionou que essa escolha narrativa poderia facilitar o entendimento da história, indicando uma tentativa consciente de tornar os conceitos científicos mais acessíveis. Essa abordagem reforça diretamente as conclusões de Wandersee e Schussler (1999), que identificou que os alunos demonstram maior interesse por animais do que por plantas, principalmente devido à presença de características humanas nos animais, como a semelhança física e comportamental, a capacidade de movimento e a reprodução evidente. Assim, a antropomorfização nas HQ parece ter sido uma estratégia eficaz para reduzir essa lacuna de interesse, aproximando os elementos vegetais dos leitores por meio de atributos humanos.

Conforme apontado por Baldin e William (2016), alguns autores sugerem que a antropomorfização das plantas pode ser uma estratégia eficaz para promover a empatia e facilitar a compreensão de processos complexos, fortalecendo a valorização das espécies vegetais. Além disso, estudos indicam que as pessoas possuem diferentes níveis de tendência para atribuir características humanas aos elementos da natureza. Quanto maior essa tendência, maior é a probabilidade de essas pessoas demonstrarem preocupação e cuidado com os seres não humanos que compõem o ambiente natural (Waytz *et al.*, 2010).

Entretanto, a utilização da antropomorfização pode parecer contraditória quando consideramos que uma das causas da impercepção botânica é justamente a visão antropocêntrica do mundo, que coloca o ser humano como o centro e a medida de todas as coisas (Stagg; Dillon, 2022). Ainda assim, se essa abordagem pode aumentar a visibilidade das plantas e engajar as pessoas no meio botânico, por que não explorá-la de forma

estratégica? No entanto, essa estratégia deve ser adotada com cautela, pois, conforme alertam Baldin e William (2016), além dos possíveis benefícios, ela também pode acarretar efeitos negativos para a conservação.

Em síntese, apesar das fragilidades observadas na utilização dos recursos narrativos, metafóricos e visuais por parte dos alunos, a presença de diálogos fundamentados em conceitos científicos, aliados a elementos afetivos e humorísticos, mostrou que os estudantes conseguiram desenvolver o pensamento crítico - uma das dimensões do ensino por investigação, conforme proposto pelo National Research Council (2000) e discutido por Tonidandel (2013).

Fidelidade Científica nas HQ: Análise da compreensão dos Conceitos Evolutivos

A avaliação da fidelidade científica nas HQ produzidas pelos alunos teve como objetivo analisar até que ponto os conceitos da evolução vegetal trabalhado durante a sequência didática investigativa foram compreendidos e aplicados de forma adequada. Nesse contexto, buscou-se identificar tanto os avanços conceituais quanto os desafios enfrentados pelos estudantes.

A maioria das HQ apresentou uma sequência evolutiva das plantas terrestres, abordando os principais grupos vegetais, briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas, como trabalhados na sequência didática.

A partir dos diálogos presentes nas HQ, foi possível identificar tanto aspectos que mostram uma compreensão adequada dos processos evolutivos das plantas e sua morfologia quanto aos elementos que sugerem interpretações equivocadas ou incompletas, refletindo os desafios enfrentados pelos estudantes na assimilação dos conceitos científicos.

Em muitos diálogos, percebe-se que os estudantes conseguiram incorporar conceitos importantes trabalhados na sequência didática, como a adaptação das pteridófitas aos ambientes terrestres, o surgimento de sementes nas gimnospermas e a presença de flores e frutos nas angiospermas. O diálogo em HQ1 *"Essas plantas desenvolveram vasos condutores de água e nutrientes, como o xilema e floema, o que permitiu que crescessem mais"*, por exemplo, mostra que os estudantes compreenderam a importância das adaptações para a conquista de novos ambientes, refletindo um entendimento científico adequado, alinhado ao gradualismo darwiniano. Como também o da HQ3, que mostrou avanços nessa compreensão, destacando os períodos geológicos no diálogo *"Nós, as gimnospermas, surgimos há aproximadamente 360 milhões de anos, durante o período Devoniano, mas nos tornamos mais diversificadas e dominantes no período Carbonífero"*, destacando a importância dos

períodos geológicos para a diversificação das plantas.

Por outro lado, alguns diálogos sugerem que os estudantes ainda enfrentam dificuldades em compreender a evolução como um processo não linear e desprovido de finalidade. Os diálogos em HQ2, *“Mas o verdadeiro show estava para acontecer... As angiospermas chegaram, trazendo flores e frutos, revolucionando o mundo das plantas!”* *“Agora temos flores, cores e frutos! Podemos atrair abelhas e até formigas para espalhar as nossas sementes...”* apresentam uma compreensão científica parcial. Por um lado, a menção à atração de abelhas e formigas indica que os estudantes conseguiram captar a importância da coevolução para a dispersão das angiospermas, um conceito trabalhado na sequência didática. No entanto, a expressão *“O verdadeiro show estava para acontecer”* sugere uma visão teleológica, uma perspectiva filosófica que interpreta os fenômenos do mundo, especialmente os processos naturais e históricos, como tendo um propósito, objetivo ou finalidade intrínseca (Souza et al., 2021). Essa formulação transmite a ideia de que a evolução das flores teria ocorrido com o propósito de atingir um ápice espetacular (Figura 16). De forma semelhante, a narrativa presente em HQ4, *“passou por níveis de complexidade crescente, desde os tapetes de briófitas primitivos até as angiospermas atuais”* também sugere um sentido pré-definido para o processo evolutivo, reforçando a interpretação teleológica da evolução, assim como em outros trechos das outras HQ.

Esses resultados evidenciam o quanto está arraigada nos estudantes a percepção teleológica da evolução, compreendendo-a como um progresso inevitável em direção à complexidade crescente. A persistência dessa visão progressiva da evolução em algumas HQ revela um desafio constante no ensino de evolução biológica, conforme discutido por Vargens e El Hani (2011), que ao analisarem os efeitos de um jogo educativo sobre evolução no ensino médio, observaram que, embora tenha havido ganhos na aprendizagem, as dificuldades na compreensão conceitual da evolução, incluindo visões teleológicas, permaneceram.

Figura 16: Quadros da HQ2 produzidos por alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri, ilustrando diálogos sobre a evolução das angiospermas com expressões que sugerem uma visão teleológica da evolução dos vegetais.



Fonte: Acervo pessoal do autor

A continuidade dessas concepções é reforçada pelos estudos de Souza *et al.* (2021), que analisaram a visão de estudantes recém-ingressos no ensino superior sobre evolução biológica e constataram que a ideia de evolução como progresso linear ainda é prevalente. Isso indica que essa percepção equivocada não se limita apenas ao ensino médio, mas persiste até mesmo em níveis mais avançados de escolaridade. A naturalização da ideia de complexidade crescente pode estar associada à linguagem utilizada pelos próprios professores, que muitas vezes recorrem, ainda que involuntariamente, a termos que sugerem um propósito implícito na evolução (Martins; Brando, 2019). Um exemplo disso é quando a professora pesquisadora do presente projeto citava briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas em sequência, o que poderia reforçar a ideia de uma hierarquia progressiva e finalística da evolução.

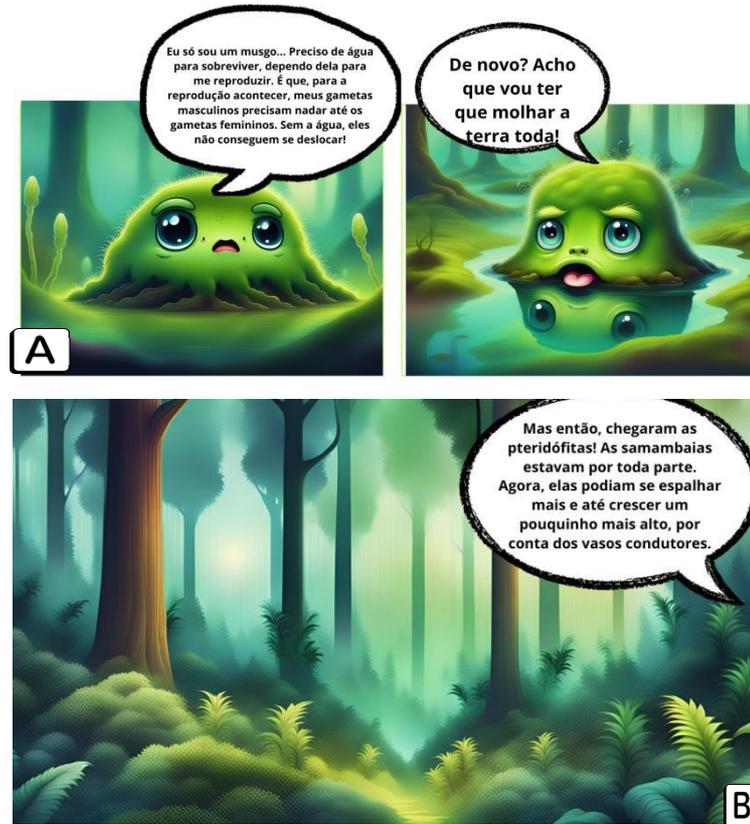
Outro ponto a ser elucidado é que a resiliência das concepções teleológicas também pode ser explicada, em parte, pela tendência cognitiva dos seres humanos em atribuir propósito aos fenômenos naturais, conforme argumenta Kelemen (1999). A propensão para interpretar processos naturais como intencionais e com um objetivo específico parece ser uma característica cognitiva profundamente enraizada, o que torna ainda mais desafiador desconstruir essas concepções no contexto educacional. Essa predisposição cognitiva sugere que a mera apresentação de fatos científicos pode não ser suficiente para superar essas interpretações equivocadas, exigindo estratégias didáticas que abordem explicitamente essa tendência teleológica. Assim, faz-se necessário um foco mais específico na desconstrução

explícita da interpretação teleológica da evolução, promovendo atividades que desafiem diretamente essas concepções e enfatizem a natureza aleatória e não linear dos processos evolutivos. Essa abordagem poderia incluir a reformulação da linguagem utilizada nas explicações, a utilização de exemplos que contrariem a ideia de progresso linear e a promoção de debates que explorem a complexidade e a aleatoriedade dos processos evolutivos. Dessa forma, seria possível promover uma compreensão mais precisa e alinhada à teoria evolutiva contemporânea, garantindo uma alfabetização científica mais robusta.

Dentre os conceitos que as HQ abordaram com maior fidelidade científica estão a dependência da água para reprodução nas briófitas e pteridófitas e a presença dos vasos condutores. Um exemplo disso é um trecho da HQ3 que ilustra corretamente a necessidade da água para a fecundação das briófitas, explicando que os gametas masculinos precisam nadar até os gametas femininos para que a reprodução ocorra. Essa explicação mostra que os alunos compreenderam corretamente os mecanismos reprodutivos das briófitas, alinhando-se aos conceitos evolutivos discutidos durante a sequência didática investigativa. Da mesma forma, a HQ2 menciona a presença dos vasos condutores em pteridófitas, destacando a importância dessa novidade evolutiva para a expansão desse grupo no ambiente terrestre e para o seu desenvolvimento (Figura 17).

Tanto a dependência da água para a reprodução quanto as questões envolvendo os vasos condutores foi um assunto bem discutido nas etapas anteriores e como visto foi bem assimilado pelos alunos. Amorim (2022), em sua pesquisa com uma sequência didática para o estudo de Botânica no ensino médio, também relatou um desenvolvimento considerável em seus alunos após uma metodologia de ensino ativa em relação a esses conceitos.

Figura: 17. A: Uma sequência da HQ3 feitas pelos alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri, exemplificando a necessidade de água para reprodução em briófitas. B: Uma sequência da HQ2 feitas pelos alunos exemplificando os vasos condutores em pteridófitas.



Fonte : Acervo pessoal do autor

Além dessas abordagens, a HQ1 também mostrou avanços na compreensão de outros conceitos, como evidenciado pela frase "*pinheiros, cedros e ciprestes começaram a dominar as terras com suas sementes que podiam viajar longe*", que reflete uma compreensão parcialmente adequada sobre a dispersão das sementes nas gimnospermas. A mesma HQ apresenta um diálogo que corrige fragilidades conceituais observadas anteriormente, como a confusão entre ovário e semente, ao afirmar corretamente em um diálogo "*essas plantas desenvolveram frutos a partir do ovário das flores, que protegem as sementes e favorecem sua dispersão por meio de animais, vento ou água. Por isso, vemos tantas cores, cheiros e sabores por aí.*" (Figura 18). Essa formulação indica que os alunos assimilaram corretamente os conceitos trabalhados nas etapas da sequência didática, superando as interpretações equivocadas sobre a reprodução das angiospermas.

Figura 18: Quadro da HQ1 produzidos por alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri, ilustrando diálogos sobre o desenvolvimento dos frutos.



Fonte: Acervo pessoal do autor

Em HQ2, o diálogo "*Aí vieram os gimnospermas, as primeiras plantas com sementes. Agora, não precisavam mais de água para se espalhar. Elas podiam conquistar terras secas!*" descreve com precisão uma adaptação fundamental das gimnospermas: o desenvolvimento de sementes independentes da água para dispersão e germinação, permitindo sua expansão para áreas mais secas. Essa compreensão mostra que os alunos assimilaram adequadamente a importância das sementes como adaptação evolutiva, superando a limitação enfrentada por briófitas e pteridófitas.

As HQ 3 e 5 ampliaram o contexto evolutivo ao detalharem os períodos geológicos, mencionando eras como o Siluriano, Devoniano, Carbonífero e Permiano, além de contextualizarem temporalmente o surgimento de alguns grupos vegetais. Em HQ5, o diálogo "*Surgirmos há aproximadamente 300 milhões de anos, e nos diversificamos durante o período Permiano. Evoluímos a partir de ancestrais comuns com as pteridófitas*" apresenta uma descrição cientificamente correta sobre a origem e diversificação das gimnospermas, destacando a relação evolutiva com as pteridófitas. De forma semelhante, em HQ3, o trecho "*Nós, gimnospermas, surgimos há aproximadamente 360 milhões de anos, durante o período Devoniano, mas nos tornamos mais diversificadas e dominantes no período Carbonífero e no início do período Permiano.*" Os grupos criadores dessas HQ foram aqueles que na etapa de produção recorreram às outras fontes de pesquisa para estruturar seu enredo, diferindo daqueles que apenas transcreveram as informações encontradas em suas referências. Esse

aspecto evidenciou a importância de permitir que os alunos realizassem suas pesquisas mais amplas, pois a integração de novos conhecimentos com os já existentes possibilita uma aprendizagem construtiva (Almeida 2002).

Outro ponto a ser elencado é que apenas HQ1 trouxe em seus diálogos o conceito da cutícula e dos estômatos (Figura 19).

Figura 19: Quadro da HQ1 produzida pelos alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri, ilustrando diálogos sobre a cutícula e os estômatos nas plantas.



Fonte : Acervo pessoal do autor

Um fato que deve ser destacado é a observação feita por uma aluna do grupo da HQ1 durante as aulas expositivas, nas quais era apresentada a estrutura dos estômatos e das células-guarda por meio de slides. A aluna mencionou que a estrutura celular lembrava partes do corpo humano, o que possivelmente facilitou sua memorização. Curiosamente, a HQ1 foi a única a incorporar essa analogia em sua narrativa, reforçando também a questão da antropomorfização discutida anteriormente. Esse exemplo ilustra como as analogias podem ser ferramentas eficazes no ensino de Biologia, ao estabelecer conexões entre conceitos novos e conhecimentos prévios. Conforme afirmado por Farias e Aguiar (2013), as analogias promovem uma aproximação significativa entre o conceito a ser ensinado e a realidade do aluno, conectando domínios heterogêneos de forma significativa.

Clareza e Coesão

A análise da clareza e da coesão nas HQ produzidas pelos alunos buscou avaliar como os conceitos trabalhados na sequência didática foram articulados de forma lógica e compreensível ao longo das narrativas.

As HQ HQ1, HQ2 e HQ3 se destacaram pela estrutura narrativa fluida, tornando a leitura acessível por meio de diálogos construídos entre os personagens. No entanto, algumas histórias apresentaram transições abruptas entre os grupos evolutivos, dificultando a conexão entre os eventos científicos e a argumentação. Em HQ1, por exemplo, a passagem "Mas com o tempo, algumas plantas começaram a colonizar ambientes terrestres" carece de uma problematização sobre as pressões seletivas que impulsionaram essa transição, limitando a construção de argumentos científicos sobre o tema. Em HQ3 a mudança da história de um grupo para outro ocorreu na introdução de um novo personagem, sem uma narrativa que explicasse a relação entre os eventos evolutivos (Figura 20).

Figura 20: Quadros da HQ3 feitas pelos alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri, onde se exemplifica a mudança abrupta de um grupo para o outro sem uma contextualização evolutiva.



Fonte : Acervo pessoal do autor

A ausência de uma justificativa clara para as transições entre os grupos pode indicar que os alunos não conseguiram estabelecer como as pressões ambientais conduziram o surgimento de novas adaptações ao longo do tempo, sugerindo uma compreensão limitada sobre os processos seletivos que levaram ao desenvolvimento de características estruturais adaptativas. Por exemplo, a transição das briófitas para as pteridófitas deveria considerar como a disponibilidade de água influenciou a seleção de vasos condutores, um fator que poderia ter sido melhor explorado na narrativa. Assim, os resultados indicam que os alunos não conseguiram explorar o conceito de seleção natural. Essa dificuldade expositiva foi relatada por eles durante o processo de produção das HQ. Estudos anteriores também relatam essa fragilidade na construção de narrativas científicas. Silva (2019), em sua pesquisa sobre a produção de HQ no ensino de evolução, destacou que, mesmo após a execução de aulas utilizando histórias em quadrinhos como material didático para abordar o conceito de seleção

natural, os alunos ainda apresentaram dificuldades na estruturação da narrativa evolutiva. Ao avaliar a eficácia do recurso no processo ensino-aprendizagem, o autor aplicou um questionário para verificar se o uso das HQ ajudou na construção do conceito de seleção natural. Os resultados mostraram que 35% dos alunos mencionaram dificuldade em seguir uma sequência lógica, enquanto 51% relataram dificuldade em associar o conceito de seleção natural à montagem dos quadrinhos. Isso evidencia que a falta de conexão lógica entre os eventos evolutivos não se restringe apenas ao ensino da evolução das plantas, mas é uma dificuldade recorrente no ensino da teoria evolutiva como um todo, exigindo maior ênfase na relação entre variação, ambiente e seleção natural durante a mediação pedagógica.

De acordo com Bizzo (2007), para trabalhar as dificuldades identificadas na construção das HQ sobre evolução das plantas, é fundamental adotar estratégias pedagógicas que promovam uma compreensão mais profunda do conceito de seleção natural, no qual o enfoque do ensino deve enfatizar a relação entre variação genética, pressões ambientais e a sobrevivência diferencial como elementos centrais da teoria darwiniana.

Apesar de não conseguirem explicitar em suas HQ como as pressões seletivas atuaram diretamente na adaptação das plantas a diferentes ambientes, os alunos conseguiram, de forma clara, conectar a ideia de que essas adaptações promoveram a grande diversidade de espécies vegetais e sua importância ecológica. Isso fica evidente em diálogos como o de HQ1, por exemplo, quando o avô termina de contar a história dos vegetais, o neto exclama: *“NOSSA que legal vovô!!”* e o avô responde: *“Sim! E cada um desses grupos faz parte do reino das plantas que abrange uma enorme diversidade de adaptações ao longo do tempo e são muito importantes para a manutenção da vida em nosso planeta”* (Figura 21), refletindo uma compreensão da interdependência entre as plantas e os demais seres vivos.

Figura 21: Quadro da HQ1 produzida pelos alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri, ilustrando o diálogo entre neto e avô sobre a importância das plantas.



Fonte: Acervo pessoal do autor

De forma semelhante, em HQ2, o diálogo *"E assim, as plantas evoluíram e continuam evoluindo, cada uma com suas vantagens"*. *"Cada uma tem seu papel no grande palco da natureza"* (Figura 22), sugerindo que os alunos perceberam a coexistência e a complementaridade das espécies vegetais dentro dos ecossistemas.

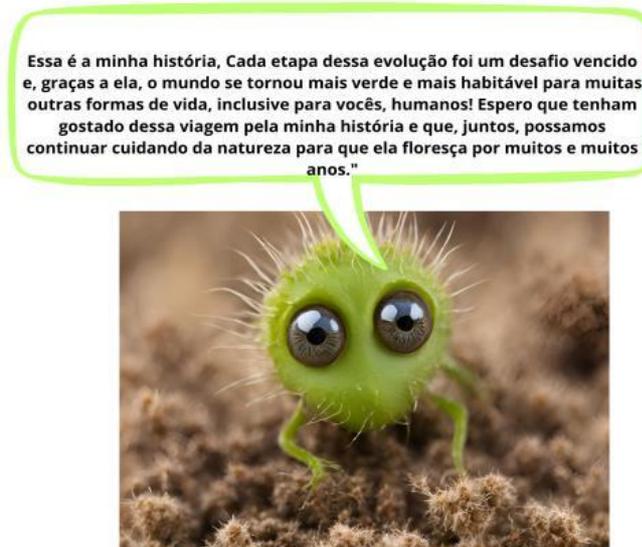
Figura 22: Quadro da HQ2 produzida pelos alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri, ilustrando uma narração sobre a evolução das plantas e suas funções nos ecossistemas.



Fonte: Acervo pessoal do autor

Em HQ3, o trecho em que a plantinha evolutiva menciona: *"Essa é a minha história, cada etapa dessa evolução foi um desafio vencido e, graças a ela, o mundo se tornou mais verde e mais habitável para muitas outras formas de vida, inclusive para vocês, humanos!"* (Figura 23), mostra que os alunos entenderam a relevância das adaptações vegetais para o equilíbrio dos ecossistemas e para a sobrevivência de outras formas de vida.

Figura 23: Quadro da HQ3 produzida pelos alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri, ilustrando o diálogo da plantinha evolutiva sobre a importância das plantas



Fonte: Acervo pessoal do autor

Para além do uso de termos que sugerem uma visão teleológica, os diálogos presentes nas HQ revelam um avanço grande na superação da impercepção botânica. Ao destacar o papel essencial das plantas na manutenção da vida no planeta, os estudantes mostraram uma compreensão ampliada dos vegetais, começando a romper com a visão utilitarista restrita às plantas como recursos para os seres humanos e ampliando sua compreensão para a importância ecológica desses organismos.

Em suma, a análise geral das HQ produzidas pelos alunos permitiu avaliar, de forma integrada, a criatividade, a fidelidade científica, a clareza e a coesão na abordagem do processo evolutivo das plantas. Para entender melhor os diferentes níveis de apropriação dos conceitos científicos mostrados pelos estudantes, recorreu-se à classificação proposta por Krasilchik (2008), que organiza a compreensão em Biologia em quatro níveis: alfabetização científica nominal, funcional, estrutural e multidimensional. Essa abordagem permitiu não apenas verificar a presença de termos e conceitos científicos, mas também avaliar o modo como foram compreendidos, articulados e aplicados nas narrativas construídas. A seguir, que está sintetizado os níveis de alfabetização observados nas produções, suas características e os resultados gerais identificados (Quadro 12).

Quadro 10: Avaliação segundo os níveis de alfabetização científica (Krasilchik, 2008)

| Nível de Alfabetização Científica | Descrição do Nível | Evidências nas HQs | Resultado Geral |
|--|--|---|--|
| Alfabetização Nominal | Reconhecimento e memorização de termos científicos, sem necessariamente compreender seu significado ou contexto. | Presença de termos como sementes, flores, frutos e tecidos condutores em quase todas as produções. | Superado na maioria dos grupos. |
| Alfabetização Funcional | Uso correto de conceitos em contextos específicos, com alguma compreensão de sua aplicação prática. | Aplicação correta desses termos nos grupos vegetais correspondentes, mostrando compreensão funcional. | Alcançado de forma consistente. |
| Alfabetização Estrutural | Capacidade de relacionar conceitos entre si, compreendendo estruturas e processos dentro de um sistema científico. | Organização coerente do processo evolutivo, com uso das estruturas para explicar transições adaptativas. | Alcançado parcialmente, com destaque em 4 das 6 HQs. |
| Alfabetização Multidimensional | Capacidade de interpretar, criticar e refletir sobre a ciência em contextos sociais, históricos e filosóficos. | Ausência de evidências claras dessa dimensão; algumas HQs ainda apresentaram visões teleológicas ou lineares da evolução. | Não plenamente alcançado; exige aprofundamento metodológico. |

Fonte: Adaptado Krasilchik (2008)

Com base no Quadro 10, pode-se observar que as HQ analisadas indicam que os alunos avançaram além da alfabetização nominal, demonstrando elementos tanto da alfabetização funcional quanto da estrutural, especialmente na aplicação correta de termos científicos e na contextualização dos conceitos evolutivos. No entanto, a presença de interpretações teleológicas e algumas fragilidades conceituais sugere que a alfabetização multidimensional ainda não foi plenamente alcançada. Isso revela a necessidade de estratégias pedagógicas que enfatizem a natureza não linear e contingente dos processos evolutivos, reforçando a importância de um ensino por investigação que promova reflexões mais profundas sobre esses conceitos. Assim, consolidar a alfabetização científica dos alunos, com foco na compreensão integrada dos processos evolutivos das plantas, torna-se um objetivo essencial para aprimorar a aprendizagem de Biologia nas escolas brasileiras.

7 Considerações finais

O ensino por investigação aplicado neste estudo mostrou ser uma abordagem eficaz para promover a compreensão dos processos evolutivos das plantas, mesmo diante das defasagens deixadas pelo período pandêmico. A sequência didática desenvolvida articulou práticas investigativas, debates e a produção de histórias em quadrinhos (HQ), alinhando-se às cinco dimensões propostas pelo National Research Council (2000) e discutidas por Tonidandel (2013). A problematização inicial “*As plantas evoluem?*” estimulou a curiosidade científica, enquanto as atividades práticas permitiram aos alunos fundamentar suas hipóteses em evidências concretas, promovendo uma aprendizagem significativa. No entanto, a persistência de interpretações teleológicas nas HQ revela a necessidade de estratégias pedagógicas mais específicas para desconstruir visões lineares da evolução.

A avaliação das HQ evidenciou dificuldades na contextualização dos conceitos evolutivos, tanto na escrita quanto na articulação das ideias. A reprodução dos cladogramas pelos alunos e as explicações oferecidas pela docente pesquisadora não foram suficientes para desconstruir a visão linear da evolução. De acordo com Santos e Calor (2007), o uso de cladogramas pode ser eficaz para organizar as informações evolutivas, mas sua aplicação deve ser mais prática e interativa. Além disso, conforme sugere Bizzo (2007), a realização de debates e atividades investigativas que explorem casos concretos de adaptações imperfeitas pode favorecer uma compreensão mais realista dos processos evolutivos, ajudando a superar as concepções teleológicas identificadas nas HQ.

O uso da “Mídia Mágica” no Canva[®] permitiu que os alunos explorassem a criação visual como parte do processo investigativo, enriquecendo a aprendizagem. No entanto, desafios técnicos e barreiras linguísticas evidenciaram a necessidade de um planejamento cuidadoso. Considerando essas dificuldades, uma abordagem híbrida, que combine tecnologias digitais com desenho manual, parece ser mais eficaz para enriquecer a compreensão dos processos evolutivos de forma significativa.

O nível de engajamento dos alunos na produção das HQ mostrou-se bastante variado. Enquanto alguns grupos mostraram entusiasmo, outros enfrentaram dificuldades para se envolver plenamente, chegando ao ponto de um grupo não entregar sua HQ. Essa disparidade revela os desafios de lidar com turmas heterogêneas, onde cada aluno possui motivações e objetivos diferentes. Para lidar com essa diversidade, é fundamental que o planejamento de aula inclua atividades mais flexíveis, que permitam diferentes formas de expressão e níveis de complexidade, promovendo um engajamento mais amplo.

Para além da sala de aula, um episódio que merece ser destacado ocorreu quando uma aluna enviou, em um grupo de WhatsApp compartilhado com a professora, uma foto com a descrição "várias gimnospermas". A imagem mostrava uma *Araucaria angustifolia* com seus estróbilos visíveis. Esse episódio é importante, pois ilustra o engajamento de alguns alunos com o conteúdo estudado fora do ambiente escolar, ampliando o espaço de aprendizagem extra classe e promovendo a continuidade da interação e da troca de conhecimento.

Portanto, os avanços observados sugerem que a combinação entre o ensino por investigação e a produção de HQ pode ser uma estratégia pedagógica promissora para promover uma aprendizagem mais significativa e contextualizada sobre a evolução das plantas. Contudo, para potencializar os resultados faz-se necessário um aprimoramento contínuo da sequência didática, com foco na argumentação científica e na superação das lacunas de aprendizado deixadas pelo período pandêmico.

Referências bibliográficas

- ALMEIDA, L. S. Facilitar a aprendizagem: ajudar os alunos a aprender e a pensar. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 6, n. 2, p. 155-165, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pee/a/cGwP8VQynhXsDDdcXCsRK3R/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 mar. 2025.
- AMORIM, A. F. **Produção de glossário como estratégia de aprendizagem das embriófitas: uma sequência didática para o estudo de Botânica no ensino médio**. 2022. 154 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.
- ANDRADE, M. de F.; MATOS, I. de J. P.; FERNANDES, M. de M. O ensino de ciências da natureza durante a pandemia da Covid-19: desafios e possibilidades nas redes pública e privada. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, e000111234, 2022. Disponível em: <https://orcid.org/0000-0001-8080-1630>. Acesso em: 15 fev. 2025.
- ANDRADE, S. P. de; CHEDIER, L. M. Sequência didática sobre biomas brasileiros na perspectiva da aprendizagem significativa. **Revista Educação Pública**, v. 23, n. 38, 2023. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/23/38/sequencia-didatica-sobre-biomas-brasileiros-na-perspectiva-da-aprendizagem-significativa>. Acesso em: 6 mar. 2025.
- ANDREATTA, S. A.; MEGLHIORATTI, F. A. Integração conceitual do conhecimento biológico por meio da Teoria Sintética da Evolução: possibilidades e desafios no ensino de Biologia. **Programa de Desenvolvimento Educacional**, 2009. Disponível em: <http://www.nre.seed.pr.gov.br/uniaodavitoria/arquivos/File/Equipe/Disciplinas/Biologia/oficina/SAIONARAIntegracaoconceitual.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2023.
- AZEVEDO, A. K. N. de. **Aprendendo através de quadrinhos: uma proposta metodológica para o ensino de Biologia**. 2020. 125 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020. Disponível em: <https://www.profbio.ufmg.br/wp-content/uploads/2021/09/versao-final-TCM-ana-katarina-nascimento-de-azevedo-1.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2023.
- BALDING, M.; WILLIAMS, K. J. H. Plant blindness and the implications for plant conservation. **Conservation Biology**, v. 30, n. 6, p. 1192-1199, 2016. Disponível em: <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cobi.12738>. Acesso em: 30 out. 2024.
- BARBOSA, A. História em quadrinhos: a coexistência da ficção e da realidade. In: VERGUEIRO, W.; RAMOS, P. (orgs.) *Muito além dos quadrinhos: reflexões sobre a 9ª arte*. São Paulo: Devir, 2009. p. 103-112.
- BIZZO, N. Darwin e o fim da adaptação perfeita dos seres vivos: a superação da visão teológica de Paley e o princípio da divergência. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 2, p. 287-296, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/abc1234/>. Acesso em: 6 mar. 2025.
- BOTTER, F.; VÖRÖS, A. L. da S. A.; MAZZAROTTO, M. Desenho manual ou representação digital? Superando essa dicotomia em processos de ensino-aprendizagem de design. **Revista Educação Gráfica**, v. 27, n. 2, 2023. Disponível em: <https://www.educacaografica.inf.br/artigos/desenho-manual-ou-representacao-digital-superando-essa-dicotomia-em-processos-de-ensino-aprendizagem-de-design-manual->

drawing-or-digital-representation-overcoming-this-dichotomy-in-design-teaching. Acesso em: 3 mar. 2025.

BRASIL. **Lei nº 11.274, de 6 de fevereiro de 2006**. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, dispondo sobre a duração do ensino fundamental. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 7 fev. 2006. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 15 set.2023

CARVALHO, A. M. P. de. *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula*. 1. ed. **São Paulo**: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 15 set. 2024.

CARVALHO, Raquel Silva Cotrim; MIRANDA, Sabrina Couto De; CARVALHO, Paulo Simão de. **O Ensino de Botânica na Educação Básica – Reflexos na Aprendizagem dos Alunos**. Research, Society and Development, v. 10, n. 6, e30010615825, p. 1-13, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15825>. Acesso em: 11 nov. 2024.

CANVA®. Ferramenta de design gráfico online. Disponível em: <https://www.canva.com> Acesso em: 20 ago. 2023.

CORTE, V. B.; SARAIVA, F. G.; PERIN, I. T. A. L. Modelos didáticos como estratégia investigativa e colaborativa para o ensino de Botânica. **Revista Pedagógica**, Chapecó, v. 20, n. 44, p. 172-196, maio/ago. 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/i5/Downloads/admin,+44-Art.11%20(1).pdf>. Acesso em: 20 ago. 2023.

DELWICHE, C. F.; COOPER, E. D. The evolutionary origin of a terrestrial flora. *Current Biology*, v. 25, n. 19, p. R899-R910, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26439353/>. Acesso em: 04 mar. 2025.

DIAS, A. C. A. de A.; PINHEIRO, S. C. V.; PINHEIRO, J. C. “My student hates studying Botany!” about university professors and teaching of Botany. **Brazilian Journal of Botany**, [s. l.], 7 jul. 2023. *Springer Science and Business Media LLC*.

EISNER, W. *Quadrinhos e Arte Sequencial: Princípios e Práticas do Lendário Cartunista*. Tradução de Luís Carlos Borges. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2010.

FIORAVANTE, V. C.; GUARNICA, T. P. B. O lúdico no ensino de biologia: o aluno como protagonista. **Revista Educere et Educare**, [s. l.], v. 14, n. 31, jan./abr. 2019.

FLÔRES, A. L. Z. D.; PIGATTO, A. G. S. O ensino de evolução das plantas na perspectiva dos documentos norteadores da educação brasileira. **Revista Diálogos em Educação**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 196-197, jun. 2020. Disponível em: https://www.ppgnc.proesp.ufpa.br/ARQUIVOS/Prova%20de%20conhecimentos/Evolu%C3%A7%C3%A3o/Evolu%C3%A7%C3%A3o_o%20sentido%20da%20biologia.pdf. Acesso em: 20 ago. 2023.

FREIRE, J. C. **Abordagem histórica do conceito de organismo vegetal na formação de professores de biologia: elementos para superação da impercepção botânica**. 2023. 151 f. *Tese* (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2023. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFG_123456789/Details. Acesso em: 10 fev. 2025.

GÜLLICH, R. I. da C. **A Botânica e seu ensino: história, concepções e currículo**. 2003. 147 f. *Dissertação* (Mestrado em Educação) – Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2003. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/handle/123456789/3030>. Acesso em: 15 jun. 2024.

KEYNES, R. Darwin's ways of working: the opportunity for education. **Journal of Biological Education**, v. 43, n. 3, p. 101-103, 2009. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00219266.2009.9656162>. Acesso em: 1 mar. 2025.

KELEMEN, D. The scope of teleological thinking in preschool children. **Cognition**, v. 70, n. 3, p. 241-272, 1999. Disponível em: https://www.bu.edu/cdl/files/2013/08/1999_Kelemen_Scope.pdf. Acesso em: 6 mar. 2025.

KINOSHITA, L. S. et al. *A Botânica no Ensino Básico: relatos de uma experiência transformadora*. São Carlos: RiMa, 2006.

KRASILCHIK, M. Biologia - ensino prático. In: CALDEIRA, A. M. A.; ARAÚJO, E. S. N. N. (orgs.) *Introdução à didática da biologia*. 10. ed. São Paulo: Edusp, 2008. p. 200

LEITE, A. G. **O uso de histórias em quadrinhos como estratégia de ensino e a aprendizagem sobre evolução biológica no ensino médio**. 2022. 112 f. *Dissertação* (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/24514?locale=pt_BR. Acesso em: 24 ago. 2023.

LIMA, G. S.; GHILARDI-LOPES, N. P. “Algas” nos projetos pedagógicos de cursos de instituições de ensino superior brasileiras. **REnBio - Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 1103-1121, 2022. DOI: <https://doi.org/10.46667/renbio.v15i2.695>.

LIMA, M. M. P.; BARBOSA, N. N.; SANTANA, I. C. H. História em quadrinhos no ensino de ciências por investigação: uma experiência do programa residência pedagógica, BIO-FACEDI. *Humanidades & Tecnologia em Revista*, v. 33, n. 1, 2022. Disponível em: https://revistas.icesp.br/index.php/FINOM_Humanidade_Tecnologia/article/view/2172. Acesso em: ago. 2023.

MACEDO, M. et al. Concepções de professores de Biologia do Ensino Médio sobre o ensino-aprendizagem de Botânica. In: **IV ENCONTRO INTERNACIONAL DE BIOLOGIA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, 2012, Porto Alegre. *Anais [...]*. Porto Alegre: Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2012. Disponível em: http://www.botanicaonline.com.br/geral/arquivos/ATA_EIBIEC_IV%20macedo.pdf. Acesso em: 26 ago. 2023.

MARTINS, G. A.; BRANDO, F. R. A linguagem teleológica nas Ciências Biológicas: uma proposta de intervenção didática sobre o tema polinização. **Conexão Ciência**, v. 14, n. 2, p. 8-17, 2019. Disponível em: <https://revistas.uniformg.edu.br/conexaociencia/article/view/897/1086>. Acesso em: 5 mar. 2025.

MATTOS, J. M. F. Uso da inteligência artificial e outras tecnologias para facilitar o aprendizado da disciplina de Biologia. **Criar Educação**, v. 13, n. 1, p. 48-55, jan./jun. 2024.

MEGLHIORATTI, F. A. et al. Recorrência da ideia de progresso na história do conceito de evolução biológica e nas concepções de professores de biologia: interfaces entre produção científica e contexto sociocultural. **Filosofia e História da Biologia**, [s. l.], v. 1, p. 107-123, mar. 2006. Disponível em: https://www.abfhib.org/FHB/FHB-01/FHB-v01-06-Fernanda-Meglhioratti_et-al.pdf. Acesso em: 18 ago. 2023.

MELO, J. S. de. **Guia de histórias em quadrinhos: ferramenta para professores de Ciências e Biologia** 2020. 59 f. *Dissertação* (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/30490>. Acesso em: 25 ago. 2023.
MEYER, D.; EL-HANI, C. N. *Evolução: o sentido da biologia*. São Paulo: **Ed. UNESP**, 2005. Disponível em: https://www.ppgnc.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/Prova%20de%20conhecimentos/Evolu%C3%A7%C3%A3o/Evolu%C3%A7%C3%A3o_o%20sentido%20da%20biologia.pdf. Acesso em: 18 ago. 2023.

MOUL, R. A. T. de M.; SILVA, F. C. L. da. A construção de conceitos em Botânica a partir de uma sequência didática interativa: proposições para o ensino. **Revista Exitus**, Santarém, v. 7, n. 2, p. 262-282, fev. 2017. Disponível em: <https://dl1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/52884787/313-626-1-SM-libre.pdf?1493555527=&response-content-d>. Acesso em: 20 ago. 2023.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. de C. e. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/ZfTN4WwscpKqvwZdxcsT84s/>. Acesso em: 15 jan. 2025.

MONTANINI, S. M. P. **Botânica e o ensino por investigação na educação básica**. 2019. 96 f. *Dissertação* (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2019. Disponível em: <https://www.btdt.ueg.br/handle/tede/150>. Acesso em: 6 mar. 2025.

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, p. 115-137, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/xL8cWSV4frJyzqPfC35NgXn/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 21 nov. 2024.

MINAYO, M. C. de S. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 2010. Disponível em: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=867218>. Acesso em: 15 out. 2024.

NERY, M. J. da S. **Ensino de Botânica: uma abordagem com histórias em quadrinhos e pela via da pedagogia histórico-crítica**. 2019. 54 f. *Dissertação* (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Belém, 2019.

PECHLIYE, M. M.; BANDEIRA, C. M. S.; JORDÃO, R. S. Porque as algas e bactérias não são amplamente reconhecidas como seres fotossintetizantes? In: **CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS**, 2013, Girona. *Anais [...]*. 2013. p. [2265-2269].

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biologia Vegetal*. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

REISER, B. J. Scaffolding complex learning: the mechanisms of structuring and problematizing student work. **The Journal of the Learning Sciences**, v. 13, n. 3, p. 273-304, 2004. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15327809jls1303_2. Acesso em: 6 mar. 2025.

RODRIGUES, E. A. **Ensino de ciências e os desafios dos professores no pós-pandemia**. 2022. 35 f. *Trabalho de Conclusão de Curso* (Licenciatura em Ciências Naturais – Química) – Universidade Federal do Maranhão, São Bernardo, 2022. Disponível em: <https://monografias.ufma.br/jspui/handle/123456789/6216>. Acesso em: 16 fev. 2025.

SÁ, E. F.; PAULA, H. de F. e; LIMA, M. E. C. de C.; AGUIAR, O. G. de. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpec/a/abcd1234/>. Acesso em: 6 out. 2024.

SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. "Mas de que te serve saber Botânica?". **Estudos Avançados**, v. 30, n. 87, p. 177-196, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/z86xt6ksbQbZfnzvFNnYwZH/?lang=pt#>. Acesso em: 24 ago. 2023.

SMITHENRY, D. W. Integrating guided inquiry into a traditional chemistry curricular framework. **International Journal of Science Education**, v. 32, n. 13, p. 1689-1714, 2010.

SANTOS, A. P. E. dos. O ensino de ciências e biologia no pós-pandemia: estudo de revisão sobre as práticas potencializadoras da recomposição da aprendizagem. **Revista de Educação, Ciência e Cultura**, v. 10, n. 2, p. 123-140, 2024. Disponível em: <https://www.example.com/santos2024>. Acesso em: 15 set. 2024.

SANTOS, C. R. dos; CORTE, V. B.; LEITE, I. T. de A. Técnicas de histologia vegetal no ensino médio: perspectivas de aproximação entre a escola e a universidade. In: **ARAÚJO, M. P. M.; CORTE, V. B. (orgs.) O ensino de Ciências e Biologia em uma perspectiva crítica**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2018. p. . Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/81610530/livro>. Acesso em: 15 set. 2024.

SANTOS, C. M. D.; CALOR, A. R. Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética – **I. Ciência & Ensino**, v. 1, n. 2, jun. 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/282153721I>. Acesso em: 15 out. 2024.

SANTOS, N. D. dos; SILVA, N. F. da; OLIVEIRA, T. P. de. O que ensinamos sobre as primeiras plantas terrestres: análise de livros didáticos do ensino médio. *Pesquisas, Botânica, São Leopoldo*, v. 3, n. 67, p. 319-334, 27 abr. 2015. Disponível em:

<https://www.anchietano.unisinus.br/publicacoes/botanica/volumes/067/021.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2023.

SANTOS, M. C. M.; BATISTA, J. de B.; CAMAROTTI, M. de F.; BATISTA, A. C. de L. O ensino de biologia por investigação: um estudo de caso contextualizado no ensino de jovens e adultos. *Revista Brasileira de Educação*, v. 27, e270058, 2022. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbedu/a/3McKjZYLvbxLRR3rPMDV4G/>. Acesso em: 31 jan. 2025.

SANTOS, T. C. dos; PEREIRA, E. G. C. Oficinas de histórias em quadrinhos como recurso pedagógico no ensino de ciências. *Revista Práxis*, v. 5, n. 9, p. 51-56, 2013. Disponível em: https://www.academia.edu/47679377/Hist%C3%B3rias_em_quadrinhos_como_recurso_pedagog%C3%B3gico. Acesso em: 10 set. 2024.

SANTOS, V. A. dos. **Impercepção botânica e o valor dos recursos didáticos em seu combate: uma revisão sistemática**. São Cristóvão, 2023. *Monografia* (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Sergipe. Disponível em:. Acesso em: 6 mar. 2025.

SANTOS, V. J. da R. M.; SILVA, F. B. da; ACIOLI, M. F. Produção de histórias em quadrinhos na abordagem interdisciplinar de Biologia e Química. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 10, n. 3, p. 1-8, 2012. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/332582751_Producao_de_Historias_em_Quadrinhos_na_abordagem_interdisciplinar_de_Biologia_e_Quimica. Acesso em: 3 mar. 2025.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/246>. Acesso em: 10 out. 2024.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 17, especial, p. 49-67, nov. 2015. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/epcc/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq/?format=html&lang=pt#>. Acesso em: 24 ago. 2023.

SILVA, A. C. D.; CORREIA, J. L. P.; PEREIRA, S. N. Os desafios da recomposição das aprendizagens no pós-pandemia: um estudo na EEMTI Tabela José Pinto Quezado. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar*, v. 4, n. 6, p. 1-15, jun. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.47820/recima21.v4i6.3297>. Acesso em: 6 mar. 2025.

SILVA, E. P. da; COSTA, A. B. da S. Histórias em quadrinhos e o ensino de biologia: o caso Níquel Náusea no ensino da teoria evolutiva. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 8, n. 2, p. 163, 20 jun. 2015. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2015v8n2p163>. Acesso em: 24 ago. 2023.

SILVA, N. B. da; TEIXEIRA, P. M. M. Evolução biológica: dificuldades e fatores variáveis na aprendizagem dos estudantes do ensino médio. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 14, n. 2, p. 817-837, 2021. Disponível em: <https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/618>. Acesso em: 15 set. 2025.

SILVA, M. das D. da. **Inserção de histórias em quadrinhos (HQs) no ensino de evolução: trabalhando o conceito de seleção natural no ensino médio**. 2019. 47 f. *Trabalho de Conclusão de Curso* (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/36940>. Acesso em: 6 mar. 2025.

STAGG, B. C.; DILLON, J. Plant awareness is linked to plant relevance: a review of educational and ethnobiological literature (1998–2020). **Plants People Planet**, [s. l.], v. 4, p. 579-592, 21 jul. 2022. Disponível em: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ppp3.10323>. Acesso em: 22 ago. 2023.

SOARES, F. C.; FERRAZ, D. F.; JUSTINA, L. A. D. O uso de analogias no ensino de Biologia: construção e implementação de estratégia didática seguindo o modelo TWA (Teaching With Analogies). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 6, supl. 1, p. 37-38, 2008. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/rbrasbioci/article/view/114980>. Acesso em: 15 set. 2024.

SOUZA, A. F. de; MACEDO, G. E. L. de; RAZERA, J. C. C. O uso de histórias em quadrinhos em aulas de botânica: uma experiência didática fundamentada na perspectiva teórica vigotskiana. **Ciência em Tela**, v. 10, n. 1, p. 1-15, 2017. Disponível em: <https://www.cienciaemtela.nutes.ufjf.br/artigos/1001pe.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2025.

SOUZA, C. B. M. C.; ALEME, H. G.; GOUW, A. M. S. Visão de estudantes sobre evolução biológica: resultados parciais e validação do questionário. **Revista do EDICC**, v. 8, p. 246-259, ago. 2022.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 97-114, nov. 2015.

TONIDANDEL, S. M. R. **Superando obstáculos no ensino e na aprendizagem da evolução biológica: o desenvolvimento da argumentação dos alunos no uso de dados como evidências da seleção natural numa sequência didática baseada em investigação**. 2013. 342 f. *Tese* (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-18122014100501/publico/SANDRA_MARIA_RUDELLA_TONIDANDEL_rev.pdf. Acesso em: 15 set. 2024.

URSI, S.; BARBOSA, P. P.; SANO, P. T.; BERCHEZ, F. A. S. Ensino de botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, 2018.

URSI, S.; SALATINO, A. É tempo de superar termos capacitistas no ensino de Biologia: "impercepção botânica" como alternativa para "cegueira botânica". **Boletim de Botânica**, v. 39, p. 1-4, 2022. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/bolbot/article/view/206050>. Acesso em: 6 mar. 2025.

VARGENS, M. M. F.; EL-HANI, C. N. Análise dos efeitos do jogo Clipsitacídeos (Clipbirds) sobre a aprendizagem de estudantes do ensino médio acerca da evolução. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 1, p. 143-168, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4131>. Acesso em: 5 mar. 2025.

VASQUES, D. T.; FREITAS, K. C. de; URSI, S. (orgs.). *Aprendizado ativo no ensino de botânica*. São Paulo: Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2021. Disponível em: https://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/Vasques_Freitas_Ursi_2021.pdf. Acesso em: 28 fev. 2025.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Preventing plant blindness. **The American Biology Teacher**, v. 61, n. 2, p. 82-86, 1999.

WAYTZ, A.; CACIOPPO, J.; EPLEY, N. Who sees human? The stability and importance of individual differences in anthropomorphism. Perspectives on **Psychological Science**, v. 5, n. 3, p. 219–232, 2010. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1745691610369336>. Acesso em: 6 mar. 2025.

ZAMBERLAN, E. S. J.; SILVA, M. R. da. O ensino de evolução biológica e sua abordagem em livros didáticos. *Educação & Realidade*, [s. l.], v. 37, n. 1, p. 187-212, abr. 2012. **FapUNIFESP (SciELO)**. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edreal/a/GBxXNd5hDqkBqDtjH7FLPws/?lang=pt#>. Acesso em: 16 ago. 2023.

Apêndice A- Produto Pedagógico- Cartilha digital para professores



Agradecimento a CAPES

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

APRESENTAÇÃO

Esta cartilha é um produto desenvolvido como parte da conclusão do Mestrado Profissional em Biologia (PROFBIO), realizado na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Foi idealizada pela professora mestranda Pamela Queiroz da Silva, sob a orientação da professora Dra. Luciana Moreira Chedier.

O objetivo desta cartilha é oferecer um material de apoio didático para os professores de Biologia do Ensino Médio, facilitando o ensino da evolução das plantas por meio de uma sequência didática investigativa baseada na produção de histórias em quadrinhos (HQ). A proposta busca integrar conceitos científicos de forma dinâmica, interativa e adaptada às diferentes realidades das turmas, considerando tanto alunos que apresentam dificuldades no ensino de Botânica e Evolução quanto aqueles que possuem conhecimentos prévios mais avançados.

Para isso, a cartilha oferece recursos complementares que aprofundam os conteúdos abordados, permitindo que os professores adaptem as atividades conforme as necessidades de suas turmas. Além disso, a produção de HQ é utilizada como uma estratégia para estimular a alfabetização científica, promovendo a formulação de hipóteses, a argumentação fundamentada em evidências e a comunicação científica por meio da linguagem visual.

Público-Alvo

Esta cartilha é destinada aos professores de Biologia do Ensino Médio, servindo como material de apoio para abordar a evolução das plantas de forma mais atrativa e investigativa.

Sumário

| | |
|--|----|
| Introdução..... | 4 |
| Sequência Didática Investigativa..... | 5 |
| 3.1. Etapa 1: Observação..... | 7 |
| 3.1.1. Temática 1.1: As Plantas São Seres Vivos?..... | 8 |
| 3.1.2. Temática 1.2: Investigação Preliminar - O que eu sei sobre o Reino Vegetal? | 9 |
| 3.1.3. Temática 1.3: Sistematização do Conhecimento | 10 |
| 3.1.4. Temática 1.4: Aulas Expositivas e Participativas | 12 |
| 3.2. Etapa 2: Problematização e Levantamento de Hipóteses | 13 |
| 3.2.1. Temática 2.1: As Plantas Evoluem? | 14 |
| 3.2.2. Temática 2.2: Como se deu o Processo Evolutivo das Plantas? | 15 |
| 3.3. Etapa 3: Validação de Hipóteses e Conclusões | 16 |
| 3.4. Etapa 4: Produção de Histórias em Quadrinhos (HQ) | 19 |
| 3.4.1. Produção das Ilustrações | 20 |
| 3.4.2. Montagem das HQ..... | 21 |
| 3.4.3. Apresentação das HQ e Avaliação | 22 |
| Referências Bibliográficas | 23 |
| Agradecimentos | 24 |

Introdução

4

O ensino da evolução das plantas enfrenta grandes desafios, não apenas pela complexidade dos conceitos envolvidos, mas também pela chamada "impercepção botânica", a tendência das pessoas em ignorar ou subestimar a importância das plantas no ambiente. Essa dificuldade em reconhecer o papel essencial dos vegetais para a vida na Terra compromete a compreensão dos processos evolutivos e a valorização da diversidade vegetal.

Nesse sentido, essa cartilha apresenta uma sequência didática estruturada em etapas práticas, com atividades que incentivam os alunos a investigar, questionar e construir explicações sobre os processos evolutivos vegetais. Cada etapa foi planejada para promover o protagonismo estudantil por meio de investigações guiadas, onde os alunos levantam hipóteses, analisam evidências e discutem suas conclusões de forma colaborativa.

Além disso, os professores encontrarão orientações detalhadas para cada atividade, sugestões de recursos complementares e estratégias para adaptar as propostas conforme as necessidades de suas turmas. A sequência didática inclui, por exemplo, a análise de fósseis fictícios para explorar adaptações vegetais, debates investigativos para discutir as hipóteses levantadas e a produção de histórias em quadrinhos (HQ) como forma de sistematizar os conhecimentos adquiridos de forma criativa.

A proposta busca integrar conceitos científicos de maneira dinâmica, interativa e acessível, permitindo que os professores abordem o tema da evolução das plantas de forma expressiva e alinhada ao ensino por investigação.

Esperamos que esta cartilha possa ser uma ferramenta prática para enriquecer as aulas de Biologia, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais instigante e eficaz.

Sequência Didática investigativa

5

O ensino por investigação é uma abordagem pedagógica que coloca o aluno no centro do processo de aprendizagem, incentivando-o a formular perguntas, levantar hipóteses, investigar evidências e construir explicações científicas com base em dados concretos. Essa metodologia busca desenvolver a autonomia intelectual, o pensamento crítico e a argumentação fundamentada, promovendo um aprendizado ativo e significativo, se diferenciando do ensino tradicional ao focar não apenas na transmissão de conteúdos, mas na construção ativa do conhecimento pelos próprios estudantes, permitindo que compreendam a ciência como um processo dinâmico e baseado em evidências (Carvalho, 2018; Carvalho et al., 2013; Sasseron, 2015; Smithenry, 2010; Tonidandel, 2013; National Research Council, 2000).

Uma sequência investigativa deve ser composta por atividades interligadas, que permitam aos alunos explorar conceitos científicos, desenvolver habilidades argumentativas e estabelecer conexões entre diferentes áreas do conhecimento. Com base nessa perspectiva, a sequência didática foi organizada em quatro etapas principais: observação, problematização e levantamento de hipóteses, validação de hipóteses e conclusões, e comunicação científica por meio da produção de histórias em quadrinhos (HQ). Essa estruturação busca promover uma progressão gradual na autonomia investigativa dos alunos, permitindo que avancem na formulação de perguntas, na análise de evidências e na construção de explicações científicas.

As HQ foram incorporadas como uma estratégia pedagógica inovadora, com o objetivo de facilitar a comunicação científica dos conceitos abordados. Essa ferramenta permite que os alunos sistematizem e organizem visualmente os conhecimentos adquiridos, tornando o aprendizado mais dinâmico, atrativo e significativo. Além disso, a produção de HQ oferece aos estudantes a oportunidade de aplicar a linguagem científica de forma prática, promovendo a alfabetização científica por meio de narrativas visuais que exploram as adaptações evolutivas das plantas de maneira criativa.

Etapa 1: Observação

6

A primeira etapa da sequência didática é intitulada "Observação" e tem como objetivo despertar a atenção dos alunos para as plantas enquanto seres vivos, mas dentro de uma abordagem ativa de investigação, na qual os estudantes são confrontados a expor os seus conhecimentos prévios e também incentivados a formular perguntas e elaborar inferências sobre as características vegetais observadas, ganhando embasamento para as atividades futuras. No ensino por investigação, a observação não se restringe à coleta passiva de informações, mas representa um momento essencial para a formulação de hipóteses e a problematização inicial do tema (Carvalho *et al.*, 2013). Nesse contexto, a etapa de observação será dividida em quatro temáticas principais: Temática 1.1 - As Plantas São Seres Vivos?; Temática 1.2 - Investigação Preliminar - O que eu sei sobre o reino vegetal?; Temática 1.3 - Sistematização do conhecimento e a Temática 1.3.3 - Aulas Expositivas e Participativas. A aplicação dessa última deve ser considerada com base no grau de defasagem da turma ao ensino de botânica.

Objetivo: Despertar a curiosidade dos alunos sobre as plantas como seres vivos, promovendo a observação, questionamento e levantamento de hipóteses. Identificar as concepções prévias dos estudantes sobre o reino vegetal.

Habilidade da BNCC:

(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

Duração: 19 aulas.

Temática 1.1 As Plantas São Seres Vivos?

7

Duração : 1 aula de 50 minutos

Objetivos Específicos:

Promover debates investigativos para explorar a percepção dos alunos sobre a vivacidade das plantas.

Recurso: Quadro branco e pincéis.

Desenvolvimento da Aula:

1. Abertura (25 minutos)

Atividade: Perguntar aos alunos: "As plantas são seres vivos?"

Propósito: Estimular a reflexão inicial sobre o tema.

Orientações:

Incentive respostas espontâneas sem julgamentos.

Registre no quadro as principais ideias levantadas pelos alunos.

2. Discussão em Grupo (25 minutos)

Atividade: Dividir a turma em grupos de 4 a 5 alunos.

Cada grupo deve discutir as perguntas:

"O que define um ser vivo?"

Propósito: Promover o debate e a troca de ideias.

Orientações:

Circule entre os grupos para incentivar a argumentação.

Anote as principais percepções levantadas.

Para ver
algumas
adaptações
para essa
temática
clique no link
ao lado



Temática 1.2

O Que Eu Sei Sobre o Reino Vegetal?

8

Duração: 2 aulas de 50 minutos

Objetivos Específicos:

- Levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os principais grupos vegetais, suas características e habitats.
- Estimular a sistematização de informações de forma organizada e comparativa.
- Promover a construção colaborativa do conhecimento, explorando as percepções dos alunos sobre a diversidade vegetal.

Recurso: Quadro branco e pincéis, fichas com perguntas orientadoras, folhas para preenchimento de tabelas comparativas, sala de informática caso haja necessidade dos alunos pesquisarem.

Desenvolvimento da Aula:

1. Abertura (25 minutos)

- **Atividade:** Dividir a turma em grupos de 3 a 4 alunos. Cada grupo recebe fichas com perguntas para discutir, como:

"Quais são os grupos representantes do reino vegetal?"

"Quais são as características de cada grupo?"

"Qual é o habitat principal de cada grupo?"

- **Orientações:**

Incentive respostas espontâneas fazendo com que os alunos exponham os seus conhecimentos prévios.

Peça para que eles destaquem as diferenças e semelhanças encontradas nos grupos.

2. Discussão em Grupo (75 minutos)

- **Atividade:**

Cada grupo deve preencher uma tabela comparativa com as seguintes colunas:

Grupo Vegetal | Características | Exemplos | Habitat

Os grupos devem discutir as respostas entre si, justificando suas escolhas.

- **Orientações:**

Circule entre os grupos para auxiliar nas dúvidas. Estimule os alunos a justificarem suas respostas com exemplos práticos.

Permita consultas rápidas em materiais impressos ou digitais, se necessário.

Para ver algumas adaptações para essa temática clique no link ao lado

RECURSO COMPLEMENTAR

Temática 1.3 Sistematização do Conhecimento

9

Duração: 2 aulas de 50 min

Objetivos Específicos:

- Promover a capacidade dos alunos de relacionar características dos grupos vegetais com seus habitats.
- Estimular a comunicação científica por meio da apresentação oral dos conceitos sistematizados.

Recurso: Tabelas comparativas previamente preenchidas pelos grupos.

Desenvolvimento da Aula:

1. Abertura (20 minutos)

- **Atividade:** Solicitar que cada grupo reveja suas tabelas comparativas preenchidas na subetapa anterior, identificando possíveis ajustes ou correções necessárias.
- **Orientações:**

Incentive os grupos a consultar os materiais impressos disponíveis para corrigir eventuais equívocos.

Destaque a importância de justificar as informações registradas na tabela com base em evidências.

2. Apresentação dos Grupos (80 minutos)

- **Atividade:** Cada grupo deve apresentar as informações sistematizadas na tabela no quadro, explicando as características e os habitats dos grupos vegetais.

Perguntas orientadoras para os grupos:

"Por que vocês acreditam que essas características são importantes para a sobrevivência das plantas?"

"Como essas características podem estar relacionadas ao ambiente onde vivem?"

- **Orientações:**

Incentive os demais grupos a fazerem perguntas ou comentários durante as apresentações.

Corrija de forma construtiva eventuais equívocos conceituais.

Reforce a importância de compreender as características adaptativas dos grupos vegetais para a próxima etapa da sequência didática.

Para ver
algumas
adaptações
para essa
essa temática
clique no link
ao lado

**RECURSO
COMPLEMENTAR**

Temática 1.3.1

Aula Expositiva Participativa

10



Essa subetapa deve ser aplicada apenas se a turma apresentar uma defasagem grande no ensino de Botânica, identificada por meio dos diagnósticos iniciais.

Duração: 8 aulas de 50 min - 02 aulas para cada grupo vegetal: Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas.

Objetivos Específicos:

- Reforçar conceitos básicos dos grupos vegetais, abordando características morfológicas, fisiológicas e aspectos reprodutivos.
- Nivelar conhecimentos essenciais em turmas com defasagem no ensino de Botânica.
- Preparar conceitualmente os alunos para investigarem os processos evolutivos nas etapas seguintes.

Recurso: Data show e slides específicos sobre cada grupo vegetal; quadro branco e pincéis.

Desenvolvimento da Aula:

1. Abertura (50 minutos por grupo vegetal)

- Atividade: Cada grupo busca dentro da escola um exemplar (ou imagem) que represente o grupo vegetal a ser estudado: Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas ou Angiospermas.
- Após, o professor seleciona uma característica da planta, como, por exemplo, os soros em pteridófitas, para que o aluno levante hipótese sobre ela e depois pesquise para validar a sua hipótese.

Orientações:

- Caso os alunos não encontrem representantes de todos os grupos vegetais, leve previamente alguns exemplares, mesmo que seja uma foto.
- Use os exemplares para introduzir visualmente os conteúdos abordados.

2. Exposição Participativa (50 minutos por grupo vegetal)

- Atividade: Apresentar slides com foco exclusivo nas estruturas vegetais, suas características e funções, evitando mencionar explicitamente os aspectos evolutivos, pois esses serão investigados pelos alunos nas etapas subsequentes.

Características morfológicas de raízes, caules, folhas, flores, frutos e sementes.

Aspectos reprodutivos: Diferenças principais da reprodução sexuada entre briófitas, pteridófitas e gimnospermas e angiospermas.

Destaque as funções específicas de cada estrutura sem relacioná-las diretamente ao processo evolutivo.

Orientações:

- Evite dar explicações evolutivas diretas nesta etapa.
- Durante a apresentação, pergunte sobre a função das estruturas, como:

"Para que serve a cutícula nas folhas?"

"Qual é a função da semente nas plantas?"

Para ver algumas adaptações para essa temática clique no link ao lado



Quando Utilizar a temática 1.3.1 Aula Expositiva Participativa

11

Como Identificar a Necessidade:

- 1 Aplicar um Questionário Diagnóstico

Sugere-se a aplicação de um breve questionário com perguntas sobre os principais grupos vegetais, suas características e processos reprodutivos. Isso ajuda a identificar as lacunas no conhecimento dos alunos.

- 2 Observar a Participação nos Debates

Durante as discussões nas subetapas anteriores, fique atento à dificuldade dos alunos em diferenciar os grupos vegetais ou explicar suas características. Dificuldades frequentes podem indicar a necessidade dessa etapa expositiva.

- 3 Analisar a Produção dos Alunos

Se as tabelas comparativas produzidas nas etapas anteriores apresentarem conceitos confusos ou incompletos, considere aplicar a aula expositiva para reforçar esses pontos.

Para ver algumas adaptações para essa temática clique no link ao lado



Etapa 2 Problematização e Levantamento de Hipóteses

12

A segunda etapa da sequência didática, intitulada "Problematização e Levantamento de Hipóteses", tem como objetivo ampliar a reflexão iniciada anteriormente, mas agora centrada na formulação ativa de perguntas e hipóteses sobre a evolução dos vegetais. Nessa fase, os estudantes são incentivados a questionar suas próprias percepções e elaborar hipóteses sobre como teria ocorrido o processo evolutivo das plantas a partir dos conhecimentos já sistematizados.

No ensino por investigação, segundo Carvalho (2018), a problematização é uma fase decisiva, pois permite que os alunos desenvolvam um pensamento mais crítico e fundamentado, indo além das observações iniciais para elaborar hipóteses consistentes. Assim, essa etapa se estruturou em duas subetapas principais: (2.1) "As plantas evoluem?" e (2.2) "Como se deu o processo evolutivo das plantas?".

Objetivos:

- Estimular a formulação de hipóteses sobre os processos evolutivos vegetais.
- Desenvolver o questionamento científico e a argumentação embasada em evidências.

Habilidades BNCC: EM13CNT203: Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

Total de aulas: 3 aulas de 50 minutos.

Temática 2.1

As plantas evoluem?

13

Duração: 1 aula de 50 minutos

Objetivo Específico:

- Levantar as concepções prévias dos alunos sobre o conceito de evolução aplicado às plantas.

Recurso: Quadro branco e pincéis fichas com perguntas investigativas.

Desenvolvimento da Aula:

1. Pergunta Inicial (10 minutos)

Pergunte aos alunos diretamente:

- "Vocês acham que as plantas evoluem? Por que?"
- Registre brevemente as respostas no quadro.

Orientações:

- Não corrija ou valide imediatamente as respostas; deixe a discussão aberta.

2. **Debate Investigativo em Grupos (25 minutos)**

Divida a turma em grupos e proponha questões como:

- "Como as plantas poderiam ter mudado ao longo do tempo?"
- "Quais fatores poderiam causar essas mudanças nas plantas?"
- "Vocês conseguem relacionar essas possíveis mudanças com o que já observaram anteriormente?"

Orientações:

- Incentive os alunos a discutirem livremente e formularem suas próprias hipóteses.

3. **Apresentação das Hipóteses e Sistematização (15 minutos)**

- Cada grupo expõe suas hipóteses à turma.
- Organize as hipóteses no quadro, destacando ideias principais.

Orientações:

Ao conduzir o debate, se necessário, utilize perguntas complementares que ajudem os alunos a resgatarem e conectarem suas concepções prévias com os conceitos básicos da evolução, sem antecipar conclusões definitivas.

**Temática 2.2 -
Como se deu o
processo evolutivo
das plantas?**

14

Duração: 2 aulas (50 min cada)

Objetivos Específicos:

Investigar hipóteses sobre a evolução das plantas com base em evidências.

Identificar adaptações evolutivas dos grupos vegetais para a colonização terrestre.

Estimular o desenvolvimento de argumentos científicos fundamentados nas observações realizadas.

Recurso: Figuras fósseis fictícias de briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas, caixa com terra, acesso breve à internet (opcional).

Desenvolvimento da Aula:

1. Introdução (15 min)

Explique que os alunos atuarão como paleobotânicos, analisando fósseis fictícios enterrados em uma caixa com terra, simulando um sítio paleontológico.

Destaque a importância da paleobotânica para entender adaptações evolutivas das plantas.

Orientações:

Relembre que as hipóteses levantadas anteriormente serão testadas nesta etapa.

Incentive os alunos a criarem suas próprias hipóteses.

2. Investigação Prática (50 min)

Atividade:

Prepare uma caixa com terra contendo figuras que representam fósseis fictícios dos principais grupos vegetais: Briófitas: Cutícula e estômatos, Pteridófitas: Vasos condutores lignificados, Gimnospermas: Sementes e tubo polínico, Angiospermas: Flores e frutos.

Divida a turma em pequenos grupos (4-5 alunos).

Os alunos encontram as figuras fósseis analisam novidades evolutivas e criam um modelo explicativo sobre como essas características surgiram e favoreceram a adaptação das plantas.

Orientações:

Reforce a importância de relacionar cada característica evolutiva ao grupo vegetal correspondente.

Se necessário, permita consultas rápidas a materiais produzidos pelos alunos ou pesquisas breves na internet.

3. Apresentação das Hipóteses (30 min)

Cada grupo apresenta seu modelo de evolução das plantas.

Promova um debate para que os alunos justifiquem como as estruturas analisadas favoreceram a sobrevivência das plantas.

Orientações:

Utilize dificuldades e erros como oportunidades para questionar e aprofundar conceitos.

Caso os alunos apresentem uma visão linear da evolução, esclareça que o processo evolutivo é ramificado.

Para ver
algumas
adaptações
para essa
temática
clique no link
ao lado

**RECURSO
COMPLEMENTAR**

Etapa 3: Validação de hipótese e conclusões

15

A terceira etapa da sequência didática, intitulada "Validação de Hipóteses e Conclusões", tem como objetivo principal incentivar os estudantes a confrontarem suas hipóteses sobre a evolução das plantas com evidências científicas, permitindo que aprimorem suas argumentações e compreendam mais profundamente os processos evolutivos vegetais. Nessa fase, os alunos são incentivados a revisar seus modelos evolutivos propostos anteriormente, confrontando suas concepções com informações obtidas por meio de pesquisas e discussões, identificando equívocos conceituais e ajustando suas interpretações com base em dados concretos.

Segundo Carvalho (2018), a validação de hipóteses é uma fase fundamental no ensino por investigação, pois permite que os estudantes não apenas confirmem ou refutem suas suposições, mas também desenvolvam uma compreensão mais sólida dos conceitos científicos a partir da análise de evidências.

Objetivos Específicos:

- Confrontar as hipóteses formuladas com evidências científicas para validar ou reformular as explicações propostas.
- Desenvolver a argumentação científica, fundamentada na análise crítica de dados.
- Compreender a evolução das plantas como um processo ramificado, não linear, pautado em adaptações específicas aos ambientes terrestres.

Habilidade da BNCC:

(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.

Duração: 03 aulas de 50 minutos

Etapa 3 Validação de hipótese e conclusões

16

Duração: 3 aulas (50 min cada)

Objetivos Específicos:

Incentivar os alunos a validarem suas hipóteses sobre a evolução vegetal com base em evidências científicas.

Estimular a argumentação e a reflexão crítica sobre os modelos evolutivos propostos pelos alunos.

Recurso: Internet (para consultas rápidas e validação das hipóteses); Modelos evolutivos produzidos na etapa anterior.

Desenvolvimento da Aula:

1. Retomada das Hipóteses (10 min)

Atividade:

Os alunos retomam seus modelos evolutivos anteriores e revisam suas hipóteses iniciais.

Orientações:

Explique que nessa etapa eles verificarão se suas hipóteses correspondem às evidências científicas.

2. Investigação Guiada (50 min)

Atividade:

Os alunos realizam uma pesquisa orientada para buscar evidências científicas que possam validar ou ajustar suas hipóteses.

Orientações:

Incentive estratégias eficazes de busca e consultas rápidas em *sites* científicos ou materiais escolares previamente produzidos.

Etapa 3 Validação de hipótese e conclusões - **Continuação**

17

Apresentação e Debate - 40 min

Atividade:

Cada grupo apresenta o modelo escolhido ou ajustado, justificando suas escolhas com evidências.

Promova um debate, incentivando que os alunos defendam suas ideias com argumentos baseados nas evidências levantadas.

Ao final das apresentações coloque a seguinte pergunta para os alunos "*Qual é a importância da colonização das plantas no ambiente terrestre?*"

Orientações:

Utilize dificuldades ou erros como oportunidades para questionar e aprofundar os conceitos evolutivos.

Incentive os alunos a estabelecerem suas conclusões.

4. Fechamento- 50 minutos

Após toda a discussão, apresente uma visão geral sobre a evolução das plantas, abordando conceitos nos quais os alunos mostraram maior dificuldade em assimilar, como também os aspectos fundamentais da sistemática filogenética, com destaque de interpretação de cladogramas.

Para ver
algumas
adaptações
para essa
temática
clique no link
ao lado



Etapa 4: Produção de histórias em quadrinhos - HQ

18

A quarta etapa da sequência didática, intitulada "Produção das Histórias em Quadrinhos (HQ)", tem como objetivo principal consolidar o aprendizado sobre a evolução das plantas por meio da expressão criativa e da comunicação científica. Nessa fase, os alunos são desafiados a sistematizar suas compreensões de forma autoral, transformando os conceitos trabalhados anteriormente em narrativas visuais acessíveis e coerentes para isso utilizarão as tecnologia digitais, o aplicativo de designer Canva® e a sua ferramenta "Mídia Mágica".

A produção de HQ representa uma ferramenta poderosa para a alfabetização científica, pois permite que os alunos mobilizem conhecimentos científicos para criar explicações que sejam ao mesmo tempo precisas e envolventes (Fioravante; Guarnica, 2019).

Objetivos específicos:

- Sistematizar e comunicar conhecimentos sobre a evolução das plantas por meio da produção de HQ.
- Desenvolver a argumentação científica e a alfabetização científica.
- Promover a criatividade e a autonomia dos alunos na organização dos conceitos evolutivos.

Habilidade da BNCC:

(EM13LP331) A Produzir textos para a divulgação do conhecimento e de resultados de levantamentos e pesquisas - texto monográfico, ensaio, artigo de divulgação científica, verbete de enciclopédia (colaborativa ou não), infográfico (estático ou animado), relato de experimento, relatório, relatório multimidiático de campo, reportagem científica, *podcast* ou *vlog* científico, apresentações orais, seminários, comunicações em mesas redondas, mapas dinâmicos etc. -, considerando o contexto de produção e utilizando os conhecimentos sobre os gêneros de divulgação científica, de forma a engajar-se em processos significativos de socialização e divulgação do conhecimento.

Duração: Duração: 16 aulas (50 min cada)

Etapa 4

Produção de histórias em quadrinhos - HQ

19

Objetivos Específicos:

- Sistematizar os conhecimentos sobre a evolução das plantas por meio da produção de HQs.
- Estimular a criatividade e a comunicação científica dos alunos.
- Desenvolver a argumentação científica ao relacionar adaptações evolutivas com os contextos ambientais.

Recurso: Aplicativo Canva®, ferramenta "Mídia Mágica"; Computadores com acesso à internet; Material impresso com conceitos evolutivos e exemplos de HQ científicas.

Introdução (15 min)

Atividade:

- Explique que os alunos produzirão histórias em quadrinhos para representar o processo evolutivo das plantas, conectando as adaptações evolutivas aos ambientes terrestres.
- Destaque a importância da comunicação científica para compartilhar conhecimentos de forma clara e atrativa.

Orientações:

- Relembre que os conceitos abordados nas etapas anteriores servirão como base para a construção das HQs.
- Evite dar exemplos prontos; incentive os alunos a criarem suas próprias histórias.

Planejamento do Enredo- 05 aulas de 50 minutos

Atividade:

- Divida a turma em grupos (4-5 alunos).
- Cada grupo deve definir: personagens, cenários, linha narrativa relacionada as adaptações evolutivas, como por exemplo cutícula, estômatos, sementes, flores e frutos, aos desafios enfrentados pelas plantas ao colonizar ambientes terrestres.
- Elaborem um roteiro básico, destacando as adaptações evolutivas de cada grupo vegetal.

Orientações:

- Incentive o uso de elementos narrativos - introdução, desenvolvimento e desfecho - para organizar as HQ.
- Sugira que anotem ideias principais para facilitar a organização das cenas.
- Reforce a importância de relacionar as adaptações evolutivas aos contextos ambientais de forma coerente.

Para ver algumas adaptações para essa temática clique no link ao lado



Etapa 4: Produção de histórias em quadrinhos

- HQ - Produção das Ilustrações

20

3. Produção das Ilustrações

Duração : 6 aulas de 50 min.

Atividade:

Apresentar um vídeo do Youtube com um tutorial de utilização do Midia Mágica no Canva®; <https://www.youtube.com/watch?v=tiWRCHGFnw4>

Utilizando a ferramenta "Mídia Mágica", os alunos criam personagens e cenários com base nos conceitos evolutivos discutidos.

Ajuste dos *prompts* para garantir que as ilustrações representem corretamente os personagens cenários idealizado na etapa anterior.

Orientações:

Sugira que os alunos testem diferentes descrições (*prompts*) para gerar ilustrações mais precisas.

Incentive a experimentação criativa, mantendo a precisão científica nas representações.

Reforce que os personagens devem representar de forma clara as adaptações evolutivas de cada grupo.

Para ver algumas adaptações para essa temática clique no link ao lado



Etapa 4: Produção de histórias em quadrinhos

- HQ - Montagem das HQ

21

4. Montagem das HQ

Duração: 4 aulas de 50 minutos

Atividade:

- Os grupos organizam as ilustrações em painéis sequenciais, criando diálogos que expliquem as adaptações evolutivas de maneira clara e coerente.

Painéis: Devem mostrar a progressão evolutiva dos grupos vegetais, destacando as adaptações.

Diálogos: Explicam a função das adaptações, como a cutícula para evitar a perda de água ou as sementes para facilitar a dispersão.

- Exploram balões de fala, legendas e elementos gráficos para enriquecer a narrativa.

Orientações:

- Reforce a importância de conectar as falas dos personagens aos conceitos evolutivos trabalhados.
- Sugira que utilizem elementos visuais (setas, infográficos simples) para explicar as relações entre as adaptações vegetais e os contextos ambientais.
- Incentive a coerência entre os diálogos e as ilustrações, garantindo clareza e fidelidade científica.
- Mostrar aos alunos as ferramentas do Canva® para a construção de suas histórias, como os *templates*, balões de conversa, onomatopeias, dentre outros.
- Após a produção das HQ peça para que os alunos as apresentem.

Etapa 4: Produção de histórias em quadrinho
- HQ- Apresentação das HQ e avaliação

22

Após a produção das HQ, peça para que os alunos as apresentem:

Apresentação Oral - 10 min por grupo:

Solicite que cada grupo explique sua HQ destacando:

- Adaptações evolutivas: Como foram representadas e sua importância para a sobrevivência das plantas.
- Conexão com o enredo: Como os personagens, cenários e diálogos se relacionam com os conceitos evolutivos.
- Processo criativo: Desafios enfrentados durante a construção das HQs.
- Perguntas para estimular:
"O que levou vocês a escolherem essas adaptações evolutivas?"
"Como os personagens refletem os desafios enfrentados pelas plantas?"

Avaliação

A avaliação será qualitativa, buscando compreender como os alunos assimilaram os conceitos evolutivos abordados na sequência didática, valorizando não apenas o domínio teórico, mas também a capacidade de argumentar, explicar e aplicar esses conceitos de forma coerente e clara. Essa abordagem permitirá identificar avanços individuais e coletivos, destacando tanto os pontos fortes quanto as dificuldades enfrentadas pelos alunos.

Referências Bibliográficas

- BIZZO, N. Darwin e o fim da adaptação perfeita dos seres vivos: a superação da visão teológica de Paley e o princípio da divergência. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 2, p. 287-296, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/abc1234/>. Acesso em: 6 mar. 2025.
- CARVALHO, A. M. P. de. Ensino de Ciências por Investigação—Condições para implementação em sala de aula (1o ed). Cengage Learning, 2013.
- CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 15 set. 2024.
- COSTA, A. L. Observação de estômatos. Plano de Intervenção. Universidade Federal do Pampa, 2015. Disponível em: <https://sites.unipampa.edu.br/pibid2014/files/2015/07/observacao-de-estomatos-alice-lemos-costa.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2025.
- NERY, M. J. S.; NERY, S. F. S. Breve história da evolução das plantas. Belém: EditAedi/UFPA, 2020. Disponível em: <https://livroaberto.ufpa.br/handle/prefix/909>. Acesso em: 6 mar. 2025.
- ROCHA, D. As "atividades práticas" para ensinar e aprender ciências em uma turma de educação de jovens, adultos e idosos. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Uberaba, Uberlândia, 2020. Disponível em: <https://dspace.uniube.br:8443/bitstream/123456789/1184/1/D%C3%A9bora%20Rocha.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2025.
- SANTOS, C. M. D.; CALOR, A. R. Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética - I. *Ciência & Ensino*, v. 1, n. 2, jun. 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/282153721_ENSINO_DE_BIOLOGIA_EVOLUTIVA_UTILIZANDO_A ESTRUTURA_CONCEITUAL_DA_SISTEMATICA_FILOGENETICA_-_I. Acesso em: 15 out. 2024.
- SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Revista Ensaio*. Belo Horizonte, v. 17 especial, p 49-67, nov 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq/?format=html&lang=pt#>. Acesso em: 24 ago. 2023.
- SMITHENRY, D. W. Integrating guided inquiry into a traditional chemistry curricular framework. *International Journal of Science Education*, v. 32, n. 13, p. 1689-1714, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/233273637_Integrating_Guided_Inquiry_into_a_Traditional_Chemistry_Curricular_Framework. Acesso em: 20 Fev. 2025.
- TONIDANDEL, S. M. R. Superando obstáculos no ensino e na aprendizagem da evolução biológica: o desenvolvimento da argumentação dos alunos no uso de dados como evidências da seleção natural numa sequência didática baseada em investigação. 2013. 342 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-18122014-100501/publico/SANDRA_MARIA_RUDELLA_TONIDANDEL_rev.pdf. Acesso em: 15 set. 2024.



Ao término dessa jornada investigativa, criativa e dinâmica, esperamos que os recursos sugeridos, os exemplos práticos e as orientações oferecidas nessa cartilha possam facilitar a aplicação da sequência didática em sala de aula, adaptando-se às diferentes realidades dos alunos. Desejamos que esta cartilha inspire novas práticas pedagógicas que tornem o ensino da evolução das plantas mais envolvente e acessível para os alunos, como forma de combater a impercepção botânica. Agradecemos por utilizar este material e esperamos que ele seja uma ferramenta útil no processo de ensino-aprendizagem.

Agradecimento: Mestrado Profissional ao Ensino de Biologia- PROFBIO UFJF - JF e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

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





**RECURSOS
COMPLEMENTARES
TEMÁTICA 1.1: AS PLANTAS
SÃO SERES VIVOS?**

Sugestão de Vídeo: Apresente vídeos curtos com plantas que chamem a atenção dos alunos no intuito de despertá-los para a pergunta a ser apresentada.

<https://www.youtube.com/watch?v=LjCzPp-MK48>

https://youtu.be/uS0003KBKDY?si=a_7WaFOae1auU-M1

Dica de Adaptação: Caso os alunos já mostrem um conhecimento prévio de que as plantas são seres vivos e compreendam sua importância para o meio ambiente, você pode aproveitar esse ponto de partida para aprofundar a investigação. Em vez de focar apenas na confirmação desse conhecimento, estimule-os a refletir sobre como as plantas realizam funções vitais, como trocas gasosas, reprodução e adaptação aos ambientes.

Sugestões de perguntas para aprofundar a investigação:

- "Além de serem seres vivos, como as plantas conseguem sobreviver em diferentes ambientes?"
- "Quais características permitem que algumas plantas cresçam em locais muito secos ou muito úmidos?"
- "Como as adaptações das plantas podem estar relacionadas à sua importância para os ecossistemas?"

Essas perguntas ajudarão a transformar o conhecimento prévio dos alunos em um ponto de partida para formular hipóteses mais complexas sobre as adaptações e os processos evolutivos das plantas.

Para acessar os vídeos
Clique no link abaixo.



Para conseguir acessar os vídeos, baixe
o arquivo pelo Chrome

**RECURSOS COMPLEMENTARES
PARA A TEMÁTICA 1.2:
INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR - O
QUE EU SEI SOBRE O REINO
VEGETAL?**

Sugestão de Recurso:

Caixa Misteriosa: Prepare uma "caixa misteriosa" com amostras de diferentes órgãos vegetais, tais como raízes, caules, folhas, flores, frutos e sementes, e peça aos alunos para descreverem o que sentem ao tocar e tentar identificá-los.

Sugestão de Recurso Avançado:

Atividade

- Proponha que os alunos utilizem um aplicativo gratuito, como Canva®, para construir um mapa conceitual coletivo sobre plantas.
- Divida a turma em pequenos grupos e atribua a cada grupo um tema específico relacionado às plantas, como fotossíntese, reprodução, adaptabilidade, trocas gasosas e vasos condutores.
- Cada grupo deve criar um ramo no mapa conceitual, adicionando termos-chave, definições e imagens relacionadas ao tema proposto.
- Incentive os alunos a usar setas e conectores para indicar as relações entre os conceitos, facilitando a compreensão das interações entre as diferentes partes da planta e suas funções.

Ao final, os grupos apresentam suas contribuições no aplicativo, e a turma discute as conexões estabelecidas, sugerindo melhorias e esclarecendo dúvidas.

Para acessar o App Canva®
Clique no link abaixo.



**RECURSOS
COMPLEMENTARES PARA
TEMÁTICA 1.3:
SISTEMATIZAÇÃO DO
CONHECIMENTO**

Sugestão de Recurso: "Entrevista Científica: Plantas sob os Holofotes"

Atividade:

Peça que os alunos se organizem em duplas, onde um será o "cientista especialista em botânica" e o outro será o "repórter". O repórter deve elaborar perguntas sobre as características das plantas, e o cientista deve responder com explicações claras e fundamentadas, utilizando termos científicos. Cada dupla apresenta a entrevista para a turma, promovendo a troca de informações de forma dinâmica.

Dica de Adaptação: Para turmas mais avançadas, peça para que os alunos apresentem um artigo científico com informações adicionais. Como fonte de pesquisa confiável, sugere-se o Google Acadêmico.

Para acessar o Google Acadêmico
Clique no link abaixo.



**RECURSOS COMPLEMENTARES
PARA TEMÁTICA 1.3.1: AULAS
EXPOSITIVAS E
PARTICIPATIVAS**

Caso a turma esteja em um estágio mais avançado no conteúdo e não precise aplicar as aulas expositivas, é possível optar por abordagens participativas e práticas. Abaixo, seguem algumas sugestões:

1. Observação de Estômatos

Materiais Necessários:

- Tesoura.
- Bisturi ou estilete (sob supervisão).
- Lâminas e lamínulas para microscopia.
- Folhas frescas de plantas.
- Conta-gotas com água (opcional).

Procedimento:

1. Coloque uma folha fresca sobre a lâmina.
2. Com um bisturi ou estilete, faça um corte superficial na folha para formar uma pequena fissura.
3. Aplique algumas gotas de água sobre a folha utilizando um conta-gotas.
4. Coloque a lamínula cuidadosamente sobre a folha para evitar bolhas de ar.
5. Leve a preparação ao microscópio óptico.

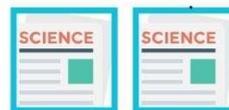
Referências Bibliográficas

COSTA, A. L. Observação de Estômatos. Plano de Intervenção. Universidade Federal do Pampa. Disponível em: <https://sites.unipampa.edu.br/pibid2014/files/2015/07/observacao-de-estomatos-alice-lemos-costa.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2025.

ROCHA, Débora. As "atividades práticas" para ensinar e aprender ciências em uma turma de educação de jovens, adultos e idosos. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação: Formação Docente para a Educação Básica) — Universidade de Uberaba, Uberlândia, MG, 2020. Disponível em:

<https://dspace.uniube.br:8443/bitstream/123456789/1184/1/D%C3%A9bora%20Rocha.pdf>
Acesso em: 9 mar. 2025.

Para acessar os artigos
Clique no link abaixo.



Clique aqui e
acesse o
questionário
editável



Questionário Diagnóstico

Principais Grupos Vegetais, Características e Processos Reprodutivos

Nome: _____ Data: _____

Turma: _____

Instruções: Assinale a alternativa correta para cada questão.

1. Sobre os briófitas, é correto afirmar que:
 - a) Possuem vasos condutores de seiva e sementes.
 - b) São plantas avasculares que dependem da água para a reprodução.
 - c) Apresentam flores e frutos.
 - d) Produzem sementes envolvidas por frutos.
2. As pteridófitas se diferenciam dos briófitas por:
 - a) Apresentarem sementes protegidas por frutos.
 - b) Terem vasos condutores, mas não produzirem sementes.
 - c) Produzirem flores para reprodução.
 - d) Serem totalmente aquáticas.
3. As gimnospermas se destacam dos outros grupos vegetais por:
 - a) Produzirem flores e frutos.
 - b) Não dependerem de água para a reprodução e produzirem sementes nuas.
 - c) Serem avasculares.
 - d) Produzirem sementes envolvidas por frutos.
4. Qual das alternativas descreve corretamente as angiospermas?
 - a) Plantas que possuem sementes nuas.
 - b) Não possuem vasos condutores de seiva.
 - c) Produzem flores e frutos para proteger as sementes.
 - d) Reproduzem-se exclusivamente por esporos.
5. Sobre o processo reprodutivo das briófitas, assinale a alternativa correta:
 - a) O esporófito é a fase dominante.
 - b) A reprodução ocorre sem a presença de água.
 - c) O gametófito é a fase dominante.
 - d) Possuem sementes para dispersão.
6. A presença de vasos condutores é uma característica de:
 - a) Briófitas e pteridófitas.
 - b) Pteridófitas, gimnospermas e angiospermas.
 - c) Apenas gimnospermas e angiospermas.
 - d) Todos os grupos vegetais.
7. As sementes nuas são típicas de:
 - a) Briófitas.
 - b) Pteridófitas.
 - c) Gimnospermas.
 - d) Angiospermas.
8. A função dos frutos nas angiospermas está relacionada a:
 - a) Proteção e dispersão das sementes.
 - b) Realização da fotossíntese.
 - c) Absorção de nutrientes.
 - d) Formação de esporos.
9. A estrutura responsável pela reprodução sexuada nas angiospermas é:
 - a) Esporos.
 - b) Frutos.
 - c) Flores.
 - d) Raízes.
10. A presença de lignina nos vasos condutores das plantas tem como função principal:
 - a) Realizar fotossíntese.
 - b) Dar suporte e transporte eficiente de seiva.
 - c) Produzir frutos.
 - d) Facilitar a reprodução sexuada.

**RECURSOS
COMPLEMENTARES PARA A
ETAPA 2: PROBLEMATIZAÇÃO
e LEVANTAMENTO DE
HIPÓTESES**

Nesta seção, você encontrará uma seleção de recursos complementares especialmente desenvolvidos para enriquecer a etapa de "Problematização e Levantamento de Hipóteses" da sequência didática investigativa. O objetivo é proporcionar aos professores materiais diversificados, dicas práticas de adaptação e sugestões de atividades que amplie o entendimento do estudantes aos conceitos de evolução.

Os materiais apresentados aqui foram organizados em torno das duas subetapas principais desta fase: (2.1) "As plantas evoluem?" e (2.2) "Como se deu o processo evolutivo das plantas?". Cada subetapa conta com recursos específicos, tais como as figuras fósseis utilizadas na etapa 2.1, atividades interativas, leituras sugeridas e orientações para adaptar a abordagem conforme o nível de familiaridade dos alunos com os conceitos evolutivos.

**RECURSOS COMPLEMENTARES
PARA TEMÁTICA 2.2: "COMO SE
DEU O PROCESSO EVOLUTIVO DAS
PLANTAS?"-**

Para turmas com dificuldade para entender a seleção natural e com persistência na evolução teleológica, Bizzo (2007) sugere que a realização de debates e atividades investigativas que explorem casos concretos de adaptações imperfeitas pode favorecer uma compreensão mais realista dos processos evolutivos, como na atividade abaixo.

Simulação: "A Dilema das Sementes Voadoras"

Objetivo: Explorar a manutenção de características imperfeitas em plantas.

Desenvolvimento:

- Realize uma simulação com diferentes tipos de sementes, com e sem estruturas para dispersão pelo vento.
- Cenários para explorar:

Ambientes ventosos: Sementes com *pappus*, haste presa a um tufo de 100 filamentos, que conseguem percorrer longas distâncias antes de caírem no chão, tais como o dente-de-leão, possuem vantagem.

Ambientes fechados: Essas mesmas sementes possuem menor chance de germinar perto da planta-mãe.

- Discussão: Leve os alunos a refletirem sobre a manutenção de características imperfeitas pela ausência de pressões seletivas suficientes para eliminá-las.

1. Debate: "As Plantas são Perfeitas?"

Objetivo: Desconstruir a visão teleológica da evolução em plantas.

Desenvolvimento:

- Divida a turma em dois grupos:

Grupo 1: Defende que adaptações das plantas são perfeitas.

Grupo 2: Argumenta que as adaptações são imperfeitas e fruto das pressões ambientais.

- Exemplos para discussão:

Espinhos em Cactos: Protegem contra herbívoros, mas reduzem a área foliar, e possuem metabolismo CAM, que permite a fotossíntese com menor perda de água mas com maior gasto de energia.

Folhas largas em plantas de sub-bosque:

Facilitam a captação de luz em ambientes sombreados, mas aumentam a perda de água por transpiração.

Para ter acesso ao artigo de
Bizzo (2007)
Clique no link abaixo.



Clique aqui para
acessar as
figuras fósseis de
plantas para
impressão



Vasos condutores
com lignina



Vasos condutores
com lignina



Vasos condutores
com lignina



Tubo polínico
Semente



Tubo polínico
Semente



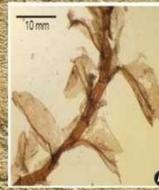
Tubo polínico
Semente



Cutícula e
estômatos



Cutícula e
estômatos



Cutícula e
estômatos



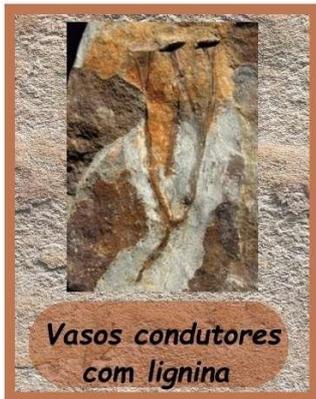
Fruto



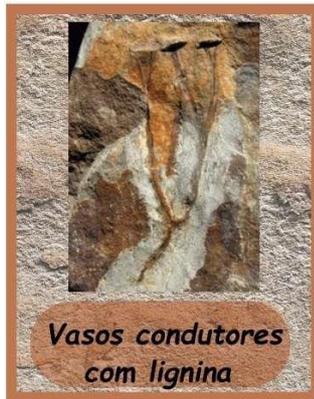
Fruto



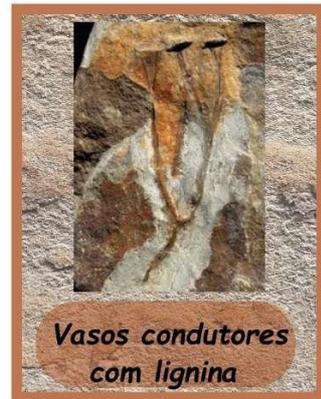
Fruto



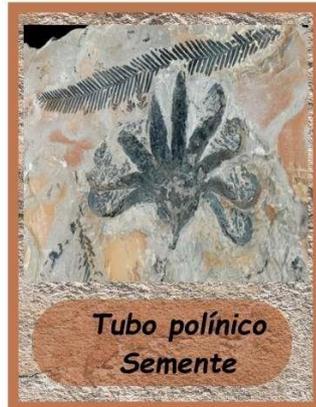
Vasos condutores
com lignina



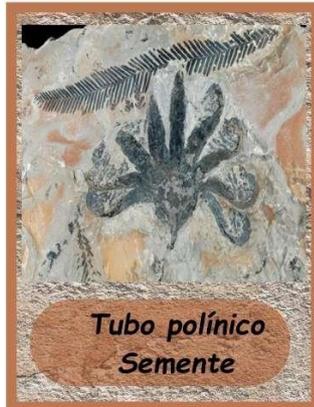
Vasos condutores
com lignina



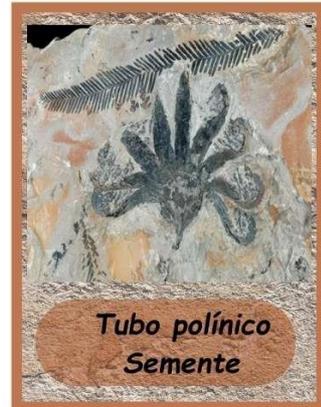
Vasos condutores
com lignina



Tubo polínico
Semente



Tubo polínico
Semente



Tubo polínico
Semente



Cutícula e
estômatos



Cutícula e
estômatos



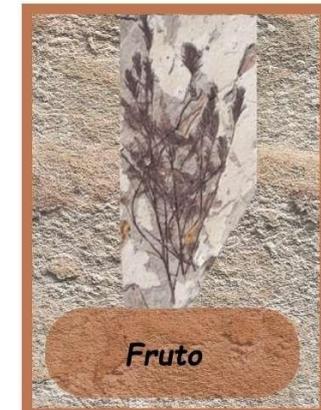
Cutícula e
estômatos



Fruto



Fruto



Fruto

**RECURSOS COMPLEMENTARES
PARA ETAPA 3: VALIDAÇÃO DE
HIPÓTESE e conclusões**

Nesta seção, você encontrará uma seleção de recursos complementares especialmente elaborados para enriquecer a etapa de "Validação de Hipóteses e Conclusões" da sequência didática investigativa. O objetivo é proporcionar aos professores materiais diversificados, sugestões práticas e estratégias de ensino que auxiliem os estudantes a confrontarem suas hipóteses sobre a evolução das plantas com evidências científicas concretas. Esses recursos foram organizados para facilitar a análise crítica dos dados, a identificação de equívocos conceituais e o aprimoramento das argumentações.

**RECURSOS COMPLEMENTARES
PARA ETAPA 3: VALIDAÇÃO DE
HIPÓTESE e conclusões**

Caso seja identificado que a turma apresenta deficiência no entendimento dos aspectos filogenéticos da evolução, o artigo "Ensino de Biologia Evolutiva Utilizando a Estrutura Conceitual da Sistemática Filogenética" de Santos e Calor (2007) propõe a utilização da sistemática filogenética como ferramenta central no ensino de biologia evolutiva.

A seguir, destacam-se algumas dicas práticas extraídas do artigo para o estudo de filogenia.

1. Utilização de Cladogramas como Ferramenta Didática:

Incentivar os alunos a construir e interpretar cladogramas, permitindo-lhes visualizar as relações de parentesco entre diferentes organismos e compreender a árvore da vida de forma ramificada, em vez de linear.

2. Ênfase no Conceito de Grupos Monofiléticos:

Destacar a importância de identificar grupos monofiléticos (ou clados), que incluem um ancestral comum e todos os seus descendentes, para uma classificação biológica que reflita a história evolutiva real dos organismos.

3. Desenvolvimento do Pensamento Evolutivo:

Promover atividades que estimulem o pensamento evolutivo nos alunos, como a análise de características compartilhadas e derivadas entre espécies, reforçando a compreensão da evolução como um processo dinâmico e contínuo.

4. Integração de Diferentes Áreas da Biologia:

Utilizar a filogenia como eixo integrador para conectar conteúdos de diversas áreas da biologia, como genética, ecologia e anatomia comparada, proporcionando uma visão holística e contextualizada da disciplina.

5. Abordagem Crítica de Conceitos Equivocados:

Identificar e corrigir concepções errôneas comuns, como a ideia de progresso na evolução ou a existência de espécies "superiores" e "inferiores", utilizando a sistemática filogenética para esclarecer essas questões.

Para ter acesso ao artigo de
Santos e Calor (2007)
Clique no link abaixo



**RECURSOS COMPLEMENTARES
PARA ETAPA 4: PRODUÇÃO DE
HISTÓRIAS EM QUADRINHOS-
INTRODUÇÃO**

Recurso Complementar: Guia para Produção de HQ

Para auxiliar os professores no processo de orientação dos alunos na produção de Histórias em Quadrinhos (HQ) sobre a evolução das plantas, sugerimos a utilização do livro "Breve História da Evolução". Esta obra não apenas aborda conceitos evolutivos de forma didática, mas também oferece um excelente exemplo de narrativa visual, facilitando a compreensão dos elementos necessários para a construção de HQ científicas.

<https://drive.google.com/file/d/1uC1bwmEvqsanrfWBsEW-vvNuJZxUIMTa/view?usp=sharing>

Recurso Complementar: Artigo sobre Técnicas para Produção de Histórias em Quadrinhos (HQ)

Para auxiliar os professores a orientarem seus alunos nas questões técnicas envolvidas na produção de HQ, sugerimos a leitura do artigo disponível no link abaixo. O material aborda detalhadamente aspectos como a organização dos quadros, inserção de balões de fala, escolha de personagens e narrativa visual, oferecendo dicas práticas para aprimorar a construção das histórias.

<https://drive.google.com/file/d/1mgBCXCGrkghRumf4Ruy9E89bUCVQAMLC/view?usp=sharing>

Para ter acesso aos livros
Clique no link abaixo.



**RECURSOS COMPLEMENTARES
PARA ETAPA 4: PRODUÇÃO DE
HISTÓRIAS EM QUADRINHOS-
ILUSTRAÇÕES**

Sugestões para Implementar uma Abordagem Híbrida: Tecnologias Digitais + Desenho Manual

1. Inicie com Esboços Manuais:

Objetivo: Facilitar a compreensão dos conceitos evolutivos antes de utilizar ferramentas digitais.

Atividades

Peça aos alunos que façam esboços manuais das plantas representando características evolutivas, como estômatos, vasos condutores, sementes e flores.

Use papel milimetrado, sulfite ou imprima os *templates* de quadrinho do Canva® e materiais simples (lápiz, canetas coloridas, lápis de cor)

Orientação:

Desenhar passo a passo, explicando verbalmente cada adaptação evolutiva.

2. Transição para o Digital: Canva® + Desenhos escaneados:

Objetivo: Aproveitar os desenhos manuais adaptando-os para plataformas digitais.

Atividades:

Solicite que os alunos fotografem ou escaneiem seus desenhos manuais.

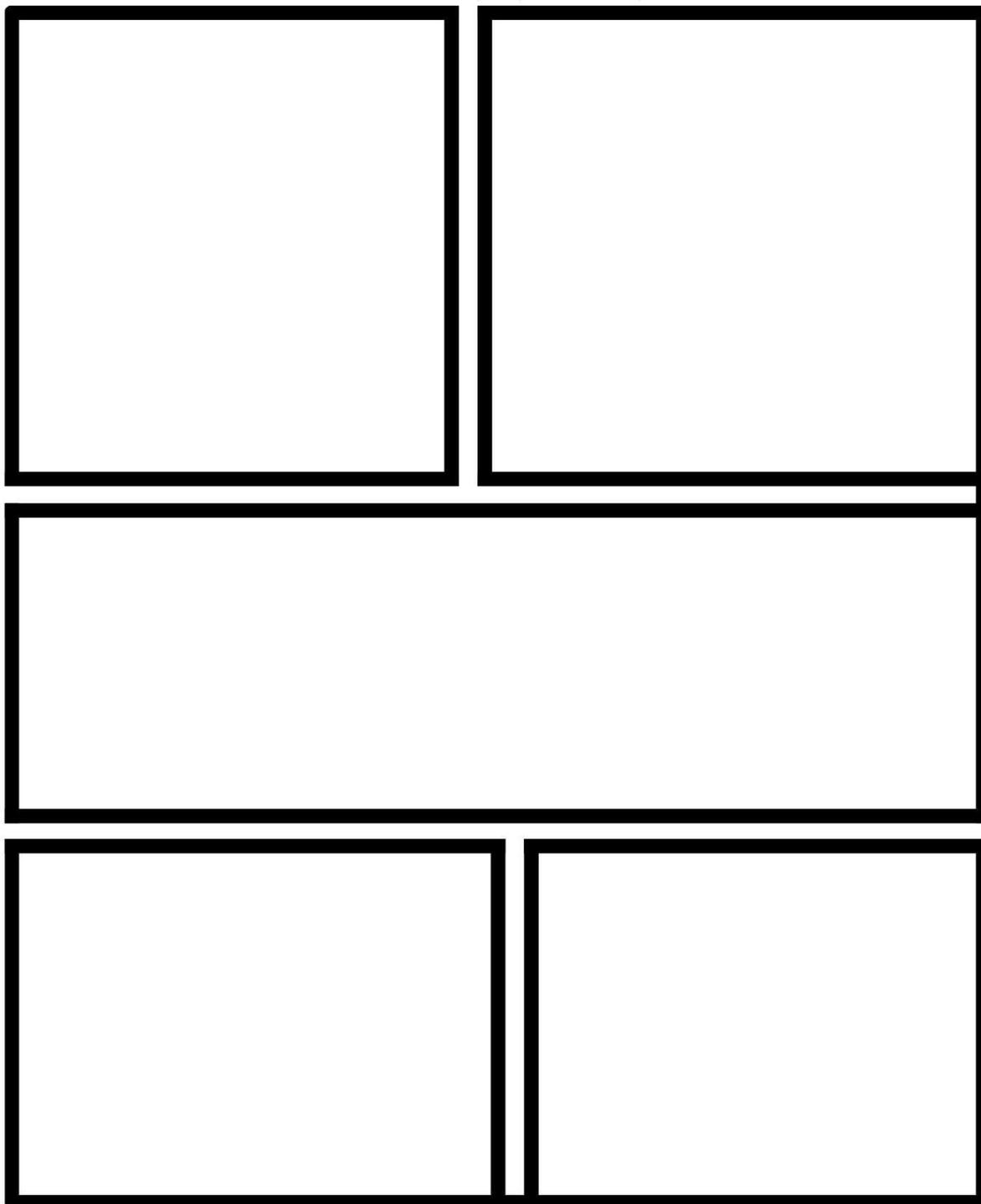
No Canva®, clique em "Uploads" e envie os desenhos.

Use elementos digitais (balões de fala, efeitos e legendas) para enriquecer as HQ.

Combine personagens desenhados manualmente com ferramentas como a "Mídia Mágica" do Canva® para criar cenários ou detalhes adicionais.

Benefício: Mantém a originalidade dos desenhos e facilita o uso de tecnologia de forma gradual.

Templates de quadrinhos para que os alunos desenhem manualmente.



**RECURSOS COMPLEMENTARES
PARA ETAPA 4: PRODUÇÃO DE
HISTÓRIAS EM QUADRINHOS-
ILUSTRAÇÕES**

Recurso Complementar: Tutorial - Como Utilizar o Canva® para Produzir Histórias em Quadrinhos (HQ)

Para facilitar a produção das HQ sobre a evolução das plantas, sugerimos o tutorial em vídeo que ensina, de forma prática, como utilizar o Canva® para criar histórias em quadrinhos. O vídeo aborda desde a escolha de *templates* até a inserção de balões de fala, personagens e cenários, explicando como organizar os quadros e adicionar efeitos visuais.

<https://youtu.be/g2RSRe1gIDc?si=D8UklbpvXLadPOMZ>

Vídeo de como utilizar o Mídia Mágica no Canva®, mostrando como criar os *prompt* e a fidelização dos personagens, entre outras abordagens.

<https://youtu.be/tiWRCHGFnw4?si=qbcdI5jQoEZhja7R>

Para acessar os vídeos
Clique no link abaixo



Para conseguir acessar os vídeos, baixe
pelo Chrome.

APÊNDICE- B -Termo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido- Dos responsáveis e dos alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO/RESPONSÁVEIS

O menor de idade _____, sob sua responsabilidade, está sendo convidado (a) como voluntário(a) a participar da pesquisa "Plantas em quadrinhos: Uma perspectiva metodológica para compreensão dos processos evolutivos. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é aprimorar e facilitar o aprendizado no ensino de botânica, no que diz respeito à evolução das plantas, utilizando métodos criativos e investigativos, como as histórias em quadrinhos, para tornar o aprendizado mais envolvente e eficaz. Temos como um dos objetivos entender como formas ativas de ensino podem contribuir para o aprendizado do aluno. Caso concorde com a participação do menor de idade sob sua responsabilidade, vamos realizar as seguintes atividades com ele: Atividade de aprendizagem sobre as plantas e os seus processos evolutivos por meio de aulas expositivas e interativas; Atividades práticas para desenvolver ideias e roteiros de histórias em quadrinhos sobre a evolução das plantas; Atividades com a utilização de aplicativos online, como o Pixton e o Canva, para criar e ilustrar as histórias em quadrinhos; Atividade de apresentação e discussão das histórias criadas. Esta pesquisa tem alguns riscos mínimos: 1. Riscos físicos mínimos: Possível desconforto físico devido ao tempo prolongado em frente ao computador durante as pesquisas e criação das histórias em quadrinhos. Medidas de prevenção incluem garantir que os alunos tenham pausas regulares durante o uso do computador para evitar fadiga ocular e desconforto físico. Em caso de ocorrência, ofereceremos pausas adicionais durante as atividades no computador. 2. Riscos psicológicos mínimos: Frustração ou estresse caso os alunos encontrem dificuldades nas atividades propostas. Medidas de prevenção incluem a criação de um ambiente de aprendizado acolhedor e de apoio, onde os alunos se sintam confortáveis para expressar dúvidas e dificuldades. Em caso de ocorrência, ofereceremos apoio emocional. Ansiedade ou pressão por desempenho durante as apresentações dos modelos evolutivos. Medidas de prevenção incluem fornecer apoio construtivo e encorajar uma abordagem colaborativa e sem julgamentos durante as apresentações. Em caso de ocorrência, a atividade será ajustada para reduzir a pressão. Discriminação ou exclusão social: o aluno que optar por não participar da pesquisa pode ser alvo de discriminação ou exclusão pelos outros alunos participantes, ou sentir-se pressionado a participar para evitar ser tratado de forma diferente. Medidas de prevenção incluem a realização de sessões de orientação para todos os alunos, explicando a importância do respeito às escolhas individuais e garantindo que todos entendam que a participação é voluntária e não afetará o relacionamento com os colegas ou professores, além de manter a decisão de participação confidencial. Em caso de ocorrência, o professor deve intervir imediatamente para resolver a situação e oferecer apoio emocional e psicológico ao aluno discriminado, garantindo que ele se sinta seguro e valorizado no ambiente escolar. 3. Riscos de confidencialidade mínimos: As HQs produzidas pelos alunos podem conter informações que os identifiquem, comprometendo seu anonimato. Medidas de prevenção incluem a implementação de um sistema de codificação, onde cada aluno recebe um código único em vez de utilizar seu nome real. As HQs serão identificadas apenas por esses códigos. Durante as apresentações e a análise das HQs, informações pessoais dos alunos podem ser divulgadas involuntariamente. Medidas de prevenção incluem instruir os alunos a evitar incluir informações pessoais nas HQs e revisar o conteúdo antes de qualquer apresentação ou publicação para garantir que não haja dados pessoais expostos. Dados e materiais da pesquisa podem ser acessados por pessoas não autorizadas. Medidas de prevenção incluem a armazenagem de todos os dados e materiais em um local seguro e protegido por senha, acessível apenas ao pesquisador e às pessoas diretamente envolvidas na pesquisa. Em caso de alguma violação da confidencialidade, as seguintes providências serão tomadas: notificar imediatamente os alunos afetados e seus responsáveis, conduzir uma investigação para identificar a causa da violação e tomar as medidas corretivas necessárias para evitar futuras ocorrências, além de disponibilizar apoio psicológico aos alunos afetados, se necessário, e para lidar com quaisquer consequências emocionais decorrentes da violação da confidencialidade. A execução das histórias em quadrinhos pelos alunos, com a temática da evolução das plantas, se dará por meio de aplicativos digitais que permitem a criação e customização de histórias em quadrinhos, utilizando também a inteligência artificial. Tais instrumentos são ferramentas que podem despertar o interesse dos alunos e motivá-los na participação da pesquisa. Todos os dados coletados serão tratados de forma confidencial, garantindo o total anonimato dos participantes. Eles serão utilizados somente para os fins previstos no protocolo de pesquisa. Os pesquisadores comprometem-se a estar vigilantes em relação a esses riscos e assumem total responsabilidade por esta questão, bem como garantir o direito do aluno de interromper a participação na pesquisa a qualquer momento. Você não é obrigado(a) a consentir com a participação do menor de idade, mas, se o fizer, ele poderá desenvolver o pensamento crítico, a resolução de problemas, a criatividade e o desenvolvimento do pensamento científico, habilidades importantes para a formação de um cidadão crítico em relação ao meio em que vive. Para participar desta pesquisa, o menor sob sua responsabilidade e você não terão, nem receberão, qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se o menor tiver algum dano por causa das atividades que realizarmos com ele nesta pesquisa, ele terá direito a buscar indenização. Ele terá todas as informações que desejar sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a fazê-lo. Você, como responsável pelo menor de idade, poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dele a qualquer momento. Mesmo que agora você deseje deixá-lo participar, poderá desistir e interromper a participação a qualquer momento. A participação dele é voluntária, e o fato de não deixá-lo participar não trará qualquer penalidade ou mudança na forma como ele é atendido. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O nome ou qualquer material que indique a participação do menor não será liberado sem a sua permissão. O menor não será identificado em nenhuma publicação. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo à legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos. Declaro que concordo em deixá-lo participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Varre-Sai, ____ de _____ de 20 ____.

Assinatura do (a) Responsável

Assinatura do (a) pesquisador (a)



TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Venho convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa "Plantas em quadrinhos: Uma perspectiva metodológica para compreensão dos processos evolutivos". O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é melhorar o seu aprendizado no ensino de botânica, principalmente em evolução vegetal, utilizando métodos criativos, como as histórias em quadrinhos, para tornar o aprendizado mais envolvente e eficaz. Caso concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades com você: vamos realizar as seguintes atividades com você: Atividade de aprendizagem sobre as plantas e os seus processos evolutivos por meio de aulas expositivas e interativas; Atividades práticas para desenvolver ideias e roteiros de histórias em quadrinhos sobre a evolução das plantas; Atividades com a utilização de aplicativos online, como o Pixton e o Canva, para criar e ilustrar as histórias em quadrinhos; Atividade de apresentação e discussão das histórias criadas. Esta pesquisa tem alguns riscos mínimos: 1. Riscos físicos mínimos: Possível desconforto físico devido ao tempo prolongado em frente ao computador durante as pesquisas e criação das histórias em quadrinhos. Medidas de prevenção incluem garantir que você tenha pausas regulares durante o uso do computador para evitar fadiga ocular e desconforto físico. Em caso de ocorrência, ofereceremos pausas adicionais durante as atividades no computador. 2. Riscos psicológicos mínimos: Frustração ou estresse caso você encontre dificuldades nas atividades propostas. Medidas de prevenção incluem a criação de um ambiente de aprendizado acolhedor e de apoio, onde você se sinta confortável para expressar dúvidas e dificuldades. Em caso de ocorrência, ofereceremos apoio emocional. Ansiedade ou pressão por desempenho durante as apresentações dos modelos evolutivos. Medidas de prevenção incluem fornecer apoio construtivo e encorajar uma abordagem colaborativa e sem julgamentos durante as apresentações. Em caso de ocorrência, a atividade será ajustada para reduzir a pressão. Discriminação ou exclusão social: o aluno que optar por não participar da pesquisa pode ser alvo de discriminação ou exclusão pelos outros alunos participantes, ou sentir-se pressionado a participar para evitar ser tratado de forma diferente. Medidas de prevenção incluem a realização de sessões de orientação para todos os alunos, explicando a importância do respeito às escolhas individuais e garantindo que todos entendam que a participação é voluntária e não afetará o relacionamento com os colegas ou professores, além de manter a decisão de participação confidencial. Em caso de ocorrência, o professor deve intervir imediatamente para resolver a situação e oferecer apoio emocional e psicológico ao aluno discriminado, garantindo que ele se sinta seguro e valorizado no ambiente escolar. 3. Riscos de confidencialidade mínimos: As HQs produzidas podem conter informações que o identifique, comprometendo seu anonimato. Medidas de prevenção incluem a implementação de um sistema de codificação, onde cada aluno recebe um código único em vez de utilizar seu nome real. As HQs serão identificadas apenas por esses códigos. Durante as apresentações e a análise das HQs, informações pessoais suas podem ser divulgadas involuntariamente. Medidas de prevenção incluem te instruir a evitar incluir informações pessoais nas HQs e revisar o conteúdo antes de qualquer apresentação ou publicação para garantir que não haja dados pessoais expostos. Dados e materiais da pesquisa podem ser acessados por pessoas não autorizadas. A execução das histórias em quadrinhos por você, com a temática da evolução das plantas, se dará por meio de aplicativos digitais que permitem a criação de histórias em quadrinhos, utilizando também a inteligência artificial. Tais instrumentos são ferramentas que podem despertar o interesse dos alunos e motivá-los na participação da pesquisa. Todos os dados abstraídos serão abordados de forma confidencial, nos quais os participantes terão total anonimato. Eles serão utilizados somente para os fins previstos no protocolo de pesquisa. Os pesquisadores comprometem-se a estar vigilantes em relação a esses riscos e assumem total responsabilidade por esta questão, bem como em garantir o direito do aluno de interromper a participação na pesquisa a qualquer momento. A pesquisa pode melhorar o processo de ensino e aprendizagem relacionados à evolução das plantas, o deixando mais envolvente e significativo. Pode gerar o desenvolvimento do seu pensamento analítico e inovador em relação aos desafios e soluções da sua aprendizagem e a história em quadrinhos produzida servirá como uma ferramenta para fomentar a compreensão dos processos evolutivos das plantas. Para participar desta pesquisa, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causadas atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a buscar indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar ou desistir a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você.

Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos com para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Varre-Sai, ____ de _____ de 20 ____.

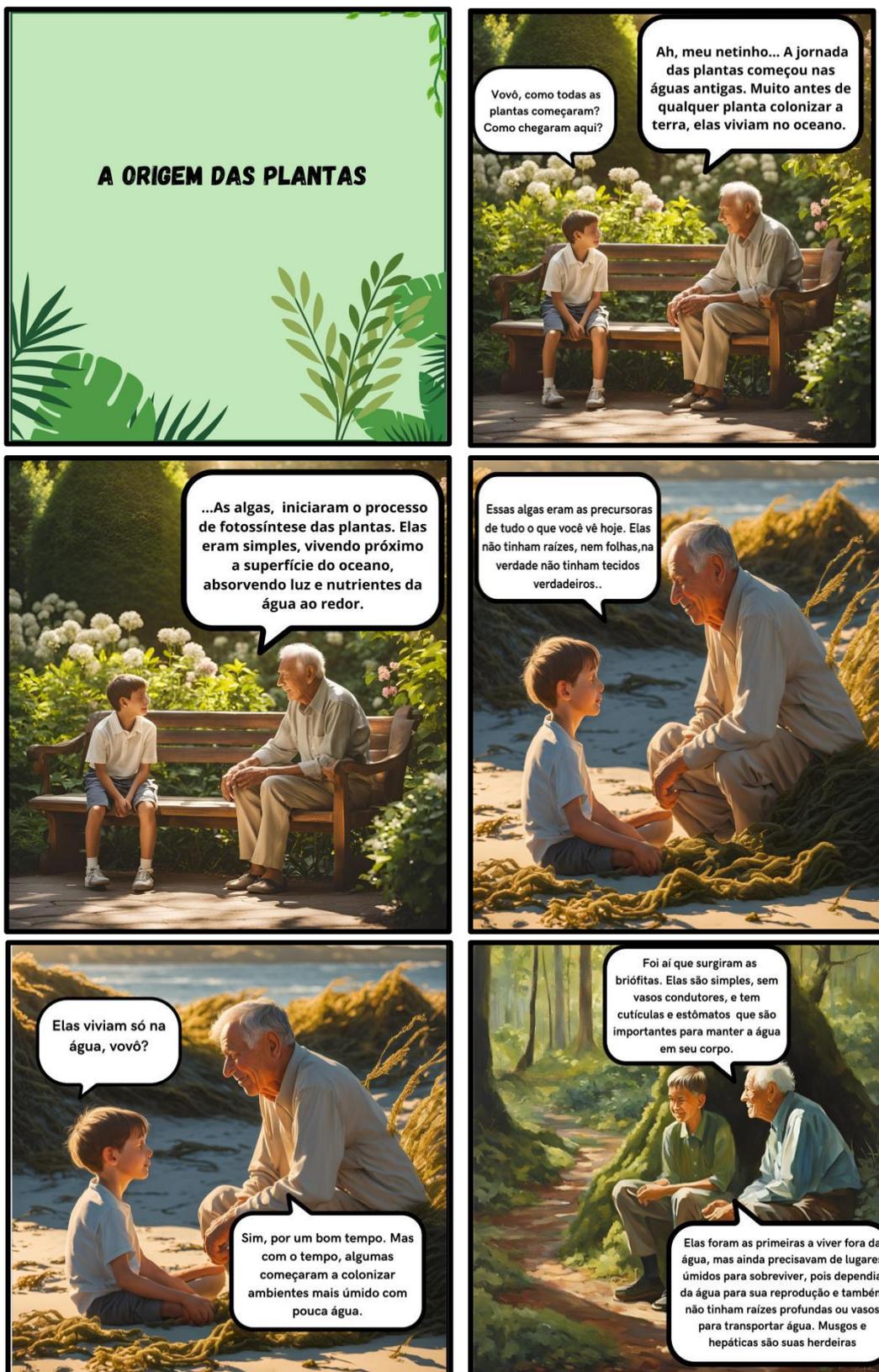
Assinatura do (a) menor

Assinatura do (a) pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Pamela Queiroz da Silva
Campus Universitário da UFJF
Faculdade/Departamento/Instituto: Instituto de Ciências Biológicas
CEP: 36036-900
Fone: (32) 99123-3540
E-mail: 07531322650@estudante.ufjf.br

ANEXO- A – HQ1, HQ2, HQ3, HQ4, HQ5 produzidas pelos alunos do Colégio CIEP
Marlene Abib de Oliveira da turma 1º ano do curso de tempo integral.

HQ1- Produzida pelos alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri





HQ2 Produzida pelos alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri



HQ3- Produzida pelos alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri

O Processo evolutivo das plantas.

Olá, eu sou a plantinha evolutiva! Ao longo de milhões de anos, passei por mudanças que me permitiu eu e minhas parentes sobreviver em diferentes ambientes.

E hoje nós vamos contar para vocês como essa jornada começou.

Vamos viajar juntos nessa história de resistência, adaptação e evolução!

Oi, pessoal! Eu sou a alguinha, uma alga verde e estou aqui para mostrar como somos incríveis!

Incríveis? Como assim?

Existem algas de todos os tipos e cores! Desde as verdinhas até as vermelhas e marrons!

Claro, somos super importantes! Produzimos oxigênio e servimos de abrigo para muitos peixinhos.

Somos organismos fotossintetizantes que têm existido na Terra por bilhões de anos.

As evidências mais antigas nossa datam de cerca de 1,6 bilhões de anos. No entanto, a primeira forma de vida fotossintetizante na Terra foram as cianobactérias, que surgiram ainda mais cedo, há cerca de 3,5 bilhões de anos.

Nós, as algas verdes desempenhamos um papel crucial no processo evolutivo das plantas... pois somos ancestrais das primeiras plantas terrestres, representadas pelas briófitas.

Viu só, não fale que somos incríveis.

Nós somos briófitas, uma planta bem pequenininha e cheia de segredos!

Nós, briófitas, não temos vasos condutores como as plantas maiores, então adoramos lugares bem úmidos.

Ao invés de sementes, nós nos reproduzimos com esporos, que são levados pelo vento.

Apesar de pequeninas, ajudamos a manter a umidade e proteger o solo da erosão. Somos essenciais para o equilíbrio da natureza.

Nós somos plantas terrestres não vasculares que surgiram há cerca de 450 milhões de anos, durante o período Ordoviciano, quando os primeiros organismos começaram a colonizar a terra firme.

Representamos um dos primeiros grupos de plantas a fazer essa transição do ambiente aquático para o terrestre.

Nosso desenvolvimento foi um passo importante na colonização da terra firme por plantas, pois elas foram uma das primeiras a adaptar-se ao ambiente terrestre, embora ainda dependessem da água para a reprodução.

Contribuímos para a formação do solo e criaram condições para que outras plantas mais complexas pudessem surgir posteriormente.

uma pteridófitas, uma planta sem sementes!

Elas crescem enroladinhas e depois se desenrolam, não é mágico?

E vocês só nos encontram em locais úmidos, pois a água é essencial para a nossa reprodução.

verdade....

As pteridófitas, surgiram há cerca de 400 milhões de anos, durante o período Devoniano, na era Paleozoica.



Elas foram os primeiros vegetais vasculares, ou seja, plantas com vasos condutores de seiva, e tiveram um papel importante na formação das primeiras florestas terrestres.



Com o tempo, essas plantas dominaram os ambientes úmidos da época, contribuindo para a biodiversidade



Esse grupo foi bastante dominante nas florestas antigas.



Olá, somos as Gimnospermas



As folhas nossas como o pinheiro, são adaptadas para sobreviver em climas mais secos e frios.



E sabia que nós Gimnospermas são mais antigas que os dinossauros?



Algumas espécies têm mais de 200 milhões de anos.



Nós surgimos há aproximadamente 360 milhões de anos, durante o período Devoniano, mas nos tornamos mais diversificadas e dominantes no período Carbonífero e no início do período Permiano.



Somos um grupo de plantas vasculares que produzem sementes, mas não possuem frutos envolvendo essas sementes.



As gimnospermas incluem plantas como pinheiros, ciprestes e araucárias.



São plantas lindíssimas e frondosas.



Sabia que nos angiospermas, somos o grupo de plantas mais diversificado do planeta?



Sério? Que legal!



Nós nos diferenciamos das plantas anteriores, como gimnospermas e pteridófitas, pois possuímos flores e frutos, que ajudaram na disseminação das sementes e na diversificação das espécies.

Nos conte mais sobre isso!



As angiospermas, ou plantas com flores, surgiram há cerca de 140 milhões de anos, durante o período Cretáceo, da era Mesozoica.



Elas se diferenciaram das plantas anteriores, como gimnospermas e pteridófitas, por possuírem flores e frutos, que ajudaram na disseminação das sementes e na diversificação das espécies.



As angiospermas rapidamente se adaptaram a diversos ambientes e, hoje, são o grupo de plantas dominante na Terra, incluindo a maioria das árvores, arbustos, gramíneas e flores.



O surgimento das angiospermas teve um impacto profundo na ecologia e na evolução das plantas e dos animais, pois elas introduziram novas formas de reprodução e novas relações ecológicas, como a polinização por insetos.



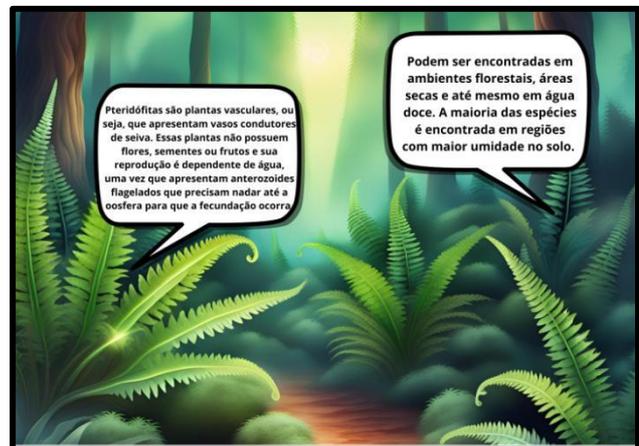
Hora de espalhar nossas sementes.



Assim, novas plantas vão crescer e continuar nosso ciclo.



HQ4 Produzida pelos alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri.



HQ5- Produzida pelos alunos da escola CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri.

A História evolutiva das plantas!

Nos briófitas, estamos aqui há cerca de 450 milhões de anos, durante o período Siluriano. Somos consideradas uma das primeiras plantas a colonizar ambientes terrestres; não temos tecidos vasculares, o que limita nosso tamanho e a capacidade de transportar água e nutrientes. Dependemos da água para a reprodução.

Mamãe, Pteri, eu queria saber sobre a sua origem ou melhor, a nossa origem, poderia me contar um pouco sobre?

Mas é claro filha, o que gostaria de saber?

pode ser em como nos surgimos, nossos cuidados e etc.

Popularmente, somos conhecidas como "samambaias, um grupo de plantas vasculares que se reproduzem por esporos.

A nossa evolução ocorreu ao longo de milhões de anos e é marcada por diversas adaptações e mudanças que nos permite colonizar diferentes ambientes. Representamos um dos grupos mais antigos de plantas vasculares.

Mamãe, me conta sobre a sua história de vida? Sua origem e seus ancestrais?

Conto sim, assim você poderá saber da sua própria origem!

surgimos há aproximadamente 300 milhões de anos, e nos diversificamos durante o período Permiano. Evoluimos a partir de ancestrais comuns com as pteridófitas. Ao contrário das pteridófitas, que se reproduzem por esporos, nos desenvolvemos a capacidade de produzir sementes.

. As sementes oferecem proteção ao embrião e permitem a sobrevivência em condições adversas.

E você mãe, Angio? Não vai me falar da sua, nossa origem?

Nos angiospermas surgimos há cerca de 140 a 200 milhões de anos, durante o período Jurássico, nos diferenciamos por possuímos flores, e frutos que envolvem as sementes.

Essas características contribuem para uma maior eficiência na polinização e dispersão das sementes.

Essa diversificação é atribuída a nossa capacidade de adaptação a diferentes ambientes e interações com polinizadores.

Ah! Mamãe eu também quero saber da na nossa história.

Nos algas verdes, somos um grupo irmão das plantas, surgimos a mais de há cerca de 2,5 bilhões de anos.

Então, nós somos plantas?

Não, nós temos um ancestral comum com as plantas.

Nos Algas, temos algumas características das plantas, como a produção de fotossíntese e estamos juntos com as plantas processo maravilhoso das plantas.

Ah! Mamãe que lindo, eu amo ser uma alga, e amo as plantinhas, elas são tão importantes para o meio ambiente.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**



**ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO
STRICTO SENSU**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO: MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

Nº PPG:

Formato da Defesa: (X) presencial () virtual () híbrido

Ata da sessão (X) pública () privada referente à defesa da (X) dissertação () tese intitulada "Plantas em quadradinhos: Uma perspectiva metodológica para compreensão dos processos evolutivos por meio de uma abordagem investigativa", para fins de obtenção do título de (X) mestra(e) () doutor(a) em Ensino de Biologia, área de concentração Ensino de Biologia, pelo discente Pamela Queiroz da Silva (matrícula 120490007 - início do curso em 30/01/2023), sob orientação da Prof.(ª)Dr(ª) Luciana Moreira Chedier.

Ao 28º dia do mês de março do ano de 2025, às 10 horas, na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), reuniu-se a Banca examinadora da (X) dissertação () tese em epígrafe, aprovada pelo Colegiado do Programa de Pós- Graduação, conforme a seguinte composição:

| Titulação Prof(a) Dr(a) / Dr(a) | Nome | Na qualidade de: | Vínculo Institucional |
|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--|
| Prof. Dr. | Luciana Moreira Chedier | Orientador(a) e Presidente da Banca | UFJF |
| Prof. Dr. | Marcelo de Oliveira Santos | Membro titular interno | UFJF |
| Prof. Dr. | Bruno Esteves Conde | Membro titular externo | Centro Universitário Estácio Juiz de Fora |
| Prof. Dr. | Heloisa D'Avila da Silva Bizarro | Suplente interno | UFJF |
| Prof. Dr. | Cassiano Ribeiro da Fonseca | Suplente externo | Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais |

*Na qualidade de (opções a serem escolhidas):

- Membro titular interno
- Membro titular externo
- Membro titular externo e Coorientador(a)
- Orientador(a) e Presidente da Banca
- Suplente interno
- Suplente externo
- Orientador(a)
- Coorientador(a)

*Obs: Conforme §2º do art. 54 do Regulamento Geral da Pós-graduação stricto sensu, aprovado pela Resolução CSPP/UFJF nº 28, de 7 de junho de 2023, "estando o(a) orientador(a) impedido(a) de compor a banca, a presidência deverá ser designada pelo Colegiado".

AVALIAÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

Tendo o(a) senhor(a) Presidente declarado aberta a sessão, mediante o prévio exame do referido trabalho por parte de cada membro da Banca, o(a) discente procedeu à apresentação de seu Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-graduação Stricto sensu e foi submetido(a) à arguição pela Banca Examinadora que, em seguida, deliberou sobre o seguinte resultado:

(X) APROVADO

() REPROVADO, conforme parecer circunstanciado, registrado no campo Observações desta Ata e/ou em documento anexo, elaborado pela Banca Examinadora

Novo título da Dissertação/Tese (só preencher no caso de mudança de título):

Observações da Banca Examinadora caso haja necessidade de anotações gerais sobre a dissertação/tese e sobre a defesa, as quais a banca julgue pertinentes

Nada mais havendo a tratar, o(a) senhor(a) Presidente declarou encerrada a sessão de Defesa, sendo a presente Ata lavrada e assinada pelos(as) senhores(as) membros da Banca Examinadora e pelo(a) discente, atestando ciência do que nela consta.

INFORMAÇÕES

Para fazer jus ao título de mestre(a)/doutor(a), a versão final da dissertação/tese, considerada Aprovada, devidamente conferida pela Secretaria do Programa de Pós-graduação, deverá ser tramitada para a PROPP, em Processo de Homologação de Dissertação/Tese, dentro do prazo de 60 dias a partir da data da defesa. Após o envio dos exemplares definitivos, o processo deverá receber homologação e, então, ser encaminhado à CDARA.

Esta Ata de Defesa é um documento padronizado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa. Observações excepcionais feitas pela Banca Examinadora poderão ser registradas no campo disponível acima ou em documento anexo, desde que assinadas pelo(a) Presidente(a).

Esta Ata de Defesa somente poderá ser utilizada como comprovante de titulação se apresentada junto à Certidão da Coordenadoria de Assuntos e Registros Acadêmicos da UFJF (CDARA) atestando que o processo de confecção e registro do diploma está em andamento.



Documento assinado eletronicamente por **Luciana Moreira Chedier, Servidor(a)**, em 28/03/2025, às 11:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Bruno Esteves Conde, Usuário Externo**, em 28/03/2025, às 12:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo de Oliveira Santos, Servidor(a)**, em 28/03/2025, às 13:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Pamela Queiroz da Silva, Usuário Externo**, em 29/03/2025, às 14:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **2254737** e o código CRC **A83CE8C1**.