

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Instituto de Ciências Biológicas

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia

Elaine Cristina Betoni Silveira

**AULAS EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE BIOLOGIA EM UMA
ABORDAGEM INVESTIGATIVA SOBRE NUTRIÇÃO DE PLANTAS**

BELO HORIZONTE

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Instituto de Ciências Biológicas

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia

Elaine Cristina Betoni Silveira

**AULAS EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE BIOLOGIA EM UMA
ABORDAGEM INVESTIGATIVA SOBRE NUTRIÇÃO DE PLANTAS**

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
Minas Gerais, como requisito para a obtenção do
título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Dr. Élder Antônio de Sousa e Paiva

BELO HORIZONTE

2023

FICHA CATALOGRÁFICA

043

Silveira, Elaine Cristina Betoni.

Aulas experimentais no ensino de biologia em uma abordagem investigativa sobre nutrição de plantas [manuscrito] / Elaine Cristina Betoni Silveira. – 2023.

80. : il. ; 29,5 cm.

Orientador: Élder Antônio de Sousa e Paiva.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia.

1. Botânica. 2. Nutrição. 3. Processos Autotróficos. 4. Estudos de Avaliação como Assunto. I. Paiva, Élder Antônio de Sousa. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 372.857.01

FOLHA DE APROVAÇÃO

12/07/2023, 09:31

SEI/UFMG - 2449606 - Folha de Aprovação



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
COLEGIADO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

AULAS EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE BIOLOGIA EM UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA SOBRE NUTRIÇÃO DE PLANTAS

ELAINE CRISTINA BETONI SILVEIRA

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada no dia **5 de Julho de 2023**, às **14:00 horas**, pela Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia da Universidade Federal de Minas Gerais, constituída pelos seguintes professores:

DR. ÉLDER ANTÔNIO SOUSA E PAIVA

UFMG

DR. IGOR BALLEGO CAMPOS

DRA. SANDRA MARIA ALVARENGA GOMES

UFPR

Belo Horizonte, 06 de julho de 2023.

ALFREDO HANNEMANN WIELOCH

Coordenador PROFBIO-ICB/UFMG



Documento assinado eletronicamente por **Alfredo Hannemann Wieloch**, **Coordenador(a) de curso**, em 12/07/2023, às 08:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2449606** e o código CRC **76A5CB97**.

AGRADECIMENTO À CAPES

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

Relato do Mestrando - Turma 2020

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais

Mestrando: Elaine Cristina Betoni Silveira

Título do TCM: **AULAS EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE BIOLOGIA EM UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA SOBRE NUTRIÇÃO DE PLANTAS**

Data da defesa: 05/07/2023

PROFBIO foi uma etapa muito desafiadora em minha vida e, ao mesmo tempo, a realização de um grande ideal que foi estar presente em uma instituição tão respeitada como a UFMG.

Foram momentos de reciclagem e aprendizagem de muito conhecimentos. Posso ousar e dizer que foi um momento de reinvenção para mim, para os outros discentes e também, por que não, para os docentes. Em Plena pandemia se reinventar era obrigatório para todos.

Foram inúmeras sextas-feiras de intensa imersão, semanas de estudos... sem falar das etapas e provas a serem concluídas. Os trabalhos me faziam refletir minha vivência em sala de aula e também me ensinavam como é trabalhar de forma diferente. Foi preciso mudar para saber passar o máximo de conhecimento adquirido neste processo, de forma significativa, para meus alunos.

Como todo meu processo de curso aconteceu durante a pandemia, não foi possível ter aulas práticas o que, para mim, considero uma perda enorme. Mas os docentes se desdobraram para trazer para o universo virtual o máximo de informações possíveis.

Fiz grandes amigos dentro do programa e vou levar para sempre todos eles. As trocas de conhecimentos foram cruciais para que finalizássemos todas as etapas. Os grupos de estudos pré-prova foram peças chaves.

Não foi fácil, em plena pandemia de Covid 19, trabalhar, cuidar de pais doentes, filho, marido, contaminar com a doença, sofrer crises de ansiedade, perder meu pai e participar do programa. Mas contei com apoio de várias pessoas maravilhosas e, hoje, estou com mais essa etapa concluída em minha vida. Precisei fazer alguns trancamentos, mas enfim, sou mestra agora.

Gratidão ao PROFBIO!

À João Carlos, pessoa com quem amo partilhar a vida. Obrigada pelo seu incentivo e pela paciência comigo em todos os momentos desse trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo desse trabalho. Agradeço imensamente ao professor Élder, por ser meu orientador e ter desempenhado essa função com grande dedicação, amizade e empatia. Ao meu querido esposo João Carlos e ao meu filho José Luiz pelo incentivo diário e pelo carinho. Ao meu pai Luiz Carlos (*in memoriam*) que me deixou durante o processo, mas esteve presente em vida ouvindo meus desabafos e acalentando meu coração. À minha mãe, Maria Eustáquia, pelo amor e acolhimento no seu abraço nas horas mais complicadas. Aos meus irmãos, tios, primas pelo incentivo. Aos meus sogros, cunhados e concunhados por vibrarem comigo a cada etapa cumprida. A todo o corpo docente da UFMG/ PROFBIO por ter me proporcionado ensinamentos que repassarei a todos os meus alunos com muita dedicação e carinho. À Escola Estadual Martim Cyprien e meus queridos alunos que abraçaram e desenvolveram desse trabalho com tanta dedicação e empenho. Agradeço a todos os colegas da minha turma que foram luz em um momento tão escuro e devastador da pandemia de Covid-19. Em especial agradeço aos meus queridos amigos que o curso me proporcionou: Arnaldo, Ludmila, Felipe, Ana Paula, Breno, Júlio, Augusto e Leandro; vocês foram as fontes de alegria e esperança nas horas de desespero. Por último, mas infinitamente importantes, agradeço às minhas amigas e colegas de profissão Késsia e Samantha, pela ajuda e principalmente pelo grande incentivo.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

(Marthin Luther King)

RESUMO

Temas relacionados à Biologia Vegetal são trabalhados no ensino de Biologia, porém nem sempre proporcionam uma aprendizagem significativa aos estudantes. A utilização contextualizada desses temas, por meio de uma abordagem experimental investigativa, colabora com o desenvolvimento de competências e habilidades. Assim, este trabalho apresenta, com o uso de metodologia científica, uma atividade prática de experimentação na área de Botânica, mais precisamente em nutrição mineral de plantas. Os estudantes tiveram a oportunidade de montar um experimento capaz de demonstrar o que a carência de nutrientes pode provocar no desenvolvimento das plantas e, desta forma, relacionar nutrição vegetal e autotrofismo. A sequência didática foi criada objetivando aproximar os estudantes dos conceitos básicos envolvidos na nutrição mineral de plantas. Foi aplicada de duas maneiras, remota e presencial. A necessidade de uma aplicação remota se deu devido a pandemia de Covid 19 e a presencial foi aplicada e concluída no período pós pandemia. O trabalho relaciona separadamente os procedimentos realizados nas duas sequências e seus respectivos resultados. Foram elaborados dois panfletos, um na sequência remoto e outro na presencial, que fazem a interação de conhecimentos botânicos com o senso comum dos estudantes.

Palavras-chave: Botânica experimental; Sequência de Ensino Investigativa; Metodologia científica; Nutrição de plantas

ABSTRACT

Topics related to the Biology of Plants are common in teaching, but it is not always possible to deliver a significant learning experience to students. The use of a more contextualized approach, focused on experimental and investigative principles, allows for a more intense development of the students' competence and abilities. Therefore, the present work uses a scientific methodology to present an experimental approach to teaching Botanic, specifically in the area of mineral plant nutrition. Students were allowed to create an experiment that showed how a lack of nutrients can affect plant development, and thus, relate the topics of plant nutrition and autotrophy. The framework was created with the goal of instructing students on the basic concepts of mineral plant nutrition. Our work was conducted both remotely and in-person. The need for a remote application is associated with the restrictions imposed by the Covid-19 pandemic, and our in-person application was conducted after the end official end of the pandemic. The current work analyzes the proceedings and results in separate parts. Two final works were created by students, both remotely and in-person, in which they connected their newfound botanical knowledge to their particular realities.

Keywords: experimental botanic; investigative teaching sequence; scientific method; plant nutrition

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Principais causas das dificuldades dos alunos do ensino fundamental em relação ao aprendizado de Botânica. FONTE: MELO <i>et al.</i> , 2012	27
Figura 2	Quadro contendo os <i>Post-it</i> virtuais da ferramenta <i>Jamboard</i> correlacionados a atividade de conhecimentos prévios dos discentes do ensino médio da Escola Estadual Martin Cyprien (Divinópolis, Minas Gerais) sobre o desenvolvimento e nutrição vegetal	39
Figura 3	Quadro contendo os <i>Post-it</i> virtuais da ferramenta <i>Jamboard</i> correlacionados a atividade de conhecimentos dos discentes do ensino médio da Escola Estadual Martin Cyprien (Divinópolis, Minas Gerais) sobre o desenvolvimento e nutrição vegetal após o desenvolvimento da sequência didática.	41
Figura 4	Diagrama mostrando aspectos principais sobre nutrição de plantas produzido pelos estudantes do grupo 1 (A; Disponível em https://padlet.com/mariaeduardabinoalmeida/o5pwg5gmvcaunl0h) e grupo 2 (B; Disponível em https://padlet.com/gaianunes02/khxzenxki9tn888i)	42
Figura 5	Distribuição da frequência de respostas para a questão três da avaliação diagnóstica sobre nutrição vegetal aplicada aos alunos do ensino médio da Escola Estadual Martin Cyprien (Divinópolis, Minas Gerais)	43
Figura 6	Distribuição da frequência de respostas para a questão seis da avaliação diagnóstica sobre nutrição vegetal aplicada aos alunos do ensino médio da Escola Estadual Martin Cyprien (Divinópolis, Minas Gerais)	44
Figura 7	Distribuição da frequência de respostas para a questão sete da avaliação diagnóstica sobre nutrição vegetal aplicada aos alunos do ensino médio da Escola Estadual Martin Cyprien (Divinópolis, Minas Gerais)	45
Figura 8	Distribuição da frequência de respostas para a questão oito da avaliação diagnóstica sobre nutrição vegetal aplicada aos alunos do ensino médio da Escola Estadual Martin Cyprien (Divinópolis, Minas Gerais)	45

Figura 9	Distribuição da frequência de respostas para a questão nove da avaliação diagnóstica sobre nutrição vegetal aplicada aos alunos do ensino médio da Escola Estadual Martin Cyprien (Divinópolis, Minas Gerais)	46
Figura 10	Distribuição da frequência de respostas para a questão dez da avaliação diagnóstica sobre nutrição vegetal aplicada aos alunos do ensino médio da Escola Estadual Martin Cyprien (Divinópolis, Minas Gerais)	47
Figura 11	Vigor das plantas de pepino (<i>Cucumis sativus</i>), estimado por meio do comprimento da parte aérea. Dados do crescimento ao longo de 15 dias após a germinação da semente, cultivada em diferentes condições	50
Figura 12	Vigor das plantas de pepino (<i>Cucumis sativus</i>), estimado pelo comprimento da lâmina foliar. Dados do crescimento ao longo de 15 dias após a germinação da semente, cultivada em diferentes condições	50
Figura 13	Visão geral das mudas de pepino (<i>Cucumis sativus</i>), ao longo de 15 dias após a germinação da semente, cultivada em areia lavada com solução mineral completa (A), solução mineral sem potássio (B), solução mineral sem magnésio (C), água destilada (D) e solução mineral sem nitrogênio (E)	51
Figura 14	Gráfico de comparação entre os questionários de conhecimentos prévios aplicados pré e pós aplicação da sequência didática	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Cronograma da sequência didática sobre nutrição mineral vegetal aplicada aos discentes do ensino médio da Escola Estadual Martin Cyprien (Divinópolis, Minas Gerais)	37/38
-----------------	--	--------------

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
USP	Universidade de São Paulo
IBECC	Instituto Brasileiro de Educação, Ciências e Cultura

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 O ensino de ciências no Brasil	19
2.2 Ensino por investigação em ciências	22
2.3 Abordagem da botânica no contexto do ensino de ciências no Brasil	25
2.4 Uso do ensino por investigação no aprendizado de botânica	28
3 JUSTIFICATIVA.....	31
4 OBJETIVOS	33
4.1 Objetivo geral.....	33
4.2 Objetivos específicos	33
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
5.1 Aplicação da sequência didática remota	34
5.2 Aplicação da sequência didática presencial	35
6 RESULTADOS.....	38
6.1 Sequência didática remota	38
6.2 Sequência didática presencial	42
7 DISCUSSÃO	54
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
9 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	60
10 REFERÊNCIAS	61
11 APÊNDICES.....	71
Apêndice A	71
Apêndice B.....	74
Apêndice C.....	77
Apêndice D	79

1 INTRODUÇÃO

O ensino por investigação se baseia em aulas que tenham como assunto principal uma problematização que instigue o aluno a desenvolver questionamentos e explicações sobre o tema abordado. Segundo Andrade (2011), trabalhar o ensino de Ciências de forma investigativa coloca o saber científico dentro dos conhecimentos escolares. Além disso, põe o aluno como protagonista do processo ensino-aprendizagem permitindo um aprendizado ativo por parte dos estudantes (BONWELL; EISON, 2022). De fato, Azevedo (2014) defende que:

[...] utilizar atividades investigativas como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações (AZEVEDO, 2004, p. 22).

As estratégias investigativas devem ser variadas e adaptadas a cada tipo de turma, sendo importante que na sua utilização se inclua tanto questões conceituais quanto metodológicas (LEITE *et al.*, 2015). Nesse sentido, o professor deve conhecer profundamente o tema abordado, apresentar a atividade de maneira envolvente, e atuar como mediador para que o aluno atinja os objetivos necessários (SOUTO *et al.*, 2015). Dessa maneira, o educador permanece como a autoridade epistemológica e social da sala de aula, ao mesmo tempo em que o aluno ganha autonomia no seu processo de aprendizado (SASSERON, 2022).

Segundo Tonidandel (2013), vários países concordam em direcionar a educação científica baseada em um modelo metodológico, que permita ao aluno compreender o pensamento e o método científico, incentivando-o a basear sua produção de conhecimento na formulação de hipóteses, construção de argumentos, fazendo uso dessas produções para sanar o entendimento de problemas e desafios socioeconômicos. No Brasil, esse método foi implementado na década de 1970, como documenta Silva-Batista e Moraes (2009):

Ainda durante a década de 1970 surgiu a perspectiva de que o aluno deveria experimentar as ciências por meio do “método científico” ou “método da descoberta” ou “ciência posta em prática” para a formação de futuros cientistas. Essa tendência tinha como objetivo a democratização do conhecimento científico; nela, o aluno tentava imitar o trabalho do cientista, levantando hipóteses, seguindo uma metodologia rígida, devendo obter e discutir resultados e chegando a uma conclusão. (SILVA-BATISTA; MORAES, 2009, p. 2).

Andrade (2017) e Interaminense (2019) corroboram a ideia de que a contextualização dos conteúdos com as experiências dos alunos torna a aprendizagem significativa, dando-lhes a chance de apropriação do conhecimento. Estes autores ressaltam, ainda, que atividades práticas são ferramentas eficientes para que esse processo aconteça. Sendo assim, novamente o

professor entra como agente facilitador, ajudando no planejamento de atividades práticas relativas aos conteúdos teóricos e promovendo o questionamento dos indivíduos envolvidos no processo por meio da apresentação de “situações-problemas” (MELO *et al.* 2009).

Diversos assuntos dentro da Biologia são capazes de trazer o despertar do aluno ao entendimento científico e significativo e, dentre eles, a Botânica foi escolhida para fazer parte desse trabalho. A Botânica faz parte do cotidiano das pessoas, como por exemplo na alimentação, em cosméticos e medicamentos. Quando se aprende sobre o tema, é perceptível o aumento da carga conceitual dos estudantes, possibilitando-os a ter subsídios científicos para superar o senso comum em diversas situações. Porém, a abordagem de Botânica no ensino básico ainda está distante de conseguir oferecer um processo de ensino-aprendizagem significativo e transformador. A abordagem excipiente da temática de botânica junto a grande mídia, importante canal formador de opinião pública, associado com a falta de estímulo sobre a importância das plantas em um contexto educacional privativo, como os núcleos familiares, podem estar associados ao desinteresse observado pelas crianças ao chegarem na educação básica e mesmo no ensino médio (SANTOS; NETO, 2016). Ademais, muitas estratégias didáticas não contextualizadas acabam fomentando esse desinteresse e, consequentemente, gera dificuldade de aprendizagem por parte dos estudantes (URSI *et al.* 2018).

Segundo Silva *et al.* (2017), processos descontextualizados no ensino de Botânica tornam o aprendizado pouco atrativo, levando o estudante a não correlacionar e compreender a importância das plantas na manutenção da vida. Mediante isso, estes autores ressaltam que o uso de estratégias de ensino ativo, como uma sequência didática baseada em investigação, propicia ao estudante um melhor desempenho na aquisição de conhecimento (SILVA *et al.* 2009; SASSERON, 2022). Nesse sentido, esse estudo propõe construir uma sequência didática que abordará, de maneira investigativa e com uso de metodologia científica, uma atividade prática de experimentação na área de Botânica, mais precisamente em nutrição mineral de plantas. Além disso, por meio da elaboração de um panfleto explicativo, pretende-se estabelecer conexões entre o senso comum dos estudantes e temas como autotrofismo e nutrição mineral de plantas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O ensino de ciências no Brasil

A educação é um importante instrumento de construção e coesão social, sendo o pilar do exercício pleno da cidadania em sociedades democráticas (DOURADO, 2019). Segundo Apolinário e Feitosa (2016), a educação tem papel fundamental em relação à cidadania, pois através dela pode se moldar os valores, atitudes, filosofias e comportamentos que capacitarão os estudantes a exercerem plenamente os seus direitos como cidadãos. Por meio da educação é que crianças, jovens e adultos desenvolvem habilidades sociais, garantindo que suas ações sejam sempre orientadas em prol da necessidade de todos de maneira a proporcionar a estabilidade e evolução da coletividade (LOPES, 2014). Sobre esse assunto, a educadora Cleide Matos (2022), destaca:

A educação para a cidadania constitui uma garantia da democracia e só se exerce em contextos de experiências democráticas. Têm, por isso, grandes responsabilidades os sistemas educativos, os quais devem desenvolver nas novas gerações os saberes e as práticas duma cidadania ativa. É assim urgente que as sociedades, sentindo a consciência desta responsabilidade, se empenhem e se preocupem com a educação para a cidadania. E convém sublinhar que são as grandes organizações internacionais (...) que alertam para esta necessidade. (...) É partilhada por todos a convicção de que o exercício da cidadania é sustentado por um corpo de valores e de virtudes aceitáveis universalmente: a justiça, a verdade, a coragem e a liberdade, isto é, aquilo que antes se dizia ser a procura do Bem, constituindo assim o perfil para a formação do cidadão (MATOS, 2022, p.5)

Historicamente, as Ciências Naturais (*i.e.*, Física, Química e Biologia) ganharam notoriedade a partir das revoluções científicas ocorridas no final do século XVIII e início do século XIX (BREUNIG *et al.*, 2019). Segundo o sociólogo Max Weber, o desencantamento do mundo moderno levou o ser humano a buscar explicações racionais dos fenômenos que governam a natureza, sendo utilizado para tanto o rigor do método científico desenvolvido durante o humanismo do século XVI, por intermédio dos trabalhos do filósofo inglês Francis Bacon (SMITH, 2017). Desde então, os países centrais começaram a investir maciçamente no desenvolvimento do conhecimento científico, institucionalizando o ensino das Ciências Naturais nos seus sistemas de educação (BREUNIG *et al.*, 2019; DOURADO, 2019). Como exemplos, podemos citar os grandes projetos educacionais ingleses, voltados para o ensino de Física, Química e Biologia, visando preservar a influência da Academia Inglesa no contexto científico mundial entre os séculos XVII e XIX e o grande interesse dos Estados Unidos na formação de futuros cientistas para garantir sua hegemonia científica no século XX (BUENO *et al.*, 2012).

No Brasil, a evolução do ensino das Ciências ocorreu mais tardiamente se comparado a alguns países do hemisfério norte com maior nível de desenvolvimento, o que ajuda a explicar o fato de, mesmo hoje, sermos considerados um país periférico no que se refere à autonomia científica e inovação tecnológica (SILVA-BATISTA e MORAES, 2019). A educação no Brasil inicia-se durante o período colonial com a Companhia de Jesus, instituição católica que chegou em território nacional no século XVI e obteve controle absoluto do ensino até o final do século XVIII. O sistema educacional, controlado pelos jesuítas, teve como enfoque principal a alfabetização da população, além do ensino da língua portuguesa e catequização dos indígenas. Portanto, nesse período o ensino de Ciências era incipiente e todas as atividades educativas eram puramente teocráticas (PAIVA, 2015).

No início do século XIX, com a vinda da família real portuguesa para o Brasil em 1808, foi observada uma mudança importante no ensino das Ciências no país (BOAVENTURA, 2009; SILVA-BATISTA e MORAES, 2019). Sob ordens de Dom João VI, que na época era rei de Portugal e do Brasil, vários intelectuais europeus chegaram ao país e fizeram um importante estudo da fauna e flora nacional. Esse conhecimento passou a ser desenvolvido no país com a criação de universidades e centros de pesquisa, como o Museu Real, sediado no Campo de Santana, no Rio de Janeiro, e inaugurado em 1818 (hoje conhecido como Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro) (BOAVENTURA, 2009). A partir de então, o ensino de Ciências começou a ser institucionalizado, inicialmente, como uma matéria exclusiva do ensino superior no Brasil (SILVA-BATISTA e MORAES, 2019).

Essa associação entre ensino de Ciências e o conhecimento acadêmico profissionalizante acompanhou o Brasil durante todo o reinado do imperador Dom Pedro I (1822-1831), sendo finalmente incluída junto ao ensino básico somente no período regencial, durante o governo do Padre Diogo Antônio Feijó (1835-1838) (SILVA-BATISTA e MORAES, 2019). Nesse caso, em 1837 o conteúdo de Ciências foi incluído no currículo do ensino secundário (atual 6º ao 9º ano do Ensino fundamental) e colegial (atual Ensino médio) do Colégio Pedro II, fazendo essa disciplina ser, pela primeira vez, considerada fora da pesquisa científica e do ensino superior no Brasil (BUENO *et al.*, 2012).

Entretanto, vale destacar que desde sua primeira implantação no ensino fundamental, em 1837, até o fim do Estado Novo de Getúlio Vargas (1945), nunca houve qualquer normatização sobre o que se deveria ensinar na disciplina de Ciências. Assim, cada escola definia o que seria relevante dentro dessa matéria escolar (BUENO *et al.*, 2012). Esse quadro só apresenta mudanças na constituição de 1946 que marcou a redemocratização brasileira após o período do governo totalitário de Getúlio Vargas (1937-1945) (SILVA-BATISTA e

MORAES, 2019). A carta Magna de 1946, através do Decreto Federal nº 9.355, criou o Instituto Brasileiro de Educação, Ciências e Cultura (IBECC). Esse órgão, sediado e controlado pela Universidade de São Paulo, teve como função tornar o ensino de Ciências padronizado e mais prático nos níveis Fundamental e Médio. Além disso, o IBECC ficou responsável por atualizar os conteúdos dos livros-texto de Ciências, a fim de melhorar a qualidade das informações disponibilizadas aos alunos do país (TEIXEIRA, 2022).

Durante o período de vigência da constituição de 1946 (1946-1964), foi promulgada ainda a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, em 1961 (Lei nº 4.024), a qual instituiu a obrigatoriedade das aulas de Ciências no ensino fundamental e aumentou substancialmente a quantidade de horas dessa disciplina no ensino médio, além de estratificá-la em Física, Química e Biologia (TEIXEIRA, 2022). Após o golpe militar de 1964, o ensino de Ciências permaneceu sem grandes mudanças, e o sistema educacional acabou sendo direcionado à veiculação de ideologias do Estado, sendo comuns os discursos ufanistas e ultranacionalistas nas escolas de todo o país, o que subverteu, em grande parte, o objetivo central do ensino de todas as disciplinas das grades curriculares (ASSIS, 2012). Além disso, o objetivo do ensino na ditadura militar foi centrado em formar técnicos e trabalhadores, importantes peças para o desenvolvimento do país, tendo a disciplina de Ciências papel profissionalizante. Portanto, nesse período, o papel pedagógico das Ciências foi profundamente descaracterizado (ASSIS, 2012; SILVA-BATISTA e MORAES, 2019).

Com a redemocratização, em 1985, uma concepção reformulada de ensino ganhou os centros educacionais de todo o Brasil (SILVA-BATISTA e MORAES, 2019). Ela pode ser bem ilustrada pela nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394), aprovada em 1996, a qual instruía que a escola tinha papel de formar alunos capazes de exercer plenamente seus direitos e deveres na atual sociedade (TEIXEIRA, 2022). Tal filosofia educacional pode ser sintetizada pela leitura do educador brasileiro Alberes de Siqueira Cavalcanti sobre esse tema:

O objetivo da Lei nº 9.394 deixa isto bastante claro quando na última frase afirma: “em função da cidadania do aluno”. E é bom que ressaltemos a cidadania do aluno, não é a cidadania do professor, do técnico, do diretor, dos funcionários, dos pais, é do aluno. É lógico que a formação para a cidadania será mais rica se professores, técnicos, diretores, funcionários e pais se perceberem enquanto cidadãos, afinal o exemplo educa mais que as palavras. Mas não devemos esquecer que o objetivo do projeto pedagógico está em função da cidadania do aluno e, portanto, o aluno deve ser tratado como cidadão. Na justificativa dos temas transversais esta educação para a cidadania fica ainda mais clara, lê-se: “Eleger a cidadania como eixo vertebrador da educação escolar” (CAVALCANTI, 2022, p.17).

Atualmente, o ensino de Ciências nos níveis Fundamental e Médio (já estratificado em Química, Física e Biologia) no Brasil tem como principal política educacional a Base Nacional Comum Curricular, de 2018 (SILVA-BATISTA e MORAES, 2019). Esta base define as aprendizagens essenciais que os alunos devem desenvolver ao longo da Educação Básica em conformidade com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1996, com o Plano Nacional de Educação de 2014 e fundamentado nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica de 2013 (TEIXEIRA, 2022). Nesses documentos consta a necessidade de promover as Ciências no Ensino Básico de maneira interdisciplinar. Essa visão de educação integrada tem contribuído para a fusão das Ciências a outras disciplinas, o que vem permitindo uma abordagem mais integral, e menos fragmentada, da educação (SILVA-BATISTA e MORAES, 2019; BUENO *et al.*, 2012).

2.2 Ensino por investigação em ciências

A disciplina de Ciências, até a década de 1950, era ministrada de forma expositiva, com livros didáticos desatualizados, baseados em textos europeus e com pouco emprego de atividades práticas (TEIXEIRA, 2013). Esse fenômeno levava a um baixíssimo aproveitamento por parte dos estudantes, que não adquiriam conhecimento suficiente e apresentavam rendimentos muito aquém do que esperavam as autoridades em educação do país (GAIO, 2008).

Entretanto, ainda hoje o modelo de educação em Ciências usado nos ensinos Fundamental e Médio no Brasil é retrógrado e defasado em relação aos países centrais (REIS, 2021). Como comparativo, na Coreia do sul é inegável que o governo tem envidado esforços para progredir em termos de resultados educacionais, fornecendo insumos para fomentar a competitividade de sua economia frente aos desafios globais. As diversas reformas postas em prática ao longo dos anos desembocaram no sistema educacional atual, considerado de excelência em termos de desempenho em exames padronizados como o Programa Internacional de Avaliação de Alunos (em inglês, *Programme for International Student Assessment – Pisa*), e que possui características dignas de serem apreciadas. Uma delas refere-se ao fato de, tradicionalmente, as autoridades sul-coreanas se utilizarem de avaliações como insumo para traçar planos visando aprimorar a qualidade do ensino. Alunos, professores e escolas são periodicamente avaliados, com o objetivo de se conhecer o que de fato ocorre nas escolas, e para que possam ser traçadas políticas adequadas às reais carências. Essas políticas são muitas vezes centradas em metodologias de ensino-aprendizagem ativas, como foco na introdução da tecnologia nesse processo (WALTENBERG; MARTINS; 2020).

No Brasil, o ensino de Ciências é comumente visto como um processo em que o professor apresenta aos alunos informações novas referentes à disciplina e os estudantes as recebem e são estimulados a memorizá-las. Posteriormente, eles devem utilizá-las em situações escolares avaliativas que objetivam verificar o grau de internalização do conhecimento que foi apresentado. Estas práticas tradicionais de ensino e aprendizagem centram-se em uma relação de verticalidade em que o professor é o grande ator, cabendo aos estudantes o papel de agentes passivos desse percurso pedagógico (GEMIGNANI, 2012; SASSERON, 2022). Assim, na perspectiva tradicionalista que ainda vigora em muitas escolas brasileiras, na qual um grande volume de conteúdo é transmitido em aulas expositivas, o conhecimento científico encontra um terreno árido e infértil ao seu pleno desenvolvimento (MORÁN, 2015).

Logo, este modo de conceber, planejar e implementar propostas de ensino de Ciências gera baixa aprendizagem pelos alunos, além de desmotivá-los. Portanto, é fundamental a adoção de novas metodologias de ensino, com foco no aprendizado ativo (BONWELL e EISON, 2022). Nesse contexto, se destaca o ensino por investigação no qual o aluno sai da condição de ouvinte e passa a assumir uma postura mais participativa no processo ensino-aprendizagem. O ensino por investigação é baseado na problematização, elaboração e teste de hipóteses. A partir desse ponto, as hipóteses podem ser testadas por meio de pesquisas teóricas ou experimentações práticas, a depender sempre dos recursos disponíveis no centro educacional em que é executada. Essa característica é bastante relevante uma vez que não limita sua aplicação a escolas mais bem equipadas como ocorre com outras estratégias pedagógicas (*e.g.*, uso de jogos educativos, recursos tecnológicos e demonstração em laboratórios de ensino) (BRITO e FIREMAN, 2018; SILVA *et al.*, 2018; SASSERON, 2022). Assim sendo, o ensino por investigação é um processo educacional mais democrático, sendo passível a universalização do seu uso na Educação Básica pública ou privada (CARVALHO, 2011).

A metodologia investigativa auxilia no desenvolvimento de senso crítico entre os estudantes. Nesse sentido, ela contribui na construção de um cidadão mais reflexivo e analítico em relação ao senso comum da sociedade em que vive, promovendo assim um sistema mais democrático (PIRES *et al.*, 2018; MARQUES e FRAGUAS, 2021). Portanto, esse recurso pedagógico tem relação direta com aspectos relativos à filosofia educacional que vigora no Brasil desde 1961, na qual a educação deve necessariamente garantir o exercício pleno da cidadania (TEIXEIRA, 2022). Além disso, os recursos investigativos contribuem para um melhor aprendizado, o que contribui para um desempenho mais adequado dos alunos em processos seletivos diversos como o Exame Nacional de Ensino médio (ENEM), vestibulares e concursos públicos. Essa relação torna a competitividade mais equânime entre alunos de

diferentes instituições, contribuindo para reduzir o abismo que atualmente existe na qualidade da educação ofertada pelas escolas públicas e privadas no Brasil (PIRES *et al.*, 2018).

Segundo Carvalho (2011), quatro principais etapas fundamentam a apresentação de propostas investigativas para o ensino de Ciências:

- **Apresentar a(s) situação(ões)-problema(s) referente(s) ao tema do estudo:** Nessa etapa o professor deve colocar questão(ões) que possa(m) impulsionar o processo investigativo a ser solucionada(s) durante o tempo de duração regular da disciplina. O(s) problema(s) deve(m) ser formulado(s) com cautela pelo professor, pois será(ão) o alicerce de todo o percurso pedagógico baseado em investigação. Além disso, ele(s) deve(m) ser majoritariamente resolvido(s) por conhecimentos relacionados a disciplina que está sendo trabalhada. No entanto, em maior ou menor medida, é interessante que esse(s) problema(s) possa(m) intercalar conhecimentos de outras disciplinas, a fim de buscar a integração dos saberes adquiridos durante a formação escolar do aluno;
- **Passagem da ação manipulativa para a ação intelectual na resolução do problema:** O aluno irá utilizar os conhecimentos adquiridos, durante a exposição das aulas teóricas, para formular potenciais resoluções ou explicações para o problema proposto. Essa etapa permite que o aluno atue de maneira ativa ao buscar em seu repertório sociocultural conhecimentos específicos que auxiliem na construção de um senso crítico frente a questão colocada a ele. Aqui, o professor pode incentivar a pesquisa em variadas bases de dados como livros, sites, entrevistas etc., orientando sempre os alunos para os aspectos éticos e a confiabilidade da fonte;
- **Tomada de consciência e formulação das hipóteses:** Após análise crítica do problema, os alunos devem formular possíveis sugestões para a resolução ou explicação da situação-problema. Nessa etapa, o aluno deve dissertar sobre a hipótese elaborada, utilizando assim argumentos embasados em conhecimentos científicos produtivos e bem fundamentados;
- **Verificação das hipóteses:** Finalmente, as hipóteses levantadas por cada aluno são testadas, a fim de serem validadas, refutadas ou revalidadas. Essa verificação pode ser feita de maneira teórica, a partir de uma discussão coletiva entre os alunos, diálogo com o professor, ou ainda por meio de entrevista com um especialista na área; ou através de experimentos práticos em sala de aula ou laboratório de ensino. Nesse último caso, é importante que seja apresentado aos alunos ferramentas para analisar e interpretar os dados experimentais coletados. Ao final desse processo, o professor pode, juntamente

com os alunos, planejar um modo de comunicação dos resultados (feira de ciências na escola, exibição em áreas comuns da escola etc.), a fim de expandir o projeto pedagógico para além da sala de aula.

No sistema de ensino por investigação, o professor continua a ser a autoridade epistêmica e social em sala de aula, mas permite o trabalho intelectual dos estudantes rumo ao seu desenvolvimento (SASSERON, 2022). Nesse cenário, o professor adquire papéis relevantes como o de construir com os alunos um planejamento das etapas das investigações, promover novas interações entre os alunos e o conhecimento apresentado, estabelecer um ambiente propício a discussões e a apresentações de ideias, oferecer condições para que ideias distintas e discordantes possam surgir, e encorajar o posicionamento e a expressão de ideias por meio do combate à inibição e à apatia dos estudantes (BRITO e FIREMAN, 2018; SILVA *et al.*, 2018; SASSERON, 2022). Para executar todas essas atividades, vitais no processo de educação por investigação, é imprescindível que o professor esteja apto a fazer perguntas e a ouvir as respostas dos alunos, a fim de coordenar todas as etapas da sequência didática descrita anteriormente (BASSOLI, 2014).

Deve ficar claro, no entanto, que não basta o planejamento para que uma aula seja investigativa e ela apenas o será caso o professor, ao longo das situações didáticas descritas, implemente ações contínuas que permitam a análise de situações, a construção de novas hipóteses e a explicação para os fenômenos em estudo (SASSERON, 2022).

2.3 Abordagem da botânica no contexto do ensino de ciências no Brasil

A Botânica é uma das disciplinas reconhecida na Base Nacional Comum Curricular (KUENZER, 2017). O Brasil, país que apresenta a mais rica biodiversidade vegetal do mundo, demonstra uma tendência notável de preocupação acerca do estudo de sua flora. Isso pode ser justificado pelos primeiros estudos científicos em Ciências Naturais que ocorreram em território nacional, os quais foram dedicados a catalogar espécies vegetais endêmicas, com destaque àquelas de uso medicinal (BOAVENTURA, 2009; SILVA-BATISTA e MORAES, 2019). Nesse sentido, Santos (2006) defende que:

[...] As justificativas para se estudar Botânica, e incluí-la no currículo nacional de Biologia do Ensino médio, poderiam estender-se por várias páginas. Cabe ressaltar, entretanto – e talvez com muita propriedade – que a Botânica é uma das mais antigas áreas do conhecimento humano, fazendo parte do cotidiano da humanidade (SANTOS, 2006, p. 228).

O ensino da Botânica pode contribuir na formação de uma sociedade mais consciente acerca de questões ambientais, culturais, históricas, éticas e médicas. (CHISTE e SGARBI, 2015; URSI *et al.*, 2019). Dentro disso, a educação em Botânica motiva a análise do impacto da atividade humana no meio ambiente e a busca de soluções para os problemas decorrentes, além de levar à compreensão do papel da Ciência na evolução da humanidade e sua relação com religião, economia e tecnologia. Ademais, essa disciplina pode estimular a análise e argumentação sobre assuntos polêmicos vinculados às questões científicas que são divulgados pelos meios de comunicação em massa, como fome, produção de alimentos, biodiversidade e relações internacionais. Os conhecimentos de Botânica permitem um entendimento mais amplo da relação entre saúde e doença, uma vez que a maioria dos fármacos atualmente disponíveis são de origem vegetal. Nesse sentido, mesmo muitos fármacos sintéticos são inspirados em compostos químicos produzidos pelo metabolismo vegetal (URSI *et al.*, 2019). Não menos importante, a Botânica apresenta-se relevante nas dimensões estéticas e o ensino dessa matéria pode promover a percepção do ambiente e sua biodiversidade pautando-se na integração entre razão-imaginação-sentimentos-emoções, resultando em valores e atitudes potencialmente transformadores do cotidiano (SENICIATO e CAVASSAN, 2009).

A Botânica é estudada no Ensino Fundamental dentro da disciplina de Ciências, e no Ensino Médio é majoritariamente compreendida dentro da disciplina de Biologia, apesar de que os metabólitos vegetais e suas aplicações são normalmente matéria de estudo da Química Orgânica (BRASIL, 1996; SILVA e GHILARDI-LOPES, 2014; CORRÊA *et al.*, 2016). Segundo Raven *et al.* (2014, p.10-11), no seu livro “Biologia Vegetal”, a Botânica apresenta várias subdivisões, as quais podem ser enquadradas nas seguintes áreas:

Fisiologia vegetal, que é o estudo de como funcionam as plantas, isto é, como elas capturam e transformam a energia e como elas crescem e se desenvolvem; **Morfologia vegetal**, que é o estudo da forma das plantas; **Anatomia vegetal**, que é o estudo da estrutura interna das plantas; **Taxonomia e sistemática vegetal**, estudo que envolve a nomenclatura e a classificação das plantas e o estudo de suas relações entre si; **Citologia vegetal**, o estudo da estrutura, função e histórias de vida das células dos vegetais; **Genômica e engenharia genética vegetal**, que é a manipulação de genes para o melhoramento de certas características dos vegetais; **Biologia molecular vegetal**, que é o estudo da estrutura e função das moléculas biológicas; **Botânica econômica**, o estudo dos usos passados, presentes e futuros das plantas pela humanidade; **Etnobotânica**, o estudo do uso das plantas com propósitos medicinais, entre outros, por populações indígenas; **Ecologia vegetal**, que é o estudo das relações entre os organismos e seu ambiente; e **Paleobotânica**, que é o estudo da biologia e evolução de plantas fósseis (RAVEN *et al.*, 2014, p.10-11).

Diante da diversidade de assuntos que são abordados na Botânica e da complexidade de determinados termos, nomes e conceitos que, apesar de não ser restrito a essa área, é um desafio marcante da disciplina, compreende-se a enorme dificuldade de assimilação do conteúdo por

parte dos alunos (SANTOS e NETO, 2016). Nesse sentido, um estudo com 57 estudantes do sétimo ano do Ensino Fundamental de uma escola em Aracaju revelou que a maior causa das dificuldades no estudo da Botânica está relacionada à linguagem difícil com que se apresenta tal conteúdo (39%). A ausência de aulas práticas (16%) e a falta de vínculo com a realidade (15%) completam os motivos mais citados de desinteresse pela disciplina (MELO *et al.*, 2012) (Figura 1). Portanto, para otimizar o ensino de Botânica no país, alguns autores sugerem alternativas didático-pedagógicas que podem ser relevantes nesse contexto. Santos e Neto (2016) destacam que para vencer o desafio do vocabulário complexo normalmente associado a Botânica é preciso que o professor tente apresentar cada termo aos seus alunos de forma correta, difundindo o seu significado. Uma estratégia interessante nesse aspecto seria a contextualização dos termos com ilustrações, espécimes ou mesmo vídeos, uma vez que a conjunção entre memória visual (imagens) e auditiva (aulas expositivas) aumenta significativamente o entendimento e capacidade de memorização dos estudantes (SANTOS; NETO, 2016; URSI *et al.*, 2019).

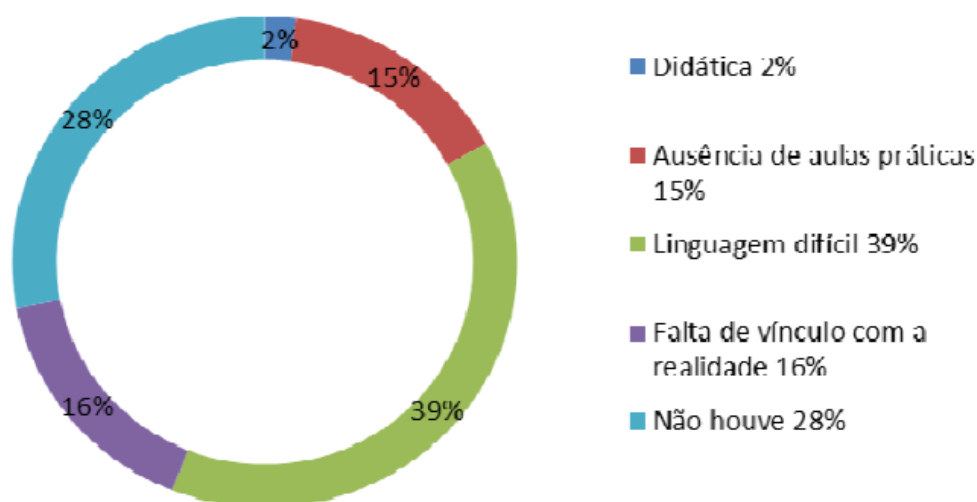


Figura 1: Principais causas das dificuldades dos alunos do ensino fundamental em relação ao aprendizado de Botânica. FONTE: Melo *et al.*, 2012.

A falta de vínculo com a realidade está diretamente associada à metodologia de ensino-aprendizagem delineada pelo educador. Na maior parte das vezes, a proposta do ensino é baseada apenas em métodos convencionais, como aulas expositivas, leitura de livros-textos extensos e passividade do aluno. Essa forma de aulas contribui com profundo desinteresse dos

estudantes e pode ser melhorada com a utilização de percursos didáticos ativos, como descrito no item 2.2 desse trabalho (KUENZER, 2017).

Outra questão levantada por muitos estudantes de Botânica, a exemplo do estudo de Melo *et al.* (2012), é a ausência de aulas práticas. Aulas em campo podem ser muito enriquecedoras para o ensino da Botânica, uma vez que permitem aos alunos um contato direto com a disciplina estudada, além de estimular a curiosidade, atenção e envolvimento com a matéria (ARAÚJO e FREITAS, 2019). Segundo Lepienski (2007, p. 7), “*aulas práticas são excelentes para o contato direto com material biológico e fenômenos naturais, devem incentivar o envolvimento, a participação e o trabalho em equipe*”, pois coloca o aluno como investigador fornecendo condições adequadas para que ele possa ter autonomia no desenvolvimento pleno do seu conhecimento e contribui para uma experiência mais prazerosa com a Botânica. É importante destacar que a facilidade de aulas experimentais em Botânica, devido à grande disponibilidade de plantas em pátios de escolas ou em parques municipais, deve estimular os professores a incluí-las no processo didático (ARAÚJO e FREITAS, 2019). Isso contribuiria para um aprendizado mais dinâmico e reduziria os estigmas que muitos alunos têm sobre o aprendizado do reino *Plantae*, que muitas vezes desgastam sua experiência com o estudo desse grupo de seres vivos (LEPIENSKI, 2007; SANTOS e NETO, 2016; URSI *et al.*, 2019).

É importante, portanto, que os professores reflitam sobre as limitações da perspectiva tradicionalista quanto ao ensino da Botânica e, implementem estratégias capazes de melhorar as experiências dos alunos com essa disciplina tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio (ARAÚJO e FREITAS, 2019). Com essa abordagem mais ativa, os educadores contribuirão para reduzir o fenômeno de “cegueira botânica”, intrínseco no nosso sistema educacional. Assim, o ensino de Botânica pode ser protegido dentro da matriz curricular, ficando livre do cenário obscuro que há muito tempo pairou sobre ele (SALATINO e BUCKERIDGE, 2016). Dentro disso, destaca-se as ponderações de Salatino e Buckeridge (2016):

[...] Diante do quadro atual, caracterizado por professores que não se sentem confortáveis ao apresentar conteúdos de botânica, alunos que se entediam e se desinteressam pelo assunto, aliado ao baixo (ou nulo) aproveitamento no aprendizado da matéria, a posição da botânica nos ensinos fundamental e médio certamente é muito precária. Uma vez que professores e alunos não se interessam por botânica, e muito pouco (ou nada) se aprende sobre a matéria, autoridades em ensino médio e fundamental possivelmente raciocinam que melhor seria eliminá-la de vez dos currículos (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016, p. 181).

2.4 Uso do ensino por investigação no aprendizado de botânica

Autores como Nascimento *et al.* (2017) e Sousa e Ribeiro-Novaes (2021) destacam que um fator limitante para o processo de ensino em Botânica consiste na dificuldade dos docentes em encontrar estratégias pedagógicas apropriadas para abordar essa disciplina. De fato, o rico vocabulário técnico da Botânica e a grande quantidade de assuntos abordados nessa disciplina se apresentam como importantes entraves para o pleno envolvimento do aluno com as aulas dessa matéria (SANTOS e NETO, 2016; URSI *et al.*, 2019). Além disso, o ensino superior em Ciências Biológicas oferecido em um número considerável de universidades do país pouco capacita os futuros professores para a inclusão de metodologias de ensino-aprendizagem ativos para a condução da disciplina de Botânica. Em adição, é nítido o fenômeno da cegueira Botânica também nos cursos de nível superior, o que leva a uma sub-representação de aspectos relativos à essa disciplina da Biologia, comprometendo a qualificação dos docentes (FONSECA e RAMOS, 2018; ALVES *et al.*, 2021).

Portanto, a educação por investigação aplicada à Botânica pode ser uma estratégia interessante para vencer as limitações do processo ensino-aprendizagem relacionadas a essa disciplina (MONTANINI, 2019). Essa metodologia pressupõe o envolvimento dos alunos com o método científico, valorizando as evidências na busca de respostas para a pergunta que guia o projeto desenvolvido com a supervisão do professor. A investigação deverá ter por finalidade o uso de métodos rumo à descoberta de evidências para desenvolver e explicar o conteúdo de Botânica, contextualizando o conhecimento e mostrando aos alunos, de forma mais concreta, que a sala é um espaço de produção e circulação de saberes (BRITO e FIREMAN, 2018; SILVA *et al.*, 2018; SASSERON, 2022). Dessa forma, o aluno pode ter contato direto e prático com muitos dos termos abordados nas aulas expositivas de Botânica, levando-o a aplicar os conhecimentos adquiridos. Essa estratégia de educação promove um maior aproveitamento, uma vez que os estudantes podem ver na prática a aplicação e a importância da Botânica no seu dia-a-dia, além da sua relevância para a construção da sociedade que o cerca (MONTANINI, 2019).

Adicionalmente esse método pode integrar a Botânica a outros cursos do ensino fundamental e médio (MONTANINI, 2019). Dessa forma, na metodologia de investigação, podem ser desenvolvidos projetos interdisciplinares em que são alinhados dois ou mais professores promovendo um *crossover* entre suas disciplinas. Assim, o ensino se torna mais dinâmico e integrado, de maneira que as observações em relação aos objetos investigados possam ser alinhadas com os paradigmas social e cultural do aluno. Ademais, esse método integrado permite ao estudante fazer uma revisão do que foi ensinado durante os ensinamentos fundamental e médio, fornecendo assim os alicerces necessários para que ele construa suas

hipóteses e percursos de maneira a delinear o conhecimento de diferentes áreas (SILVA-BATISTA e MORAES, 2019; CARVALHO, 2011; BUENO *et al.*, 2012).

Dentro desse conceito de educação investigativa em Botânica, uma das subdivisões dessa disciplina que pode se beneficiar com tal metodologia ativa é a de nutrição vegetal. A ciência que estuda nutrientes e suas funções nos vegetais é conhecida como nutrição mineral de plantas. Esta área do conhecimento estuda os elementos indispensáveis para que a planta possa completar o seu ciclo de vida. Discorre sobre como esses elementos são absorvidos, translocados e acumulados; tratando, ainda, dos sintomas e consequências dos excessos ou deficiências dos nutrientes. A planta tem seu crescimento determinado, dentre outros fatores, pela quantidade de nutrientes disponibilizados no solo na quantidade mínima necessária (BOARETTO *et al.*, 2016).

Segundo Epstein *et al.* (2006), a nutrição mineral trata da obtenção e consumo de elementos químicos que fazem parte da constituição das plantas. Esses mesmos elementos químicos participam da constituição de grande parcela dos indivíduos que interagem em cadeias alimentares que envolvem plantas como produtoras. Faquin (2005) ressalta que o solo, do ponto de vista quantitativo, é o meio que fornece menos elementos às plantas, porém é mais fácil de ser modificado tornando-se produtivo com usos de técnicas agrícolas como a calagem e a adubação. Como resultado é possível aumentar a produtividade da planta.

Existe uma correlação entre a planta e o homem. O homem utiliza a planta e deve assegurar às plantas cultivadas uma nutrição adequada, de modo a se beneficiar mais de sua produção (BOARETTO *et al.*, 2016). Sendo assim, os estudos relacionados à nutrição de plantas são importantes não apenas do ponto de vista comercial, mas também no que se refere ao valor nutricional dos alimentos de origem vegetal.

Considerando a relevância da nutrição vegetal para a disponibilidade de alimentos a humanidade e, levando em conta o novo modelo educacional focado na formação de cidadãos mais conscientes, o aprendizado desse fator dentro da disciplina de Botânica é essencial na educação básica. Para tanto, o uso de metodologias baseada em investigação seria de grande valia no ensino sobre a nutrição vegetal, motivando assim a condução do presente estudo.

3 JUSTIFICATIVA

O ensino de Botânica, especialmente o tópico de nutrição vegetal, é incluído na Base Nacional Comum Curricular do ensino médio nas escolas brasileiras, sendo conteúdo frequente em diferentes exames admissionais do ensino superior em todo o país (HANSEL, 2021). Além disso, os conhecimentos relativos à nutrição de plantas são essenciais para que os estudantes possam entender a importância desse fenômeno na sua vida cotidiana, sendo que ela é a base para garantir a preservação ambiental por meio do desenvolvimento sustentável. De fato, a nutrição vegetal tem impacto direto na produção de alimentos em nível mundial, e reconhecer os mecanismos que regulam e executam esse processo nos vegetais é essencial para que os estudantes desenvolvam um senso crítico relativo ao equilíbrio entre as necessidades alimentícias humanas e a preservação do meio ambiente (SALDANHA *et al.*, 2016; HANSEL, 2021). Nesse sentido, o professor da Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Dr. Hélio Grassi Filho, destaca:

“É interessante ressaltar que o ato de nutrir a planta afeta diretamente a sua produtividade. A falta de um elemento pode resultar em queda brusca na produção. Com o adequado manejo dos nutrientes há manutenção e aumento da produtividade não apenas em termos quantitativos, mas também qualitativos, agregando valor ao produto no mercado (SEGS, 2017)”

Apesar da importância curricular, educacional e socioambiental da disciplina de nutrição vegetal, existem diversos gargalos relacionados à sua abordagem junto ao sistema educacional devido à grande complexidade geralmente associada a matéria de Botânica. Nesse sentido, Santos e Neto (2016) mostraram que 61,4% dos alunos de duas turmas de Biologia da 2ª série do ensino médio, de uma Escola Estadual localizada em Nova Floresta-PB, relataram dificuldades em compreender os conteúdos de Botânica. No estudo que incluiu 57 alunos, estes se referem à taxonomia e às nomenclaturas das plantas, que assim como muitas outras disciplinas da Biologia são normalmente exploradas em sala de aula por meio de modalidades teóricas expositivas, nas quais o aluno se torna um sujeito passivo, como os principais agentes dificultadores no entendimento da Botânica. Assim, apesar da importância das plantas na biodiversidade brasileira e da sua relevância no desenvolvimento humano, papéis que evidenciam diferentes possibilidades de estudo e abordagem, os estudantes frequentemente destacam que preferem aprender outros conteúdos como zoologia e citologia (SANTOS e NETO, 2016). Corroborando com essa proposição, Neves *et al.* (2019) discorrem sobre a predominância do interesse dos alunos do ensino médio em animais ao invés de plantas, destacando que muito dos discentes sofrem uma “cegueira botânica”. Portanto, tratar qualquer

tema de Botânica com os alunos do ensino médio, como a nutrição mineral das plantas, é um grande desafio para os docentes e o desenvolvimento de sequências didáticas que colocam o protagonismo no estudante é essencial para uma abordagem mais proveitosa dessa matéria (AGUIAR *et al.* 2021).

O conhecimento tradicional proposto em sala de aula é estruturado, em sua maioria, de maneira expositiva. Esse tipo de modelo acaba acarretando um distanciamento motivacional dos alunos nas aulas. É preciso que o aluno queira aprender para que o conhecimento se torne significativo para ele.

A proposta de uma metodologia investigativa tende a trazer o aluno ao protagonismo, visto que ele trata situações em forma de problemas abertos, dando-o oportunidade para criar seu conhecimento (SEBASTIANY *et al.*, 2015). A abordagem investigativa experimental permite ao estudante testar mais facilmente suas hipóteses em relação ao problema abordado e, com isso, ele conseguirá transformar o ensino-aprendizagem mais prazeroso e útil para sua vida.

Sequências didáticas abrangem diversas estratégias, e a experimentação é uma delas (SILVA *et al.*, 2017). Usá-las como ferramentas de ensino facilita a interação professor aluno com o tema abordado, ajudando a criar uma interação dos conhecimentos científicos e o senso comum.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

- Produzir e aplicar uma Sequência de Ensino Investigativa, com uso de experimentação, na área de nutrição mineral de plantas.

4.2 Objetivos específicos

- Demonstrar, de forma investigativa, que as plantas necessitam de nutrientes minerais; bem como relacionar essa nutrição como ponto primordial para o sucesso de seus ciclos de vida.
- Estabelecer relação entre nutrição mineral e fotossíntese, de modo a subsidiar a compreensão global do processo de nutrição das plantas.
- Testar a aprendizagem através de questões, durante a aplicação da sequência.
- Estabelecer conexões entre o senso comum dos estudantes e temas como autotrofismo e nutrição mineral de plantas.
- Produção de um folheto explicativo correlacionando o senso comum e os conhecimentos científicos adquiridos com o desenvolvimento do projeto.

5 MATERIAL E MÉTODOS

Produção da sequência didática

A sequência didática segue as diretrizes de pesquisa investigativa apresentadas no texto de Carvalho, 2011. Foi aplicado em dois formatos: modo remoto e presencial.

A aplicação remota foi realizada em outubro de 2020 e a sequência presencial aplicada de outubro a dezembro do ano de 2022.

Os textos e vídeos utilizados durante a realização da sequência foram selecionados de acordo com o perfil dos estudantes participantes que faziam parte do primeiro e segundo ano do Ensino Médio da Escola Estadual Martin Cyprien, do município de Divinópolis, Minas Gerais.

A pergunta norteadora da sequência foi: *“Se as plantas produzem seu próprio alimento por meio da fotossíntese, porque precisam estar fixadas em algum substrato para sobreviver?”*

5.1 Aplicação da sequência didática remota

Inicialmente, considerando o ensino emergencial remoto que se instaurou em todo o estado de Minas Gerais devido à pandemia provocada pelo Coronavírus (SARS-CoV-2), a sequência didática foi aplicada de forma remota. Com essa finalidade, a atividade teve como público alvo 13 alunos do ensino médio da Escola Estadual Martin Cyprien, localizada no município de Divinópolis/MG (13 alunos do 1º ano do ensino médio integral e 1 aluna do 2º ano do ensino médio regular). Essa sequência foi aplicada remotamente com a utilização das plataformas digitais *WhatsApp*, *Google Meet*, *Jamboard* e *Padlet*.

Os alunos foram convidados a participar por meio do *WhatsApp*. A seguir, a sequência didática foi aplicada em três encontros síncronos pela plataforma *Google Meet* e parte desenvolvida de forma assíncrona pela ferramenta *WhatsApp*. Inicialmente, uma roda de conversa foi realizada e os alunos apresentaram suas considerações e dúvidas relacionadas ao processo de crescimento das plantas. A ferramenta *Jamboard* foi utilizada e os alunos interagiram colocando seus conhecimentos sobre o crescimento das plantas usando *Post-it* virtuais.

A seguir, foi apresentado aos alunos incluídos no estudo o vídeo *Método Científico*, produzido pelo Brasil Escola e apresentado pelo professor de Biologia Fred Mata que se encontra disponível no YouTube no endereço <https://youtu.be/htCQKpKh2DI> com duração de 12:43 minutos com o objetivo de introduzir essa questão juntamente com os discentes

envolvidos no projeto. Após a exibição deste vídeo, nova roda de conversa foi efetuada para que dúvidas existentes sobre o assunto fossem discutidas.

Ainda para a contextualização da atividade, foi utilizado um texto que trata de nutrição mineral e obtenção de energia (<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/nutricao-das-plantas.htm>). Após a leitura, foi realizada uma discussão em sala de aula e os alunos foram solicitados a levantarem hipóteses sobre a pergunta norteadora da sequência. Nessa etapa, eles foram divididos em dois grupos. Como produto final dessa etapa foi solicitado que cada grupo utilizasse o recurso digital *Padlet* para montar mapas mentais que explicasse de forma simples a importância da nutrição para plantas e como ela acontece. Como forma de orientação, um tutorial para auxiliar no manuseio da ferramenta *Padlet* foi enviado pelo *WhatsApp*. O material construído pelos alunos foi subsequentemente apresentado aos demais participantes do projeto durante uma discussão virtual na plataforma *Google Meet*.

Por fim, a ferramenta *Jamboard* foi novamente aplicada e novos *Post-it* foram gerados para avaliar o novo entendimento dos alunos sobre nutrição vegetal após a sequência didática desenvolvida *on-line*.

5.2 Aplicação da Sequência didática presencial

A sequência didática presencial foi conduzida com 27 alunos do Ensino Médio de Tempo Integral-EMTI. Inicialmente, uma reunião com os alunos foi realizada e a proposta da sequência didática apresentada. Aqueles que concordaram foram direcionados para o recolhimento das assinaturas do termo de consentimento livre esclarecido (TCLE) e do termo de assentimento livre e esclarecido (TALE), cujos modelos podem ser vistos, respectivamente, no **Apêndice A** e **Apêndice B**.

Em um primeiro momento, foi aplicada uma avaliação diagnóstica, com a finalidade de levantar o conhecimento prévio dos alunos sobre Botânica e nutrição mineral de plantas. O teste continha dez questões, sendo quatro discursivas e seis de múltipla escolha com cinco opções cada, sendo somente uma correta. Essa avaliação foi aplicada com o auxílio da plataforma *Google Forms* (**Apêndice C**).

Para a contextualização da atividade, foi utilizado um texto que trata de nutrição mineral e obtenção de energia (<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/nutricao-das-plantas.htm>). Posteriormente, com o objetivo de tornar o aprendizado mais aplicado, foram propostas duas situações-problema sobre nutrição vegetal, em que os alunos tiveram a oportunidade de usar os

conhecimentos adquiridos com a leitura do texto anterior para explicar os fenômenos observados. Inicialmente, foi apresentado aos estudantes o clássico experimento feito pelo alquimista belga Jean Baptiste van Helmont (1577-1644), que consistiu em colocar uma planta de salgueiro (*Salix babylonica* L.) em um vaso com 200 libras de solo (90,7kg). Durante cinco anos, Helmont se limitou a acrescentar água ao solo, pesando constantemente o vaso com a planta (que no momento inicial do experimento pesava cerca de 2,3Kg). Ao final do experimento, verificou-se que o salgueiro passou a pesar cerca de 76Kg, enquanto que o solo durante este tempo apenas tinha perdido cerca de 60g, quantidade considerada desprezível. Assim, Helmont concluiu que não era o solo que fornecia alimento para a planta, mas que o crescimento do salgueiro foi resultante da “transmutação” da água em material vegetal (COSTA, 2014). Após a apresentação do experimento, foi solicitado aos alunos que reinterpretassem os resultados obtidos por Helmont, empregando termos relativos à botânica que eles aprenderam com a leitura do texto sobre a nutrição vegetal.

Em outra situação-problema, foi apresentado aos estudantes um modelo de planta epífita (*Tillandsia* sp.; Bromeliaceae), que cresce sobre troncos de árvores ou mesmo em fios de eletricidade ou estruturas de concreto. Os alunos foram instigados a formular hipóteses que expliquem como essas plantas vivem em tais condições. Além disso, eles foram instigados a sugerir um experimento que pudesse testar as hipóteses formuladas, com o objetivo de estimular a aplicação do método científico apresentado anteriormente. Todas as hipóteses levantadas pelos estudantes durante a sequência foram explanadas e debatidas na parte final da sequência didática.

Após essa etapa, foram ministradas aulas sobre morfofisiologia vegetal. As aulas mesclaram conteúdo expositivo com recursos didáticos diversos, como audiovisual e textos sobre diferentes assuntos relacionados à botânica, com foco na nutrição vegetal como: adubos orgânicos, adubos químicos, crescimento vegetal, fotossíntese, hidroponia. Após o conteúdo ministrado, foi proposto aos alunos um experimento prático com o objetivo de verificar a importância da nutrição para o desenvolvimento vegetal. Para isso, sementes de pepino (*Cucumis sativus* L.) foram cultivadas sob cinco condições: areia lavada regada com água destilada, areia lavada regada com uma solução completa de minerais, areia lavada regada com solução completa menos o elemento nitrogênio, areia lavada regada com solução completa menos o elemento potássio, areia lavada regada com solução completa menos o elemento magnésio. A germinação e o desenvolvimento das mudas foram acompanhados pelos estudantes que fizeram as medições e anotações referentes as características botânicas:

tamanho da planta, tamanho e coloração das plantas, observadas em cada condição. Os detalhes das condições experimentais e materiais utilizados estão descritos no **Apêndice D**.

Ao final da sequência didática, o questionário de avaliação diagnóstica foi aplicado novamente para verificar se o procedimento didático empregado ampliou o conhecimento dos alunos incluídos no estudo. Como produto final dessa sequência, foi desenvolvido pelos alunos um folheto explicativo correlacionando as principais alterações morfofisiológicas que uma planta apresenta em decorrência da falta de macronutrientes, propondo a interação dos conhecimentos científicos e do senso comum sobre técnicas simples para correção da falta de nutrientes no solo.

Na **tabela 1**, encontra-se o cronograma de tempo que foi utilizado no desenvolvimento dessa sequência didática:

TIPO DE ATIVIDADE	TEMPO
SEQUÊNCIA DIDÁTICA REMOTA	50 MIN
CONHECIMENTOS PRÉVIOS USANDO A PLATAFORMA <i>Jamboard</i>	50 MIN
VÍDEO SOBRE O MÉTODO CIENTÍFICO	50 MIN
TEXTO SOBRE NUTRIÇÃO MINERAL DAS PLANTAS E PROPOSTA DE SITUAÇÕES-PROBLEMAS	50 MIN
FORMULAÇÃO DE HIPÓTESES	50 MIN
APRESENTAÇÃO DOS MATERIAIS PARADIDÁTICOS USANDO O <i>Padlet</i>	
APRESENTAÇÃO DOS CONHECIMENTOS ADEQUIRADOS PÓS SEQUÊNCIA COM A UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA <i>Jamboard</i>	50 MIN
SEQUÊNCIA DIDÁTICA PRESENCIAL	
PROPOSTA DO PROJETO AOS ALUNOS	50 MIN
RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS	50 MIN
COMPILAÇÃO DOS DADOS DOS QUESTIONÁRIO	24 HS
CONTEXTUALIZAÇÃO COM USO DE TEXTO SOBRE NUTRIÇÃO MINERAL E PROPOSTA DE SITUAÇÕES-PROBLEMAS PARA A CONSTRUÇÃO DAS HIPÓTESES SOBRE O TEMA ABORDADO.	50 MIN
LEVANTAMENTO DAS HIPÓTESES DOS ESTUDANTES BASEADA NO TEXTO LIDO.	
ANÁLISE DAS PROPOSTAS DE EXPERIMENTOS FEITAS PELOS ESTUDANTES PARA CORROBORAR AS HIPÓTESES FORMULADAS.	50 MIN
AULA TEÓRICO/PRÁTICA: ASPECTOS MORFOLÓGICOS DAS PLANTAS	100 MIN
AULA TEÓRICA: ASPECTOS FISIOLÓGICOS NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS	100 MIN
AULA TEÓRICA: FOTOSSÍNTESE E NUTRIÇÃO MINERAL NAS PLANTAS	100 MIN
DESENVOLVIMENTO DOS EXPERIMENTOS	

ACOMPANHAMENTO DOS EXPERIMENTOS

ANÁLISE DOS DADOS OBSERVADOS/LEVANTADOS

4 DIAS

DESENVOLVIMENTO DE UM PANFLETO EXPLICATIVO RELACIONANDO A INTERAÇÃO DOS CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E DO SENSO COMUM SOBRE TÉCNICAS SIMPLES PARA

CORREÇÃO DA FALTA DE NUTRIENTES NO SOLO

3 DIAS

Tabela 1: Cronograma da sequência didática sobre nutrição mineral vegetal aplicada aos discentes do ensino médio da Escola Estadual Martin Cyprien (Divinópolis, Minas Gerais)

6 RESULTADOS

6.1 Sequência didática remota

As atividades propostas foram bem aceitas pelos alunos incluídos no estudo. Estes relataram que a sequência didática apresentada é mais motivadora que as aulas expositivas tradicionais. Em um primeiro momento, os alunos foram instigados a falar sobre os seus conhecimentos prévios no que concerne ao crescimento e nutrição vegetal. Como mostrado na **Figura 2**, que representa os *Post-it* feitos pelos alunos na plataforma *Jamboard*, foi possível verificar que os discentes incluídos apresentavam um arcabouço teórico considerável no que tange ao desenvolvimento das plantas. Muitos alunos citaram elementos associados ao solo como essenciais ao crescimento vegetal como “terra”, “adubo” e “matéria orgânica”. Outros foram capazes de reconhecer a importância de macronutrientes no processo de crescimento vegetal, sendo citado o “fósforo”, “potássio” e “matéria inorgânica”. Além disso, alguns dos alunos incluídos identificaram a importância da água, e outros destacaram a influência da luminosidade para o desenvolvimento das plantas. Entretanto, somente um dos estudantes relatou a importância de elementos atmosféricos nesse processo, como a disponibilidade de gás carbônico (**Figura 2**).



Figura 2: Quadro contendo os *Post-it* virtuais da ferramenta *Jamboard* correlacionados a atividade de conhecimentos prévios dos discentes do ensino médio da Escola Estadual Martin Cyprien (Divinópolis, Minas Gerais) sobre o desenvolvimento e nutrição vegetal.

Antes da apresentação inicial da sequência, os alunos tiveram a oportunidade de conhecer ou reciclar saberes sobre o método científico. Mais uma vez, os alunos demonstraram bastante facilidade com a temática e se envolveram de maneira muito positiva com a atividade. Após a apresentação do vídeo, foi realizada uma discussão sobre as diferentes formas de usar o método científico no processo de aprendizado, com foco no ensino da nutrição e desenvolvimento das plantas.

Após a formulação e apresentação da pergunta norteadora, a sequência didática iniciou-se com a leitura do texto “Nutrição Vegetal”, escrito pela professora de biologia Vanessa Sardinha dos Santos e publicado no portal Brasil Escola. Nesse momento, os alunos tiveram a oportunidade de aprofundar os conhecimentos nesse campo. As principais hipóteses levantadas sobre a pergunta norteadora da sequência foram:

○ Grupo 1

- A luz do sol é estritamente necessária para que as plantas façam fotossíntese
- O adubo solto ajuda o crescimento das raízes
- A água é essencial para o fortalecimento das raízes
- O inseticida natural de alho e pimentão repele insetos, protegendo das pragas
- Água em excesso retira o oxigênio das plantas

○ **Grupo 2**

- O crescimento das plantas é provocado por diversos fatores como a qualidade do solo que pode ser modificado
- A ausência de elementos tóxicos ajuda no crescimento da planta e na fertilidade do solo
- A falta de herbívoros na área também é um fator importante
- Lagartas podem transmitir doenças causando o desfolhamento e a morte da planta
- Os túneis das minhocas ajudam a ventilação e favorece a penetração da água
- Adubação do solo com ingredientes naturais como café, pois é rico em nitrogênio, banana que é rico em potássio e casca de ovo que contém fósforo

Neste mesmo encontro, após a discussão dos alunos nos grupos, foram apresentados quatro experimentos clássicos em nutrição de plantas: o primeiro feito pelo alquimista belga Jean Baptiste van Helmont (1577-1644), que consistiu em colocar uma planta de salgueiro (*Salix babylonica* L.) em um vaso e acompanhar seu crescimento ao longo de cinco anos, limitando-se a acrescentar água ao solo. O segundo foi um experimento feito por Joseph Priestley (1733-1804), ele demonstrou que uma vela se apaga e o rato morre dentro de uma campânula, mas quando acompanhado por uma planta, a vela mantém-se acesa e o rato vivo por determinado tempo. Através dessa experiência constatou que as plantas também teriam um papel fundamental na renovação e manutenção da qualidade do ar (MARTINS, 2009). O terceiro experimento refere-se a um trabalho desenvolvido na Universidade Federal do Rio Grande que faz menção ao ensino prático de Botânica na graduação. Nele os alunos testam o desenvolvimento de sementes de tomates em soluções nutritivas de Clark (completa, sem nitrogênio, sem fósforo, sem potássio) e seus respectivos resultados. Trabalho disponível no endereço eletrônico <https://ensinopraticodebotanica.furg.br/fisiologia/experimento-08.html>. O quarto experimento refere-se a leitura de um artigo que analisa as deficiências de macronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Iris e seus respectivos resultados. Texto disponível no endereço eletrônico <https://www.scielo.br/j/pab/a/9NDR5X9tyjKNb5kFtDv9T3s/?lang=pt&format=html#>. Os alunos utilizaram os experimentos apresentados para corroborar ou refutar as hipóteses por eles produzidas.

Apesar dos problemas observados, tais como apatia e dificuldade de se organizarem sozinhos sem a presença física do professor, foi possível verificar um ganho importante no que

se refere ao nível de conhecimento sobre nutrição vegetal. Este incremento de aprendizagem foi percebido por meio do envolvimento maior dos alunos nas discussões finais da sequência e também na observação do quadro de *post-it* criado pelos mesmos, o qual foi mais aprofundado e mais aplicado do que aquele observado com os *Post-it* dos conhecimentos prévios (Figura 3). Assim, para que os alunos pudessem produzir um material para consulta futura, foi solicitada a construção de mapas mentais sobre nutrição vegetal, usando como base as informações presentes no texto lido, usando a plataforma *Padlet*. Como mostrado na **Figura 4**, os discentes reuniram as informações levantadas em esquemas bem didáticos, de fácil visualização e leitura.



Figura 3: Quadro contendo os *Post-it* virtuais da ferramenta *Jamboard* correlacionados a atividade de conhecimentos dos discentes do ensino médio da Escola Estadual Martin Cyprien (Divinópolis, Minas Gerais) sobre o desenvolvimento e nutrição vegetal após o desenvolvimento da sequência didática.



Figura 4: Diagrama mostrando aspectos principais sobre nutrição de plantas produzido pelos estudantes do grupo 1 (A; Disponível em <https://padlet.com/mariaeduardabinoalmeida/o5pww5gmvcavn10h>) e grupo 2 (B; Disponível em <https://padlet.com/gaianunes02/khxzenxki9tn888i>).

Após a finalização da sequência remota, os *Post-it* referentes à nutrição vegetal foram novamente gerados pela ferramenta *Jamboard*. É evidente que o número de termos referentes a nutrição vegetal aumentou significativamente. Os discentes ampliaram o seu vocabulário botânico, e termos que inicialmente não haviam sido citados durante a análise de conhecimento prévio como “autotrofia”, “nutrição inorgânica” e “base da cadeia alimentar”, foram reportadas nessa segunda avaliação.

6.2 Sequência didática presencial

Inicialmente, foi aplicado um questionário diagnóstico para avaliar o conhecimento inicial dos alunos sobre botânica, com foco na nutrição das plantas. A primeira pergunta questionou “*O que a palavra botânica significa?*” A maioria dos alunos relacionou ao estudo das plantas (24/27; 89%), sendo que apenas três alunos não souberam responder a essa questão (3/27; 11%). A seguir foi perguntado “*O que é fotossíntese?*”. Muitos alunos conseguiram identificar corretamente que se trata de um processo autotrófico de produção de nutrientes, sendo que a maioria destacou que ocorre a fixação da energia luminosa na forma de energia química (25/27; 93%).

Na pergunta de número 3, foi questionado aos alunos: “*A fotossíntese é o processo em que os vegetais conseguem converter a energia luminosa em energia química. Marque a alternativa que indica a organela celular responsável por esse processo*”. Mais da metade (14/27; 51,9%) mencionou corretamente que as reações da fotossíntese ocorrem no interior do cloroplasto, como mostrado na **Figura 5**.

3-A fotossíntese é o processo em que os vegetais conseguem converter a energia luminosa em energia química. Marque a alternativa que indica a organela celular responsável por esse processo:
14 / 27 respostas corretas

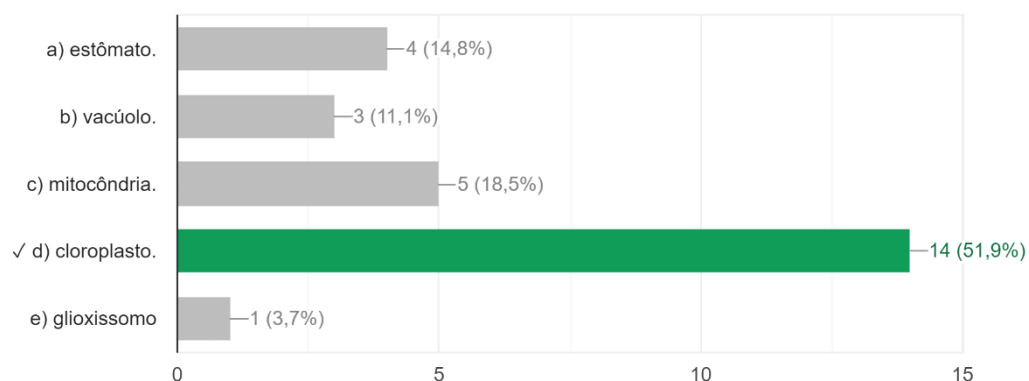


Figura 5: Distribuição da frequência de respostas para a questão 3 da avaliação diagnóstica sobre nutrição vegetal aplicada aos alunos do ensino médio da Escola Estadual Martin Cyprien (Divinópolis, Minas Gerais).

Posteriormente, foi questionado sobre “*O que você entende por nutrição mineral nas plantas?*”. As respostas a essa questão foram bem variadas sendo que muitos alunos associaram esse evento a absorção de minerais do solo (12/27; 44%), utilização de água pelo vegetal (6/27; 22%) e produção de alimento pela planta (5/27; 18%). Quatro estudantes não souberam opinar a respeito desse fenômeno (4/27; 15%). Complementando essa pergunta, na questão de número

5 foi questionado “*Na sua opinião, como acontece o crescimento das plantas?*”. Vários estudantes identificaram que o crescimento vegetal é associado ao consumo de nutriente pelas plantas (15/27; 55%) e realização da fotossíntese (5/27; 18%). Dois alunos relacionaram o crescimento vegetal com o ciclo de vida da planta (semente, plântula, adulto) (2/27; 7%), um estudante relatou que o crescimento só é possível devido a manipulação antrópica (cuidado das culturas) (1/27; 4%) e quatro não conseguiram responder (4/27; 15%).

A questão de número 6 foi “*A maior parte da massa de matéria orgânica de uma árvore provém de*”. Como mostrado na **Figura 6**, a maioria dos estudantes respondeu erroneamente que a biomassa é determinada pelos minerais presentes no solo (11/27; 40,7%), sendo que apenas 14,8% (4/27) identificaram corretamente o gás carbônico como o principal recurso que confere massa ao vegetal.

6- A maior parte da massa de matéria orgânica de uma árvore provém de:

4 / 27 respostas corretas

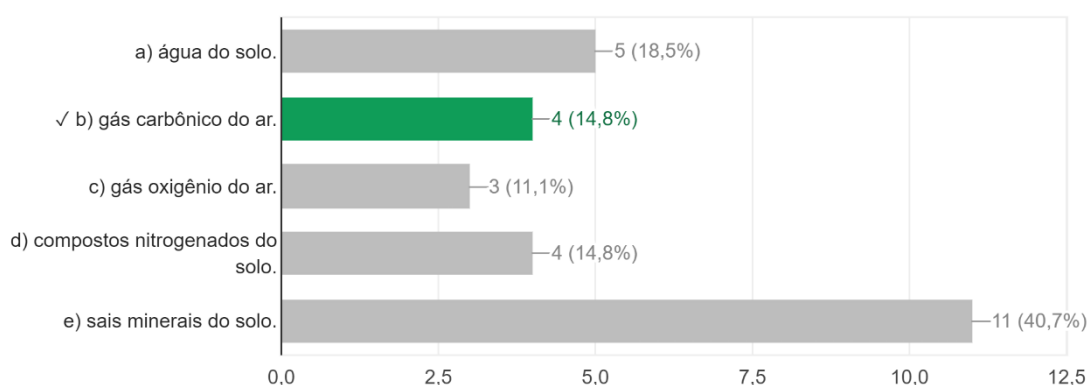


Figura 6: Distribuição da frequência de respostas para a questão 6 da avaliação diagnóstica sobre nutrição vegetal aplicada aos alunos do ensino médio da Escola Estadual Martin Cyprien (Divinópolis, Minas Gerais).

Uma taxa de acertos muito baixa foi também observada na pergunta de número 7, onde foi questionado aos estudantes sobre a diferença de macroelementos e microelementos. Na pergunta “*As plantas, assim como todos os animais, necessitam de alguns nutrientes essenciais. Os nutrientes necessários para a planta podem ser macronutrientes ou micronutrientes. Analise as alternativas a seguir e marque a única que apresenta um micronutriente*”, muitos dos estudantes identificaram o nitrogênio (7/27; 25,9%) e o cálcio (7/27; 25,9%) como microelementos, sendo que, entre os elementos citados, apenas o ferro (4/27; 14,8%) possui essa classificação (**Figura 7**).

7- As plantas, assim como todos os animais, necessitam de alguns nutrientes essenciais. Os nutrientes necessários para a planta podem ser m... marque a única que apresenta um micronutriente:

4 / 27 respostas corretas

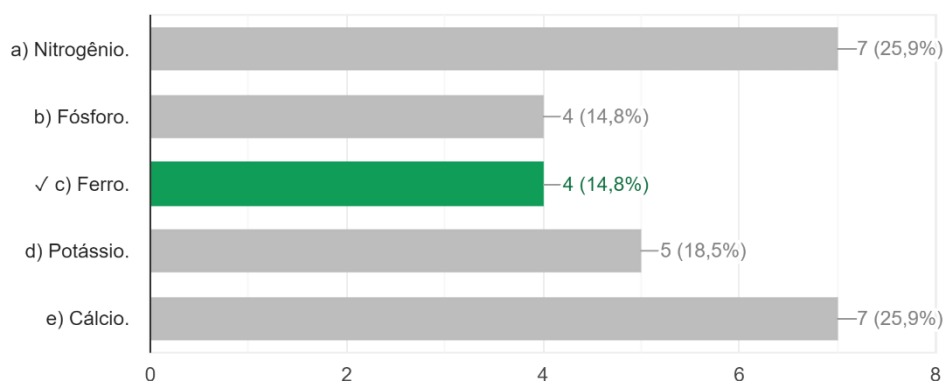


Figura 7: Distribuição da frequência de respostas para a questão 7 da avaliação diagnóstica sobre nutrição vegetal aplicada aos alunos do ensino médio da Escola Estadual Martin Cyprien (Divinópolis, Minas Gerais).

Na pergunta de número 8, foi questionado aos estudantes “*As plantas carnívoras ou insetívoras possuem capacidade de capturar insetos. Essas plantas têm como principal forma de garantir nutrientes a*”. Nesse caso, a resposta mais escolhida foi a correta, a qual informa que, apesar da captura de insetos, a principal fonte energética desses espécimes ainda continua sendo a fotossíntese (7/27; 25,9%). Entretanto, um grande número de alunos respondeu incorretamente a esse questionamento (20/27; 74%) como evidenciado na **Figura 8**.

8- As plantas carnívoras ou insectívoras possuem capacidade de capturar insetos. Essas plantas têm como principal forma de garantir nutrientes a

7 / 27 respostas corretas

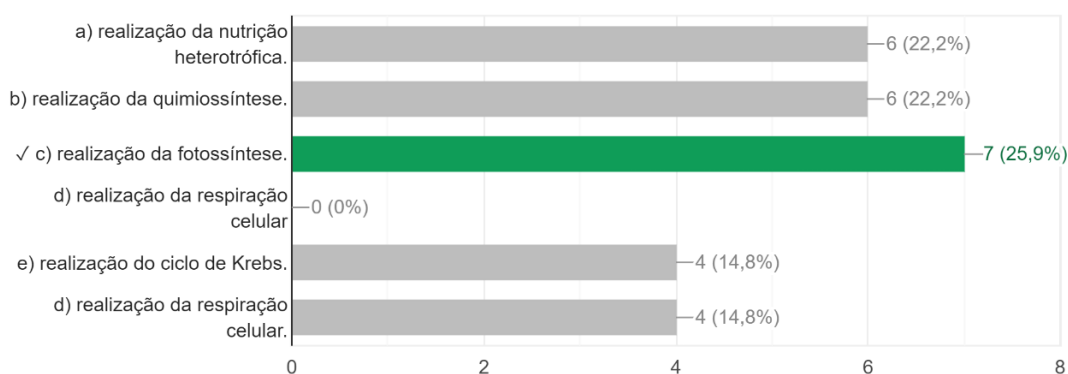


Figura 8: Distribuição da frequência de respostas para a questão 8 da avaliação diagnóstica sobre nutrição vegetal aplicada aos alunos do ensino médio da Escola Estadual Martin Cyprien (Divinópolis, Minas Gerais).

A pergunta de número 9 tratou-se de uma sequência para que os alunos pudessem julgar se as sentenças eram verdadeiras ou falsas. Nessa questão, conforme apresentado na **Figura 9**, somente 25,9% dos estudantes (7/27) responderam corretamente, indicando alta taxa de erro.

9- Marque V ou F nas afirmações a seguir: () É importante conhecer as necessidades das plantas e deficiências se manifestam para poder se tomar ...nativa que corresponde a ordem correta de V e F:
7 / 27 respostas corretas

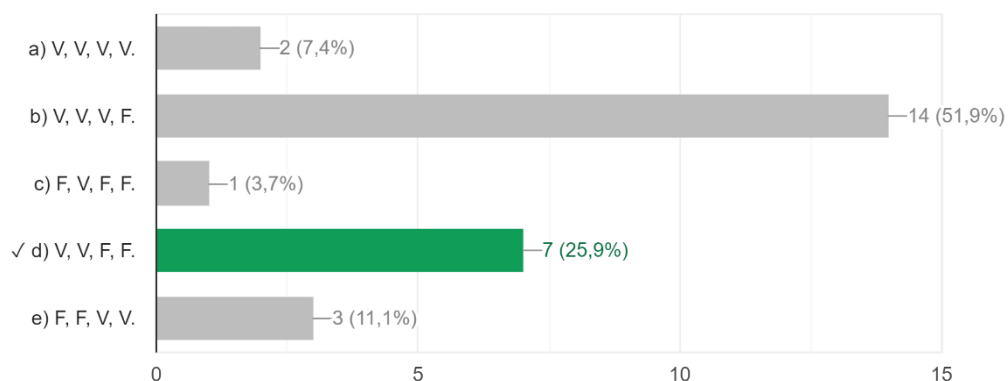


Figura 9: Distribuição da frequência de respostas para a questão 9 da avaliação diagnóstica sobre nutrição vegetal aplicada aos alunos do ensino médio da Escola Estadual Martin Cyprien (Divinópolis, Minas Gerais).

Por fim, a pergunta de número 10 levantou o seguinte questionamento: “*Hoje em dia encontramos frequentemente hortaliças em supermercados que são cultivadas através da técnica de hidroponia. Esta técnica consiste em cultivar pequenas mudas em apoios especiais aos quais é adicionado líquido com sais nutrientes. O aumento da biomassa (crescimento) destas plantas é devido principalmente à absorção de*”. Similarmente a questão de número 6, grande parte dos estudantes não identificaram corretamente o gás carbônico como principal agente atrelado a biomassa vegetal (4/27; 14,8%). Aqui, a maioria deles, como mostra a **Figura 10**, associa o crescimento do vegetal a absorção de matéria orgânica (18/27; 66,7%).

Juntos, esses resultados mostram que apesar de um conhecimento geral considerável dos alunos sobre nutrição vegetal, como revelado pelos *Post-it* usando a plataforma *Jamboard*, os estudantes apresentaram dificuldades em aplicá-los em situações-problemas. Devido a esse perfil, foi pensado em uma sequência didática que explorasse mais o conhecimento aplicado a situações-problemas, sendo os alunos instigados a formular hipóteses e testá-las por meio do método científico.

10- Hoje em dia encontramos frequentemente hortaliças em supermercados que são cultivadas através da técnica de hidroponia. Esta técnica con...tas plantas é devido principalmente à absorção de:
4 / 27 respostas corretas

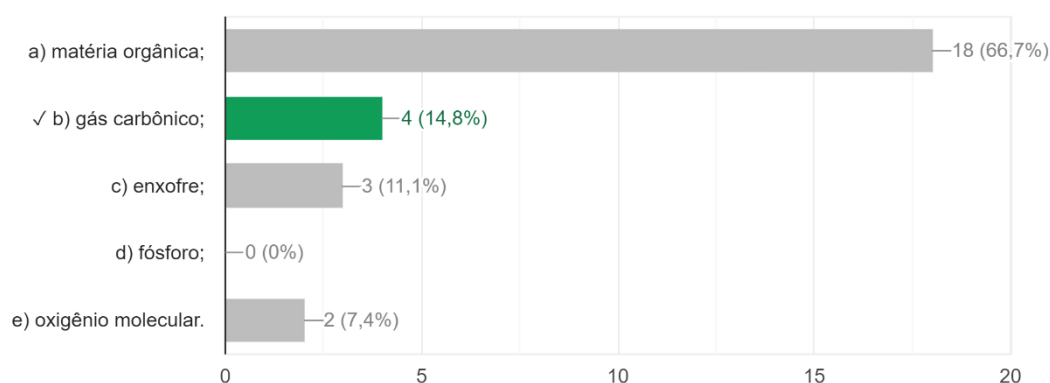


Figura 10: Distribuição da frequência de respostas para a questão 10 da avaliação diagnóstica sobre nutrição vegetal aplicada aos alunos do ensino médio da Escola Estadual Martin Cyprien (Divinópolis, Minas Gerais).

A fim de consolidar o conhecimento sobre nutrição vegetal adquirido após a leitura do texto da professora Vanessa Sardinha dos Santos (o qual foi também aplicado na sequência didática remota), foi apresentado, na forma de *slide*, o experimento clássico do alquimista belga Jean Baptiste van Helmont. Após a apresentação, os discentes foram divididos em grupos e instigados a aplicar os conhecimentos adquiridos para explicar os resultados obtidos pelo cientista. De maneira geral, os alunos conseguiram associar a importância dos fatores de nutrição vegetal no desenvolvimento e produção de biomassa, e que esse processo não está relacionado ao consumo do solo. Nesse sentido, somente um grupo associou o crescimento vegetal diretamente ao consumo de material do solo, sendo que os demais relacionaram que o crescimento vegetal se dá por um conjunto de fatores, sendo citado principalmente a ação da água, mas também a luminosidade e a atmosfera. Abaixo, são apresentadas as hipóteses levantadas:

- **Grupo 1:** Nós em comum acordo achamos que ao longo dos 5 anos o salgueiro absorveu os nutrientes da água e do sol e do solo e multiplicou ao longo do tempo suas células
- **Grupo 2:** As plantas recebem os nutrientes através da água, pois como mostrado em alguns estudos a planta cresce sem usar o solo que serve apenas como lugar de fixação

para a fotossíntese, existem uns nutrientes no solo que ajudam as plantas a se desenvolverem, mas os nutrientes da água são os mais utilizados na fotossíntese.

- **Grupo 3:** *O crescimento da planta ocorreu através da água, solo fértil, ar e luz solar (fotossíntese), nutrientes como adubo podem auxiliar também no crescimento.*
- **Grupo 4:** *A planta cresceu, pois, ela pegou os 60 g do solo, por isso o solo perdeu os 60 g.*
- **Grupo 5:** *A planta cresceu, pois, absorveu os nutrientes da água em maior parte, já os nutrientes absorvidos do solo são em menor quantidade*

Outra questão-problema foi abordada, com o objetivo de os alunos fixarem a importância da nutrição vegetal além de estimulá-los a aplicar o método científico no teste das hipóteses levantadas (sendo também apresentado, na sequência presencial, o vídeo sobre o método científico do professor Fred Mata). Foi apresentado aos discentes um vídeo sobre uma reportagem relacionada a invasão de bromélias em fios para que eles pudessem, usando um modelo de planta epífita (*Tillandsia* sp., Bromeliaceae), justificar como o crescimento dessa planta foi possível em tal ambiente. Os alunos reconheceram com esse experimento que o solo não é estritamente necessário para o crescimento de vegetais, sendo que a maioria abordou a capacidade que as bromélias tem de acumular água da chuva como adaptação importante para o crescimento nos fios. Além disso, muitos dos estudantes apontaram que o crescimento do vegetal se dá por meio da produção de metabólitos secundários durante a fotossíntese, e que isso é possível pois a planta usa os nutrientes carregados pela chuva e a luz solar como matérias primas desse processo. A partir das hipóteses formuladas, os estudantes propuseram procedimentos experimentais que podem corroborar esses levantamentos, mostrando que eles compreenderam o funcionamento e objetivos do método científico, o qual foi apresentado na forma de vídeo logo antes do início da sequência didática como descrito anteriormente. A seguir estão algumas das hipóteses e testes sugeridos pelos estudantes:

- **HIPÓTESE** - *A bromélia utiliza o fio somente como suporte e utiliza o sol e a água da chuva armazenada*
- EXPERIMENTO** – *Plantar a semente da bromélia em um fio que esteja exposto ao sol e regá-la diariamente fazendo um acompanhamento diário. O regar simularia a água da chuva.*
- **HIPÓTESE** - *A planta bromélia cresce na rede elétrica porque possui mecanismos de absorver nutrientes sem precisar do solo.*

EXPERIMENTO – Esticar um fio e colocar uma semente e deixar em ar livre sem regar ela.

- **HIPÓTESE** – Elas crescem com a ajuda do sol e da chuva.

EXPERIMENTO – Plantar a bromélia onde haja sol e chuva e acompanhar seu crescimento no dia-a-dia.

- **HIPÓTESE** – A bromélia retém água o que ajuda a sobreviver, ela consegue sobreviver e crescer, com uma suposta matéria orgânica do local, e também com a fotossíntese

EXPERIMENTO – Para o nosso experimento utilizamos uma malha com formato de trança e colocamos a semente ou bromélia dentro da trança, e colocamos a terra e aguamos e após um tempo analisamos.

- **HIPÓTESE** – A planta bromélia ganha biomassa por conta da fotossíntese, água da chuva e multiplicação de moléculas. Elas se propagam em uma base de sustentação acumulada no fio e em outros lugares

EXPERIMENTO – Desenvolver um fio de energia no laboratório e deixar exposto ao sol no quintal da escola. Molhar diariamente o fio, após a adição de sementes de bromélia, e acompanhar seu desenvolvimento.

Após a aplicação da primeira parte da sequência didática, a qual incluiu a leitura do texto sobre nutrição vegetal, levantamento de hipóteses sobre a importância dos fatores bióticos e abióticos nesse processo e a sugestão de teste de hipótese das questões-problemas, foram ministradas aulas teóricas sobre Botânica aos alunos. As aulas mesclaram conteúdo expositivo e recursos audiovisuais didáticos e versaram sobre o conteúdo de morfologia vegetal, fisiologia vegetal, fotossíntese e nutrição mineral de plantas terrestres. Foram abordados os quatro grandes grupos vegetais (Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas), sendo apresentado aos alunos as informações principais que caracterizam cada grupo vegetal, com conteúdo condizente com a Base Nacional Comum Curricular do ensino médio.

Para complementar o conteúdo teórico abordado, bem como para aplicar os conhecimentos adquiridos após as aulas, foi realizado, juntamente com os alunos, um experimento, em que foram avaliadas a germinação e o crescimento de mudas de pepino (*Cucumis sativus*) em diferentes condições: areia molhada com 1. Água destilada; 2. Solução Mineral Completa; 3. Solução Mineral sem Nitrogênio; 4. Solução Mineral sem Magnésio; 5. Solução Mineral sem Fósforo. Foram analisadas ao todo dez amostras, duas com cada condição apresentada no experimento. Após a germinação das sementes (dia 0), as mudas foram avaliadas a cada três dias entre 19 de novembro de 2022 (dia 1) e 05 de dezembro de 2022 (dia

15) quanto à altura da muda e tamanho da folha. Como mostrado na **Figura 11**, o crescimento das mudas cultivadas em meio sem nutriente e na ausência de potássio foi significativamente comprometido ao longo dos 15 dias. Entretanto, na ausência de magnésio e nitrogênio o tamanho da muda não se altera significativamente até o décimo quinto dia avaliação.

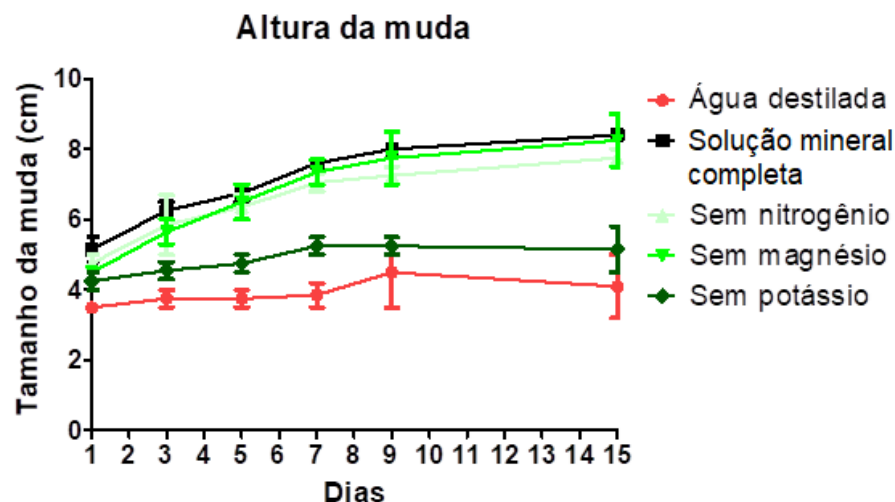


Figura 11: Vigor das plantas de pepino (*Cucumis sativus*), estimado por meio do comprimento da parte aérea. Dados do crescimento ao longo de 15 dias após a germinação da semente, cultivada em diferentes condições.

No que tange o tamanho das folhas, como mostra a **Figura 12**, não houveram diferenças significativas entre as condições de crescimento estudadas. Entretanto, vale destacar que as folhas das mudas crescidas em meio sem magnésio apresentam coloração amarelada, sugerindo assim uma síntese reduzida de clorofila nesses exemplares (**Figura 13**).

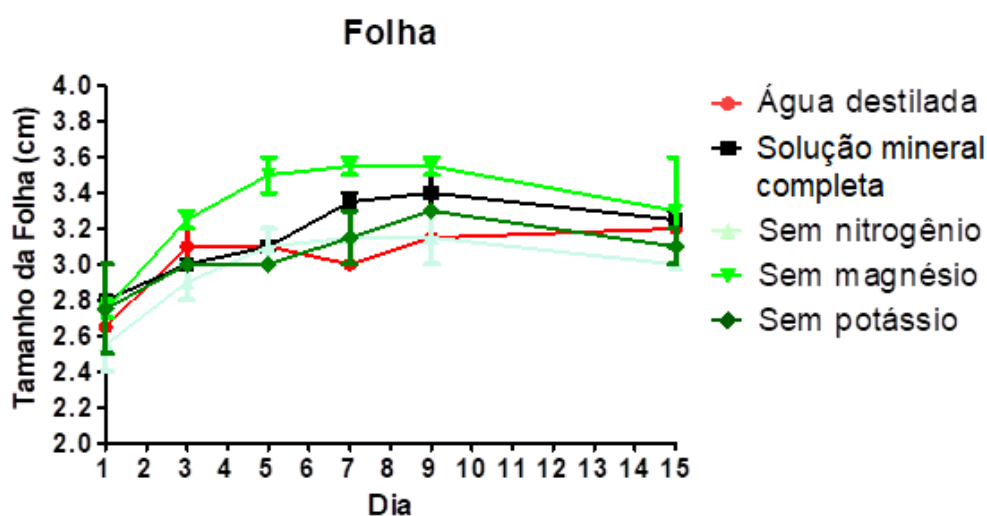


Figura 12: Vigor das plantas de pepino (*Cucumis sativus*), estimado pelo comprimento da lâmina foliar. Dados do crescimento ao longo de 15 dias após a germinação da semente, cultivada em diferentes condições.

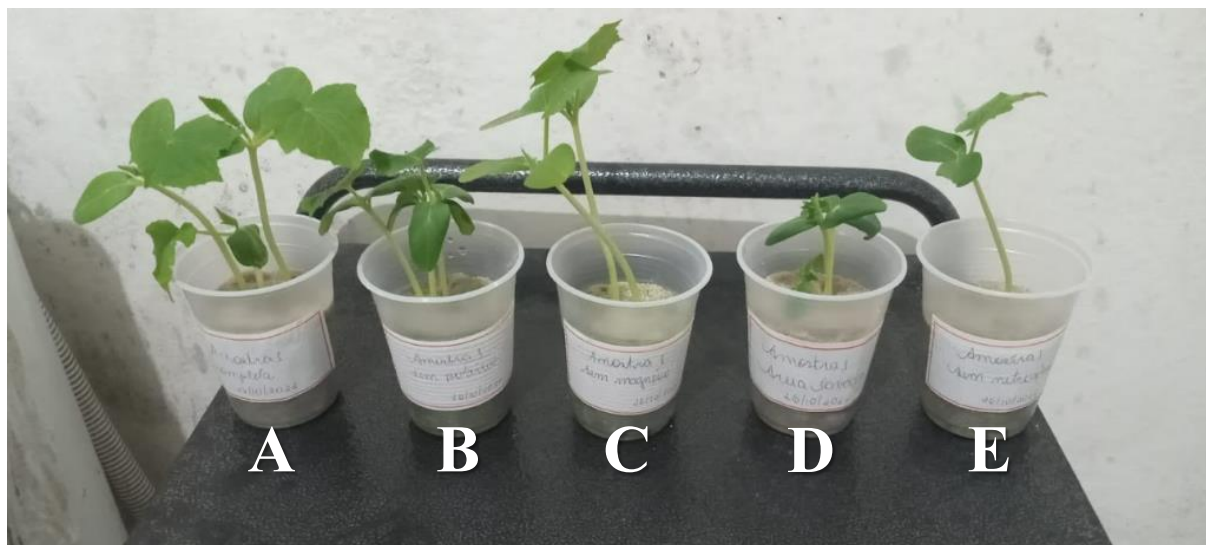


Figura 13: Visão geral das mudas de pepino (*Cucumis sativus*), ao longo de 15 dias após a germinação da semente, cultivada em areia lavada com solução mineral completa (A), solução mineral sem potássio (B), solução mineral sem magnésio (C), água destilada (D) e solução mineral sem nitrogênio (E).

Ao fim da sequência didática presencial, a avaliação diagnóstica foi novamente aplicada aos 27 estudantes que foram incluídos na sequência didática. Na pergunta de número 1, em que foi questionado aos estudantes o significado do termo botânica, o percentual de acertos passou de 89% na primeira avaliação para 96% após a sequência didática, mostrando um aumento de 7% na assertividade dos estudantes. Um aumento similar foi observado no índice de acertos da questão 2, onde foi perguntado aos discentes sobre o que era fotossíntese. Nesse caso, o percentual de acertos passou de 93% na avaliação dos conhecimentos prévios, para 96% após o desenvolvimento da sequência didática, sendo, portanto, observado um aumento de 3% nos acertos a essa questão.

Na questão de número 3, onde foi perguntado qual o sítio de realização da fotossíntese, o aumento no índice de acertos foi mais relevante. Os 51,9% dos estudantes que responderam corretamente essa questão durante a primeira resolução do questionário subiram para 77,8% na segunda vez que este foi aplicado, totalizando um aumento de 25,9% de acertos após a condução da sequência didática. Nesse mesmo sentido, as respostas para a questão 4, que se refere a definição de nutrição mineral das plantas, foram mais coerentes com a definição

clássica. Durante a primeira aplicação, onde foi observada grande variabilidade nas respostas, a taxa de assertividade foi moderada. Entretanto, após a segunda resolução foi verificada uma maior homogeneidade das respostas, as quais apontavam quase que exclusivamente para o processo de obtenção da matéria prima necessária as reações metabólicas dos vegetais.

Na questão de número 5, onde se pergunta como se dá o crescimento da planta, ainda foi observada certa heterogeneidade nas respostas, apesar que todos os alunos conseguiram respondê-la ao contrário da primeira aplicação. Apesar da maioria continuar identificando a absorção de nutrientes pelas raízes como fator principal para o crescimento das plantas (16/27; 59%), muitos ainda ligaram esse evento a realização de fotossíntese (5/27; 18%). Quatro alunos identificaram o gás carbônico como principal elemento determinante no crescimento vegetal (4/27; 15%), o que não havia sido citado por nenhum discente na avaliação do conhecimento prévio, e outro aluno identificou o processo simplesmente como “*o ato de a planta crescer*” (1/27; 4%).

A questão de número 6, que avaliou o conhecimento dos alunos sobre o principal agente químico que contribui com a biomassa vegetal, apresentou um aumento significativo na taxa de acertos entre os alunos após a sequência didática. Inicialmente, somente quatro alunos (14,8%) responderam corretamente que o gás carbônico é o principal responsável pelo ganho de massa vegetal. Na segunda aplicação, esse número subiu para 21 estudantes (77,8%) o que configura um aumento de 63% na taxa de assertividade dessa questão. Não obstante, para a questão de número 7, em que foi questionado um exemplo de microelemento essencial ao crescimento vegetal, o número de alunos que responderam corretamente um destes elementos (o ferro) passou de quatro na primeira avaliação (4/27; 14,8%), para 23 após o desenvolvimento da sequência didática (23/27; 85%), totalizando um aumento considerável de 70,2% de acertos.

Na pergunta de número 8, em que foi questionado qual a principal fonte energética das plantas carnívoras, a taxa de acertos também aumentou após o desenvolvimento da sequência didática. Nesse caso, o número de estudantes que respondeu corretamente “Fotossíntese” passou de sete (7/27; 25,9%) para 24 (24/27; 88,9%), resultando em um aumento de 63%. Já na questão de número 9, onde se julgou as sentenças como verdadeiras ou falsas, foi observada uma redução na taxa de acertos após a aplicação da sequência didática. Nesse caso, os 25,9% dos estudantes (7/27) que responderam corretamente a esta pergunta na avaliação dos conhecimentos prévios, reduziu para 14,8% (4/27), evidenciando uma redução na taxa de assertividade.

A questão de número 10, que pergunta sobre a biomassa das hortaliças cultivadas por hidroponia, apresentou também uma melhora nos índices de acertos, seguindo a tendência da

questão de número 6, a qual possui conteúdo similar a essa. Apesar de que grande parte dos estudantes não identificaram corretamente o gás carbônico como principal agente atrelado a biomassa vegetal (4/27; 14,8%) durante a primeira aplicação do questionário, na segunda resolução mais da metade dos discentes responderam corretamente a essa questão (15/27; 55,6%), evidenciando um aumento de 40,8% na taxa de acertos.

A figura 14 elucida uma comparação entre os questionários inicial pré aplicação da sequência e final pós aplicação da sequência das questões objetivas tratadas.

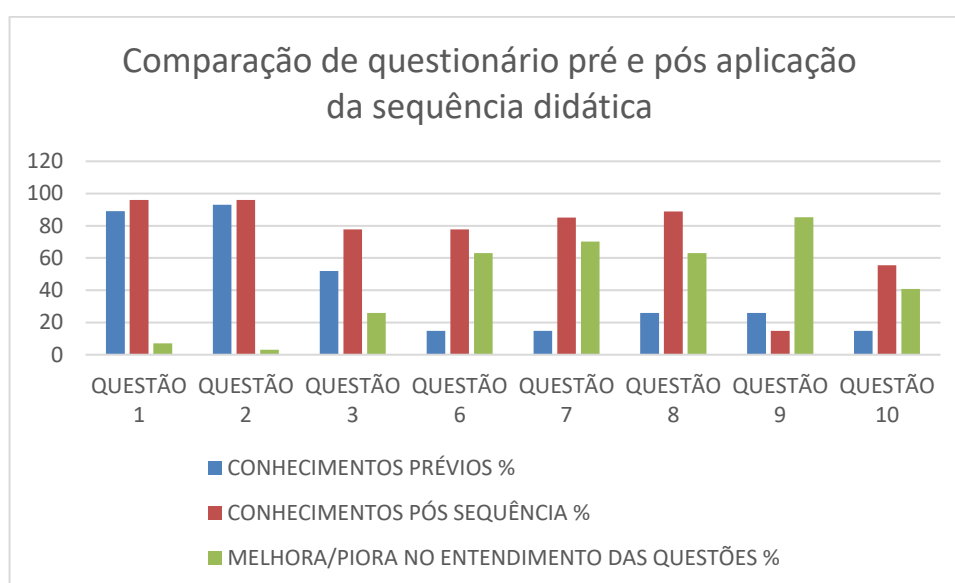


Figura 14: Gráfico de comparação entre os questionários de conhecimentos prévios aplicados pré e pós aplicação da sequência didática.

Um folheto explicativo disponível no link: https://drive.google.com/file/d/1oIDkcSo_SWC8LHzscsGXlqozLJ8XxRF/view?usp=sharing, foi desenvolvido pelos alunos correlacionando algumas alterações morfológicas que uma planta apresenta em decorrência da falta de macronutrientes e micronutrientes, propondo a interação dos conhecimentos científicos e do senso comum sobre técnicas simples para correção da falta de nutrientes no solo.

7 DISCUSSÃO

Nesse estudo foram desenvolvidas duas sequências didáticas, sendo uma remota e outra presencial, com o objetivo de melhorar a relação de ensino-aprendizagem dos discentes do ensino médio de uma escola no interior de Minas Gerais. A sequência didática online foi iniciada com a utilização da ferramenta *Jamboard* que permitiu a avaliação dos conhecimentos prévios dos discentes sobre nutrição mineral botânica. Os discentes interagiram de maneira positiva com essa dinâmica, e conseguiram experimentar uma relação não tradicional de interação com a disciplina de botânica. Corroborando com esses achados, Carneiro (2019) mostrou que o uso de metodologias ativas, por meio do modelo *Flipped Classroom* (sala de aula invertida), associado às tecnologias digitais como potência para o ensino-aprendizagem de botânica em uma escola de ensino médio, melhorou significativamente a experiência dos alunos com essa matéria. O autor mostrou que a utilização de interfaces como um *blog* intitulado “Botânica interativa”, para facilitar os estudos prévios dos alunos, associado à visita a sites de aulas com animações, como o *planetabio* e videoaulas no *youtube*, foi capaz de tornar o ensino da botânica mais motivador e instigar os alunos a se envolverem com a disciplina (CARNEIRO, 2019). De fato, o uso de tecnologias digitais tem mostrado ótima aceitação por parte dos alunos, maior interação nas discussões, mais conhecimento dos assuntos estudados e uma relação mais prazerosa com o ensino-aprendizagem (EICHER *et al.*, 2018; AGUIAR *et al.*, 2021).

Seguindo a sequência didática, um vídeo tratando do método científico foi apresentado aos estudantes, seguido pela leitura de um texto sobre nutrição mineral de plantas e construção de hipóteses importantes sobre essa temática em reuniões de grupos. De maneira geral a apresentação do texto utilizado como contextualização mostrou atender os requisitos necessários. As reuniões entre os grupos foram proveitosas e o levantamento de hipótese sobre a temática de nutrição de plantas foi efetuado. Esse resultado corrobora com o fato de que o uso dos recursos digitais, como vídeos e textos *on-line*, se configura estratégias relevantes para melhorar a experiência dos alunos com o ensino da botânica (EICHER *et al.*, 2018; AGUIAR *et al.*, 2021). Nesse sentido, de acordo com Santos & Miranda (2017), sequências didáticas diversificadas são importantes ferramentas de ensino-aprendizagem, pois tornam este processo prazeroso, despertando o interesse e a curiosidade dos alunos pelo conhecimento abordado.

Dando sequência, foram apresentados aos estudantes quatro experimentos clássicos em nutrição de plantas com o objetivo de ajudá-los a refutar ou corroborar suas hipóteses. O objetivo dessa etapa também foi concluído, visto que os estudantes, ao fazerem as apresentações

de suas hipóteses, conseguiam relacioná-las aos experimentos apresentados. De maneira similar ao que foi reportado nesse estudo, Montanini *et al.* (2019) mostrou que a aplicação de recursos audiovisuais e discussões tutoradas foram efetivas na maior adesão dos alunos à disciplina Biologia Vegetal, contribuindo para reverter nos discentes a visão que esse conteúdo da Biologia é difícil, cansativo e desestimulante.

Os produtos finais da sequência didática on-line foram mapas mentais desenvolvidos com auxílio do software *Padlet* por dois grupos de alunos. Como defendem Buzan & Buzan (1996), criadores dessa técnica, os mapas mentais são formas de registrar informações, sendo ferramentas de pensamento que permitem uma reflexão apurada do que está acontecendo na mente, é uma forma de organizar pensamentos e aproveitar ao máximo as faculdades mentais. Nota-se que o grupo 1 foi o que mais conseguiu atingir os objetivos da proposta. No grupo 2 se evidenciou um desvio da proposta, porém é necessário salientar que, nas discussões, o grupo demonstrou ter assimilado bem o conteúdo da atividade. Acredito que o grupo tenha sido tendenciado por uma aluna que participa de um projeto em sua comunidade, sendo este relacionado a horta comunitária. Nesse sentido, a construção dos mapas mentais foi relevante para tornar o estudo de Botânica, especificamente da nutrição mineral de plantas, menos teórico. De fato, Kinoshita *et al.* (2006), pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), descreveram o ensino de botânica como excessivamente expositivo, desestimulante para os educandos e pouco valorizado na área de ensino de ciências e biologia. Podemos destacar o quadro geral do ensino de botânica descrito pelos autores:

[...] Nas escolas, de modo geral, faltam condições de infraestrutura e melhor preparo dos professores para modificar essa situação, e o ensino de Botânica, assim como o de outras disciplinas, é reprodutivo, com ênfase na repetição e não no questionamento, seguindo sempre um único caminho de aprendizagem: repetir informações do livro. O professor é a principal fonte de informações, passando aos alunos os conhecimentos que acumulou de forma não problematizada e descontextualizada do ambiente que os cercam (KINOSHITA *et al.*, 2006, p. 13).

Assim sendo, o produto da sequência didática remota desenvolvido nesse trabalho, com a geração dos mapas mentais, pode garantir uma memorização mais eficaz dos termos e conceitos do conteúdo de nutrição mineral vegetal, auxiliando na redução do alto grau de conteúdos teóricos que, como aponta Kinoshita *et al.* (2006), é característico desse ramo da biologia no ensino médio.

O debate final da sequência, considerando aspectos sobre as interações das plantas, a posição destas nas cadeias alimentares e as diferenças existentes entre a obtenção de energia por animais e plantas, foi proveitoso e essencial para que o conhecimento adquirido se tornasse

significativo. Em uma atividade final, a ferramenta *Jamboard* foi novamente utilizada e os novos *Post-it* demonstraram que mais informações foram acrescentadas aos conhecimentos prévios dos estudantes. Esse resultado mostra que o uso dos recursos tecnológicos pode auxiliar significativamente para aprimorar a aprendizagem dos discentes (EICHER et al. 2018; AGUIAR et al. 2021). É fato que muitos são os benefícios do uso de tecnologia em sala de aula, como tornar a aprendizagem mais prática, lúdica e dinâmica, além de permitir o engajamento dos alunos com o conteúdo e desenvolvimento das habilidades criativas (BUENO et al., 2021; LUBACHEWSKI e CERUTTI, 2020).

Os objetivos gerais e específicos da sequência foram alcançados, porém com ressalvas. O protagonismo estudantil durante a construção dos *Post-it*, exequibilidade do experimento de nutrição mineral das plantas e construção das apresentações após as aulas expositivas, foi muito marcante durante toda sequência em momentos síncronos, porém em atividades assíncronas os estudantes encontraram dificuldades no entendimento das tarefas propostas. Diante disso, cabe reforçar que a apatia, a dificuldade de se organizarem de forma autônoma e a falta de preparo e experiência para utilizar as tecnologias são fatores que contribuem para o insucesso de atividades remotas realizadas de forma assíncrona (CEOLIN et al., 2021).

Os vídeos e textos utilizados na sequência remota foram também incluídos na sequência presencial, apresentando resultados igualmente satisfatórios, os quais foram em concordância com outros estudos que empregaram com sucesso recursos digitais no ensino em sala de aula (CARNEIRO, 2019; AGUIAR et al., 2021). Entretanto, durante as atividades em sala de aula foi melhor explorado a utilização das questões-problemas que permitiram os alunos não somente aplicar os conhecimentos sobre nutrição mineral vegetal, mas também os estimulou e a empregar o método científico apresentado previamente aos estudantes. Segundo Solino e Sasseron (2019), a resolução de questões-problemas é uma metodologia de ensino muito eficaz, pois propicia uma mobilização de saberes no sentido de buscar a solução. Nessa busca, o aluno aprende a montar estratégias, raciocinar logicamente e verificar se sua estratégia foi válida, o que colabora para um amadurecimento das estruturas cognitivas. Além disso, a resolução de questões-problemas pode auxiliar na fixação de conteúdos ministrados na sala de aula, o que possui grande vantagem principalmente quando se refere a disciplinas com vocabulário rico como a Botânica (SILVA e MACEDO, 2020).

Posteriormente, foi aplicado a sequência didática presencial o uso de experimentação para auxiliar no processo ensino-aprendizagem. Segundo Hodson (1992), as aulas experimentais:

“são atividades nas quais os estudantes utilizam os processos e métodos da Ciência para investigar fenômenos e resolver problemas como meios de aumentar e desenvolver seus conhecimentos, e fornecem um elemento integrador poderoso para o currículo (HODSON, 1992, p. 549).”

Nesse sentido, aulas práticas/experimentais são uma modalidade pedagógica de vital importância, onde os educandos põem em prática hipóteses e ideias aprendidas em sala de aula sobre fenômenos naturais ou tecnológicos e que estão presentes em seu cotidiano (LAVOR, 2020). No que se refere à disciplina Nutrição Mineral de Plantas, o uso de experimentos pode auxiliar em uma maior compreensão do aluno acerca da relevância do processo de desenvolvimento das plantas, além de mostrar a relação com a produção agrícola, tornando o aluno mais consciente do ambiente que o cerca. Assim, é verdade que as atividades práticas baseadas em investigações são apropriadas para trabalhar assuntos relacionados à biologia (EGIDIO *et al.*, 2021).

Para o uso de ensino por experimentação, o crescimento de mudas de pepino (*Cucumis sativus*) em substrato lavado com soluções deficientes em diferentes minerais foi avaliado pelos discentes durante 15 dias, com o objetivo de garantir um entendimento mais amplo e aplicado da importância da nutrição mineral vegetal e formar um senso crítico nos alunos. Como mostrado nos resultados, o tamanho das mudas lavadas com solução sem nutrientes mineral e sem potássio apresentaram um crescimento menor que as demais plantas. Isso pode ser justificado pelo fato de que os minerais, especialmente o potássio, são a base dos componentes energéticos essenciais às reações anabólicas que levam à formação de novas moléculas orgânicas. São essas moléculas que promovem o crescimento do vegetal, induzindo seu desenvolvimento adequado (BOARETTO *et al.*, 2014). Nesse momento, os estudantes tiveram a oportunidade de verem, na prática, a relevância dos minerais no desenvolvimento das plantas.

Os estudantes tiveram também a oportunidade de avaliar a influência dos nutrientes minerais no desenvolvimento foliar. Apesar de não terem sido observadas diferenças no tamanho das folhas entre as diferentes condições testadas, foi possível verificar que na ausência de magnésio as folhas se apresentaram mais amareladas. De fato, é conhecido que a deficiência de magnésio se caracteriza por uma descoloração das folhas, que se inicia nas bordas e progride em direção à área internerval, permanecendo verdes as nervuras. Quando a deficiência é mais severa, as áreas amarelas vão escurecendo, tornando-se posteriormente necrosadas (MOREIRA *et al.*, 2008). Esse fenômeno ocorre porque o magnésio é usado na síntese da clorofila, que produz o pigmento verde das folhas. Assim, dos nutrientes existentes, o magnésio é essencial na fotossíntese, pois participa dos processos metabólicos como a formação de ATP nos

cloroplastos, sendo que a quantidade de Mg no átomo central da clorofila chega a ser entre 15 e 20% (NETO *et al.*, 2015). Aqui, os estudantes puderam verificar o quão relevante são os micronutrientes para as atividades fotossintéticas realizadas pelas plantas, sendo eles essenciais na fisiologia vegetal.

Finalmente, para quantificar o quanto a sequência didática foi proveitosa, um questionário foi aplicado antes e após esse processo. Foi verificado que, apesar dos estudantes apresentarem um bom índice de conhecimento prévio em assuntos mais gerais da biologia como a definição das palavras “Botânica” e “Fotossíntese”, foi verificado que o entendimento de questões mais aplicadas à fisiologia vegetal foram muito aquém do desejado. Entretanto, após a aplicação da sequência didática que combinou o uso de tecnologias da informação e comunicação (vídeos e textos *on-line*), resolução de questões-problemas e avaliação de experimentos práticos, a taxa de assertividade de questões específicas de nutrição vegetal aumentou significativamente. De fato, a utilização de diferentes recursos didáticos ajuda no processo de aprendizagem, contextualizando as diferentes práticas sociais. Além do potencial de despertar a curiosidade dos alunos, a implementação de recursos pedagógicos que exploram vários recursos favorece a autonomia e o fortalecimento da percepção do aluno, sendo seu conhecimento consequência de suas ações (PIFFERO *et al.*, 2020).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para atender as demandas dos novos alunos é preciso pensar no desenvolvimento e na aplicação de novas metodologias, pois a aula expositiva não atende totalmente às necessidades da atual geração. Estudos na área da educação em ciências evidenciam que ambientes de ensino passivos, focados na exposição verbal docente não são eficientes, tanto para aprendizagem de conceitos concretos quanto para o desenvolvimento de competências essenciais para a vida em sociedade. Portanto é importante repensar os recursos didáticos comumente utilizados, bem como explorar a combinação de diferentes fontes de aprendizado para permitir uma relação mais prazerosa, harmônica e proveitosa do discente com o conteúdo abordado em sala de aula. Nesse estudo, foi possível verificar que as atividades propostas motivaram os alunos e possibilitaram seu maior protagonismo. As ricas discussões desenvolvidas em cada etapa demonstraram a importância do envolvimento dos estudantes no trabalho que realizaram, tornando-o mais significativo com a incorporação das vivências pessoais.

Além disso, vale ressaltar que o acesso à informação tecnológica amplia a possibilidade de novos caminhos, além de criar um ambiente de pesquisa e de debate capaz de desenvolver as competências mais importantes para o futuro dos discentes, como o pensamento crítico e a criatividade. Assim, o ensino remoto se tornou uma ferramenta para auxiliar os alunos a se prepararem da melhor forma para o futuro, desenvolvendo habilidades essenciais e pensando no mundo como ele é agora – e não como costumava ser. Assim, em um momento tão atípico para todos e em especial para a área da educação devido a pandemia relacionada ao Coronavírus, as TICs utilizadas neste trabalho apresentaram-se eficientes, principalmente em momentos síncronos. Como exemplo, os estudantes participantes nesse estudo mostraram ser possível mesmo em ambiente virtual, a aplicação de conceitos e formulação de hipóteses, bem como empregar o método científico.

9 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

O presente trabalho ressalva que: baseado nas resoluções vigentes, Resolução CNS 466/12 e CNS 510/16 respeitou os preceitos éticos relacionados a todos os aspectos da pesquisa. O aluno teve garantias que sua dignidade e autonomia foi respeitada. Está assegurado, através de termos de Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), apresentados nos Apêndices 2-3, a sua vontade de contribuir e permanecer ou não na pesquisa. Aos que não quiserem participar não lhes foi atribuído nenhum ônus. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG sob o número do parecer de aprovação 4922528.

10 REFERÊNCIAS

AGUIAR, Carla Carvalho de; ROCHA, Maria Beatriz da Silva; SOARES, Gabriel de Oliveira. Metodologias ativas e o Ensino de Ciências Biológicas na educação básica: um mapeamento. **Revista de Educação Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru**, v. 7, n. 15, p. 1-18, 2021.

ALVES, Robson Marinho; DIAS, Ana Cristina Andrade de Aguiar; GIL, André dos Santos Bragança. Botânica no ensino superior: o que pensam os discentes do Amapá (Amazônia, Brasil). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. 1-13, 2021.

ANDRADE, Guilherme Trópia Barreto de. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 1, p. 121-138, 2021.

APOLINÁRIO, José Antônio Feitosa; FEITOSA; Breno Leal Menezes. Educação e Democracia: um percurso contemporâneo. **Revista Café Com Sociologia**, v. 5, n. 3, p. 122–141, 2016.

ARAÚJO, Denise Lino de. O que é (e como faz) sequência didática? **Entrepalavras**, v. 3, p. 322-334, 2013.

ARAÚJO, Maurício dos Santos; FREITAS, Wanderson Lopes dos Santos. A experimentação no ensino de biologia: uma correlação entre teoria e prática para alunos do ensino médio em Floriano/PI. **Revista de Ensino de Biologia**, v. 12, n. 1, p. 22-35, 2019.

ASSIS, Renata Machado de. A educação brasileira durante o período militar: a escolarização dos 7 aos 14 anos. **Educação em Perspectiva, Viçosa**, v. 3, n. 2, p. 320-339, 2012.

AZEVEDO, Maria Cristina Paternostro Stella de. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.

BANCHI, Heather; BELL, Randy. The many levels of Inquiry. **Science and Children**, v. 46, [s.n.], p. 26-29, 2008.

BOARETTO, Antônio Enedi; JUNIOR, José Lavres; ABREU-JÚNIOR, Cassio Hamilton. **Os desafios da nutrição mineral de plantas**. PRADO, RM; WADT, PGS (ed). Nutrição e adubação de espécies florestais e palmeiras. Jaboticabal: FCAV/CAPES, p. 27-53, 2014.

BASSOLI, Fernanda. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de Ciência (s): Mitos, tendências e distorções. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014.

BOARETTO, Antônio; NATALE, William. **Importância da Nutrição Adequada para Produtividade e Qualidade dos Alimentos**. In: Prado, R.M.; Cecílio-Filho, A.B. (eds.). Nutrição e Adubação de Hortaliças, 1 ed. FCAV/CAPES: Brasília, 2016.

BOAVENTURA, Edvaldo. A educação brasileira no período joanino. In.: BOAVENTURA, Edvaldo. **A construção da universidade baiana: objetivos, missões e afrodescendência**. Salvador: EDUFBA, 2009. p. 129-141.

BONWELL, Charles; EISON, James. **Active learning: creating excitement in the classroom**. Disponível em: https://www.asec.purdue.edu/lct/HBCU/documents/Active_Learning_Creating_Excitement_in_the_Classroom.pdf. Acesso em 20 de Setembro 2022.

BRASIL. Ministério da saúde. **Conselho nacional de saúde. Resolução nº466, de 12 de dezembro de 2012**. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html Acesso em 08/07/2020. Acesso em 08 de Julho de 2020

BRASIL. Ministério da saúde. **Conselho nacional de saúde. Resolução nº510, de 07 de abril de 2016**. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2016/res0510_07_04_2016.html. Acesso em 08 de Julho de 2020

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei número 9394, 20 de Dezembro de 1996.

BREUNIG, Eduarda Tais; AMARAL, Aléxia Santos; GOLDSCHMIDT; Andréa Inês. História da ciência: revelando concepções fragmentadas a partir de imagens de cientistas. **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 15, n. 33, p. 1-14, 2019.

BRITO, Liliane Oliveira de; FIREMAN, Elton Casado. Ensino de Ciências por investigação: uma proposta didática ‘para além’ de conteúdos conceituais. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 1-14, 2018.

BUENO, Giuliana Maria Gabancho Barrenechea; *et al.* Concepções de ensino de Ciências no início do século XX: o olhar do educador alemão Georg Kerschensteiner. **Ciência e Educação**, v. 18, n. 2, p. 435-450, 2012.

BUENO, Maria Bethânia Tomaszewski; *et al.* Videoaulas como ferramenta complementar na aprendizagem em saúde: Reflexões sobre o discurso de estudantes da área. **ReTER - Dossiê Educação Profissional e Tecnologias em Rede**, v. 2, n. 4, 2021.

BUZAN, Tony; BUZAN, Barry. **The Mind Map Book: How to Use Radiant Thinking to Maximize Your Brain's Untapped Potential**, Plume, 2a. edição, 320 p. 1996

CARNEIRO, José Walber Alves. **O ensino-aprendizagem de botânica a partir de metodologias ativas com o uso de tecnologias digitais**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO) – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2008.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas - SEI. In: LONGHINI, Marcos Daniel. **O Uno e o Diverso na Educação**. Uberlândia: EDUFU, 2011, p. 253-266.

CAVALCANTI, Alberes de Siqueira. **Ética e cidadania na prática educacional**. Centro de Defesa dos Direitos da Criança e do Adolescente: UNICEF. Disponível em: www.dhnet.org.br/direitos/codetica/abc/etica_cid_pratica_educ.PDF. Acessado em 20 de Setembro de 2022.

CEOLIN, Alessandra Carla; *et al.* Percepção dos docentes sobre o processo de ensino e aprendizagem nas aulas remotas na pandemia da COVID-19. **Saber Humano**, v. 11, n. 18, p. 94-106, 2021.

CHISTE, Priscila de Souza; SGARBI, Antonio Donizetti. Cidade educativa: reflexões sobre a educação, cidadania, escola e a formação humana. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 5, n. 4, p. 31-84, 2015.

CORRÊA, Bruno Jan Schramm; *et al.* Aprendendo Botânica no Ensino médio por meio de atividades práticas. **Revista da RENBIO (Niterói)**, [s.v.], n. 9, p. 4314-4324, 2016.

COSTA, Alexandra. **Nutrição mineral em plantas vasculares**. 1 ed. Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora: Évora. 2014. 147p.

DOURADO, Luiz Fernandes. Estado, Educação e Democracia no Brasil: Retrocessos e Resistências. **Educação e Sociedade**, v. 40, n. e0224639, p. 1-24.

EICHER, Karim Sieben; BUCH, Helena Edilamar Ribeiro; BUCH, Vanessa Marcela. Ensino e Tecnologia Digital: Possibilidades e Limitações. **Nuances: estudos sobre Educação, Presidente Prudente-SP**, v. 29, n. 2, p.156-172, 2018.

EGIDIO, Jonatha Anderson Fraga; *et al.* Importância de aulas práticas no ensino de biologia na concepção de futuros docentes. **Revista Práxis**, v. 13, n. 26, 2021

EPSTEIN, Emanuel; BLOOM, Arnold J. **Nutrição mineral de plantas: Princípio e perspectivas**. Editora Planta: Londrina, 2006. 212 p.

FAQUIN, Valdemar. **Nutrição Mineral de Plantas**. 1 ed. UFLA/FAEPE: Lavras, 2005; p. 5-10.

FONSECA, Liliane Ramos da; RAMOS, Paula. Ensino de Botânica na licenciatura em ciências biológicas de uma universidade pública do Rio de Janeiro: Contribuições dos professores do ensino superior. **Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 20, [s.n.], p. 1-23, 2018.

HANSEL, Fernando Dubou; *et al.* Nutrição mineral como aliada das plantas na tolerância a estresses ambientais. **Revista de Agronomia**, v. 29, n. 2, p.135-142, 2021.

HODSON, D. In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues realing to integration in science and a science education. **International Jounal of Science Education**, v.14, n.5, p.541-562, 1992.

GAIO, Daniel Machado. A concepção de Modernização na Política de Cooperação Técnica entre MEC e USAID. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

GEMIGNANI, Elizabeth. Formação de Professores e Metodologias Ativas de Ensino-Aprendizagem: Ensinar Para a Compreensão. **Revista Fronteira das Educação (Recife/PE)**, v. 1, n. 2, p. 1-27, 2012.

INTERAMINENSE, Bruna de Kássia Santana. A Importância das aulas práticas no ensino da Biologia: Uma Metodologia Interativa. **Revista De Psicologia**, v.13, n. 45, p. 342–354, 2019.

KINOSHITA, Luiza Sumiko, *et al.* **A botânica no ensino básico : relatos de uma experiência transformadora**. 1 ed. RiMa: São Carlos, 2006. 13 p.

KUENZER, Acacia Zeneida. Trabalho e escola: a flexibilização do ensino médio no contexto do regime de acumulação flexível. **Educação & Sociedade**, v. 38, n. 139, p. 331-354, 2017.

LAVOR, Daniela Tábita. A experimentação na disciplina de biologia: importância das aulas práticas no processo de ensino-aprendizagem da bioquímica. **Anais do I Congresso Brasileiro de Ciências Biológicas On-line**, v. 1, n. 1, Edição Especial. 2020.

LEITE, Joici de Carvalho; RODRIGUES, Maria Aparecida; JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira Magalhães. Ensino por investigação na visão de professores de Ciências em um contexto de formação continuada. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 2, p. 1-10, 2015.

LEPIENSKI, Luis Marcos. **Recursos didáticos no ensino de Ciências e Biologia**. Programa De Desenvolvimento Educacional (PDE) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2007.

LOPES, Suelita de Azevedo Xavier. **Relação Educação e Cidadania na Escola**. 2014. 30 p. Monografia (Curso de Especialização em Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares) – Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa, 2014.

LUBACHEWSKI, Gesseca Camara; CERUTTI, Elisabete. **Tecnologias digitais: Uma metodologia ativa no processo ensino-aprendizagem**. Resumo apresentado na VIII Jornada

Nacional de Educação Matemática e XXI Jornada Regional de Educação Matemática. Universidade de Passo Fundo – Passo Fundo: Rio Grande do Sul. 06 a 08 de maio de 2020.

MARQUES, Romualdo; FRAGUAS, Talita. A formação do senso crítico no processo de ensino e aprendizagem como forma de superação do senso comum. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, n. e31010716655, p. 1-14, 2021.

MARTINS, Roberto de Andrade. Os estudos de Joseph Priestley sobre os diversos tipos de ares e os seres vivos. **Revista Filosofia e História da Biologia**, v. 4, n. 1, p. 167-208, 2009.

MATOS, Cleide. **Educar para a cidadania**. Disponível em: cfppa.prof2000.pt/cidadania/curso/cidamatos.pdf. Acessado em: 20 de Setembro de 2022.

MELO, Edilaine Andrade; *et al.* A aprendizagem de botânica no ensino fundamental: Dificuldades e desafios. **Scientia Plena**, v. 8, n. 10, p. 1-8, 2012.

MORÁN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, Carlos Alberto de; MORALES, Ofelia Elisa Torres. **Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: Aproximações jovens**. Ponta Grossa: UEPG, 2015. p. 15-33.

MONTANINI, Sílvia Matias Pereira. **Botânica e o ensino por investigação na educação básica**. 2019. 97 p. Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2019.

MOREIRA, Adônis; HEINRICHS, Reges; de FREITAS, Alfredo Ribeiro. Relação fósforo e magnésio na fertilidade do solo, no estado nutricional e na produção da alfafa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.984-989, 2008.

NASCIMENTO, Beatriz Miguez; *et al.* Propostas pedagógicas para o ensino de Botânica nas aulas de ciências: diminuindo entraves. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 2, p. 298-315, 2017.

NEVES, Amanda; BÜNDCHEN, Márcia; LISBOA, Cassiano Pamplona. Cegueira Botânica: é possível superá-la a partir da educação? **Revista Ciência & Educação**, v. 25, p. 745-762, 2019.

NETO, Pedro Paes de Toledo; *et al.* Efeito de diferentes fontes de magnésio sobre a produção de biomassa e absorção de cátions pelo milheto. In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciências

do Solo. 2015, Natal. **Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Ciências do Solo**. Natal: UFRN, 2015. p. 1-12.

PAIVA, Wilson Alves de. O legado dos jesuítas na educação brasileira. **Educação em Revista**, v. 31, n. 4, p. 201-222, 2015.

PIFFERO, Eliane de Lourdes Fontana; *et al.* Metodologias Ativas e o ensino de Biologia: desafios e possibilidades no novo Ensino Médio. **Ensino & Pesquisa**, v. 18, n. 2, 2020.

PIRES, Elocir Aparecida Corrêa; JUNIOR, Elio Jacob Hennrich; MOREIRA, Ana Lúcia Olivo Rosas. O desenvolvimento do pensamento crítico no ensino de ciências dos anos iniciais do ensino fundamental: Uma reflexão a partir das atividades experimentais. **Revista Valore (Volta Redonda)**, v. 3, [s.n], p. 152-164, 2018.

RAVEN, Peter H.; EVERT, Ray Franklin; EICHHORN, Susan E. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

REIS, Pedro. Desafios à Educação em Ciências em Tempos Conturbados. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 27, n. e21000, p. 1-10, 2021.

SALATINO, Antônio; BUCKERIDGE, Marcos “Mas de que te serve saber botânica?” **Estudos avançados**, v. 30, n. 87, p. 177-196, 2016.

SALDANHA, Carolina Belei; *et al.* (e.d.). **Ciência do Solo: Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral de Plantas**. 1 ed. Editora e Distribuidora Educacional S.A.:Londrina (PR), 2016. 192 p.

SANTOS, Edinalva Alves Vital dos; NETO, Luiz Sodré. Dificuldades no ensino-aprendizagem de Botânica e possíveis alternativas pelas abordagens de educação ambiental e sustentabilidade. **Educação Ambiental em Ação**, v. 21, n. 58, p.1-6, 2016.

SANTOS, Fernando Santiago dos. A botânica no ensino médio: será que é preciso apenas memorizar nomes de plantas? *In*: SILVA, Cibelle Celestino. **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. p. 223-243.

SANTOS, Karen Mata; MIRANDA, Jean Carlos. Uso de um jogo didático como motivador para estudo da relação entre o Rio Pomba e a cidade de Santo Antônio de Pádua-RJ. **Educação Ambiental em Ação**, v. 61, p. 1-18, 2017.

SASSERON, Lúcia Helena. **O ensino por investigação: Pressupostos e práticas**. Licenciatura em Ciências: USP/Univesp. Disponível em: https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impresos/plc0704_12.pdf. Acessado em 20 de Setembro de 2022.

SEBASTIANY, Ana Paula; PIZZATO, Michelle Camara; SALGADO, Tania Denise Miskinis. Aprendendo a investigar através de uma atividade investigativa sobre Ciência Forense e Investigação Criminal. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 4, p. 252–287, 2015.

SEGS. A importância da nutrição das plantas: produtividade e qualidade. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), 2017. Disponível em: <https://www2.unesp.br/portal#!/noticia/28018/a-importancia-da-nutricao-das-plantas-produtividade-e-qualidade/>. Acesso em 14 de Abril de 2023.

SENICIATO, Tatiana; CAVASSAN, Osmar. Ensino de ecologia e a experiência estética no ambiente natural: considerações preliminares. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 2, p. 393-412, 2009.

SOLINO, Ana Paula; SASSERON, Lucia Helena. The meaning of a teaching problem according to Potentially Meaningful Problems: the analysis of an inquiry-based lesson. **Ciência e Educação (Bauru)**, v. 25, n. 3), p.1-14, 2019

SILVA, Carla Henriques; *et al.* **Atividades Práticas Como Estratégia Didática Para O Ensino De Ciências**. CAPES:Brasília, 2009. 3–4 p.

SILVA, Juliana Nascimento; GHILARDI-LOPES, Natalia Pirani. Botânica no Ensino fundamental: diagnósticos de dificuldades no ensino e da percepção da biodiversidade vegetal por estudantes. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, [s.n.], p. 115-136, 2014.

SILVA, Maria das Dores da; *et al.* Atividade investigativa: Um caminho para construção do conhecimento. In: V Congresso Internacional das Licenciaturas. 2018, Recife. **Anais do V Congresso Internacional das Licenciaturas**. Recife: UFPE, 2018. p. 1-12.

SILVA, Sarah Araújo Oliveira; LAMBACH, Michael. Sequência didática para o ensino de Botânica utilizando plantas medicinais. In: **Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1-8, 2017.

SILVA, Wagner de Jesus; MACEDO, Guadalupe Edilma Licon de. **O ensino de botânica por meio da metodologia da aprendizagem baseada em problemas**. Anais VII CONEDU - Edição Online. Campina Grande: Realize Editora, 2020.

SILVA-BATISTA, Inara Carolina da; MORAES, Renan Rangel. História do ensino de Ciências na Educação Básica no Brasil (do Império até os dias atuais). **Revista Educação Pública**, v. 19, n. 26, p. 1-5, 2019.

SMITH, Plínio Junqueira. Ciência, experimento e história em Bacon. **Revista de Filosofia Moderna e Contemporânea**, v.5, n. 1, p. 7-35, 2017.

SOUSA, Agnes Matos; RIBEIRO-NOVAES, Éville Karina. Desafios no processo de ensino-aprendizagem de Botânica no município de Narreirinhas/MA: percepção dos professores. **Revista Acta Tecnológica**, v. 14, n. 2, p. 75-92, 2021.

SOUTO, Emily Karoliny da Silva Cunha; *et al.* A utilização de aulas experimentais investigativas no ensino de ciências para abordagem de conteúdos de microbiologia. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 10, p. 59–69, 2015.

TEIXEIRA, Francimar Martins. Uma análise das implicações sociais do ensino de ciências no Brasil dos anos 1950-1960. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 2, p. 269-286, 2013.

TEIXEIRA, Maria Cristina. **O direito à educação nas constituições brasileiras**. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas/revistasmetodista/index.php/RFD/article/viewFile/464/460>. Acessado em: 20 de Setembro de 2022.

TONIDANDEL, Sandra Maria Rudella. **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.** Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013, 342 f.

TRIVELATO, Sílvia L. Frateschi; TONIDANDEL, Sandra M. Rudella. Ensino Por Investigação: Eixos Organizadores Para Sequências De Ensino De Biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências , Belo Horizonte**, v. 17, p. 97–114, 2015.

URSI, Suzana; *et al.* Ensino de Botânica: Conhecimento e encantamento na educação científica. *Estudos Avançados*, v. 32, n. 94, p. 1-20, 2018.

WALTENBERG, Fábio Domingues; MARTINS, Fernanda Scarparo. O papel da educação no desenvolvimento como liberdade: uma análise comparada de Finlândia e Coreia do sul. **Planejamento e políticas públicas**, [s.v.], n. 56, 2020.

11 APÊNDICES

Apêndice A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(a) menor _____ sob sua responsabilidade está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa **Aulas Experimentais no Ensino de Biologia em uma Abordagem Investigativa sobre Nutrição de Plantas**, projeto de responsabilidade do Prof. Élder Antônio Sousa e Paiva, docente da Universidade Federal de Minas Gerais e orientador no Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, no qual Elaine Cristina Betoni Silveira, professora de Biologia, é Mestranda. Especificamente, o(a) menor está sendo convidado(a) a participar do projeto, que será conduzido na Escola Estadual Martin Cyprien, em Divinópolis, Minas Gerais, e é parte das exigências para a Profa. Elaine obter o título de Mestre. Nós sabemos que os(as) estudantes têm dificuldades para ver as plantas como seres vivos e entender como funciona todo seu processo de obtenção de alimento, logo o motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é contribuir para melhorar o ensino de botânica, com uma metodologia de atividade prática investigativa e científica. Nesta pesquisa, pretendemos promover a aproximação entre os(as) educandos(as) e o conhecimento científico sobre as plantas e destacar a função dos nutrientes minerais na sua constituição. Para isso utilizaremos aulas teóricas e práticas baseadas em experimentos (propostos pelos próprios alunos) para demonstrar o que a carência de nutrientes pode provocar no desenvolvimento das plantas. Após a finalização do trabalho será criada uma sequência didática capaz de aproximar o entendimento da Botânica no contexto escolar e a elaboração de um texto paradidático que seja capaz de interagir os conhecimentos botânicos com o senso comum dos estudantes. Caso você concorde com a participação do(a) menor, vamos fazer as seguintes atividades: iniciar o estudo de botânica por meio do levantamento de seus conhecimentos prévios sobre plantas; participar de aulas teórico-práticas explicando processos fisiológicos das plantas, com ênfase na fotossíntese e nutrição mineral; analisar textos sobre diversos assuntos como: adubos orgânicos, adubos químicos, crescimento vegetal, fotossíntese, hidroponia para que os estudantes construam hipóteses sobre a importância da nutrição mineral para plantas, bem como elaborem experimentos para corroborar suas hipóteses e para finalizar faremos a produção e uma sequência didática baseada no desenvolvimento das atividades envolvidas no projeto e o desenvolvimento de texto paradidático correlacionando as principais alterações morfofisiológicas que uma planta apresenta em decorrência da falta de macronutrientes, propondo a interação dos conhecimentos científicos e do senso comum sobre técnicas simples para correção da falta de nutrientes no solo.

Os riscos envolvidos na pesquisa são aqueles inerentes a qualquer atividade escolar que o(a) menor já tem desenvolvido ao longo de sua escolarização e consistem na possibilidade de constrangimento ao responder questionários, desconforto, medo, vergonha, estresse e cansaço ao responder perguntas, além do receio de haver quebra de sigilo sobre seu desempenho e prejuízo em notas recebidas na escola. As responsáveis pela pesquisa estão atentas para minimizar esses riscos e, por isso, os(as) estudantes não receberão nenhuma nota vinculada às atividades deste projeto e terão todo o apoio da Professora de Biologia para esclarecimento de dúvidas. Todo o monitoramento do trabalho é proposto de maneira ética e será previamente discutido com os(as) alunos(as) e responsáveis, com contínua informação sobre as etapas do projeto. A pesquisa ajudará a aproximar o entendimento da Botânica no contexto escolar. A sequência didática produzida, bem como o texto paradidático contribuirão para que outros(as) estudantes e professores(as), de outras localidades, possam também

aprender mais sobre as plantas e sua nutrição adequada.

Ao participar desta pesquisa, o(a) menor sob sua responsabilidade e você não terão nenhum custo, mas também não receberão qualquer vantagem financeira, visto que o projeto só agrega valor pelo conhecimento, que será divulgado livremente. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados quaisquer danos provenientes desta pesquisa, o(a) menor e você têm assegurado o direito a indenização.

Rubricas:

O(a) menor terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou não da pesquisa. Você, como responsável pelo(a) menor, poderá retirar seu consentimento e interromper a participação a qualquer momento. Mesmo que você concorde agora em deixá-lo(a) participar, você pode voltar atrás e suspender a participação a qualquer momento. A participação do(a) estudante é voluntária e o fato de não participar não trará qualquer penalidade ou mudança na forma em que o(a) estudante é atendido(a); ele(a) participará de todas as atividades de ensino, parte de sua formação no segundo ano do Ensino médio, mas seus dados não serão considerados para esta pesquisa se você não estiver de acordo. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O nome ou o material que indique a participação do(a) menor não será liberado sem a sua permissão explícita neste documento e o(a) menor não será identificado(a) em nenhum documento que possa comprometer-lo(a) de qualquer forma.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pela pesquisadora executora e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com a pesquisadora executora por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, a pesquisadora avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. As pesquisadoras tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução nº 510/16 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, _____, portador(a) do documento de identidade nº _____, declaro que:

SIM NÃO

Concordo com a participação do(a) menor identificado(a) no início deste documento nesta pesquisa		
Concordo com o uso da imagem do(a) menor durante o projeto, sem sua identificação, e das imagens de plantas obtidas por pelo(a) menor para as finalidades desta pesquisa e para seus produtos		
Quero que meu nome do(a) menor seja identificado como autor(a) das fotos de plantas produzidas		
Fui devidamente informado(a) sobre todos os aspectos e motivação desta pesquisa, pude esclarecer minhas dúvidas e sei que, a qualquer momento, poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão sobre a participação se assim o desejar		
Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido, assinado por mim e pela pesquisadora executora		

_____, ____ de _____ de 2021. (local, data)

Assinatura do participante, pai ou responsável:

Assinatura da pesquisadora executora:

Pesquisadora Executora: Mestranda Elaine Cristina Betoni Silveira
Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, PROFBIO
Fone: (31)3409-2673 - E-mail: elainebetoni@ufmg.br

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG
Unidade Administrativa II, 2º Andar, Sala 2005
Telefone: (031)3409-4592 - E-mail: coep@prpq.ufmg.br
Horário de atendimento: 09 às 11 e das 14 às 16 horas

Apêndice B

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos você a participar, como voluntário(a), da pesquisa **Aulas Experimentais no Ensino de Biologia em uma Abordagem Investigativa sobre Nutrição de Plantas**, projeto de responsabilidade da Prof. Élder Antônio Sousa e Paiva, docente da Universidade Federal de Minas Gerais, que será conduzido pela Professora de Biologia Elaine Cristina Betoni Silveira na Escola Estadual Martin Cyprien, em Divinópolis, Minas Gerais, onde você estuda; este projeto é parte das exigências para a Profa. Elaine concluir o Mestrado que ela está fazendo na UFMG. Nós sabemos que os(as) estudantes têm dificuldades para ver as plantas como seres vivos e entender como funciona todo seu processo de obtenção de alimento, logo o motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é contribuir para melhorar o ensino de botânica, com uma metodologia de atividade prática investigativa e científica. Nesta pesquisa, pretendemos promover a aproximação entre os(as) educandos(as) e o conhecimento científico sobre as plantas e destacar a função dos nutrientes minerais na sua constituição. Para isso utilizaremos aulas teóricas e práticas baseadas em experimentos (propostos pelos próprios alunos) para demonstrar o que a carência de nutrientes pode provocar no desenvolvimento das plantas. Após a finalização do trabalho será criada uma sequência didática capaz de aproximar o entendimento da Botânica no contexto escolar e a elaboração de um texto paradidático que seja capaz de interagir os conhecimentos botânicos com o senso comum dos estudantes.

Caso você concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades: iniciar o estudo de botânica por meio do levantamento de seus conhecimentos prévios sobre plantas; participar de aulas teórico-práticas explicando processos fisiológicos das plantas, com ênfase na fotossíntese e nutrição mineral; analisar textos sobre diversos assuntos como: adubos orgânicos, adubos químicos, crescimento vegetal, fotossíntese, hidroponia para que os estudantes construam hipóteses sobre a importância da nutrição mineral para plantas, bem como elaborem experimentos para corroborar suas hipóteses e para finalizar faremos a produção e uma sequência didática baseada no desenvolvimento das atividades envolvidas no projeto e o desenvolvimento de texto paradidático correlacionando as principais alterações morfofisiológicas que uma planta apresenta em decorrência da falta de macronutrientes, propondo a interação dos conhecimentos científicos e do senso comum sobre técnicas simples para correção da falta de nutrientes no solo.

Os riscos envolvidos na pesquisa são aqueles inerentes a qualquer atividade escolar que você já tem desenvolvido ao longo de sua escolarização. Você pode sentir algum constrangimento ao responder questionários, desconforto, medo, vergonha, estresse e cansaço ao responder perguntas, além do receio de haver quebra de sigilo sobre seu desempenho e de prejuízo em notas recebidas na escola. Os responsáveis pela pesquisa estão atentos para minimizar esses riscos e, por isso, as atividades realizadas não receberão nenhuma nota e você terá todo o apoio da Professora de Biologia para esclarecimento de

dúvidas. Todo o monitoramento do trabalho é proposto de maneira ética e será previamente discutido com você, com contínua informação sobre as etapas do projeto. A pesquisa ajudará a aproximar o entendimento da Botânica no contexto escolar. A sequência didática produzida, bem como o texto paradidático contribuirão para que outros(as) estudantes e professores(as), de outras localidades, possam também aprender mais sobre as plantas e sua nutrição adequada.

Para você poder participar desta pesquisa, o responsável legal deverá autorizar e assinar um termo de consentimento, parecido com este que você está recebendo. Ao participar desta pesquisa, você não terá nenhum custo, mas também não receberá qualquer vantagem financeira, visto que o projeto só agrega valor pelo conhecimento, que será divulgado livremente. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados quaisquer danos provenientes desta pesquisa, você tem assegurado o direito a indenização.

Rubricas: _____

Você receberá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou não. Mesmo que você aceite participar agora, você pode voltar atrás e parar de participar a qualquer momento, assim como seu responsável também pode. 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); você participará de todas as atividades de ensino, parte de sua formação no segundo ano do Ensino médio, mas seus dados não serão considerados para esta pesquisa se você não estiver de acordo. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O seu nome ou material que indique sua participação não será divulgado, a menos que você e seu responsável permitam.

Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pela pesquisadora executora e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com a pesquisadora executora por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, a pesquisadora avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. As pesquisadoras tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução nº 510/16 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, _____, portador(a) do documento de identidade nº _____, declaro que:

	SIM	NÃO
Concordo com a minha participação nesta pesquisa		
Concordo com o uso de minha imagem durante o projeto, sem minha identificação, e das imagens de plantas obtidas por mim, para as finalidades desta pesquisa e para seus produtos		
Quero que meu nome seja identificado como autor(a) das fotos de plantas produzidas		
Fui devidamente informado(a) sobre todos os aspectos e motivação desta pesquisa, pude esclarecer minhas dúvidas e sei que, a qualquer momento, poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão sobre a participação se assim o desejar		
Recebi uma via original deste termo de assentimento livre e esclarecido, assinado por		

mim e pela pesquisadora executora		
-----------------------------------	--	--

_____, ____ de _____ de 2021. (local, data)

Assinatura do(a) menor:

Assinatura da pesquisadora executora:

Pesquisadora Executora: Elaine Cristina Betoni Silveira

Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, PROFBIO

Fone: (31)3409-2673 - E-mail: elainebetoni@ufmg.br

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG

Unidade Administrativa II, 2º Andar, Sala 2005

Telefone: (031) 3409-4592 - E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Horário de atendimento: 09 às 11 e das 14 às 16 horas

Apêndice C

Questionário de conhecimentos prévios

1- O que a palavra botânica significa?

2-O que é fotossíntese?

3-A fotossíntese é o processo em que os vegetais conseguem converter a energia luminosa em energia química. Marque a alternativa que indica a organela celular responsável por esse processo:

- a) estômato.
- b) vacúolo.
- c) mitocôndria.
- d) cloroplasto.
- e) glioxissomo

4- O que você entende por nutrição mineral nas plantas?

5- Na sua opinião, como acontece o crescimento das plantas?

6- A maior parte da massa de matéria orgânica de uma árvore provém de:

- a) água do solo.
- b) gás carbônico do ar.
- c) gás oxigênio do ar.
- d) compostos nitrogenados do solo.
- e) sais minerais do solo.

7- As plantas, assim como todos os animais, necessitam de alguns nutrientes essenciais. Os nutrientes necessários para a planta podem ser macronutrientes ou micronutrientes. Analise as alternativas a seguir e marque a única que apresenta um micronutriente:

- a) Nitrogênio.
- b) Fósforo.
- c) Ferro.
- d) Potássio.
- e) Cálcio.

8- As plantas carnívoras ou insectívoras possuem capacidade de capturar insetos. Essas plantas têm como principal forma de garantir nutrientes a

- a) realização da nutrição heterotrófica.
- b) realização da quimiossíntese.
- c) realização da fotossíntese.
- d) realização da respiração celular.
- e) realização do ciclo de Krebs.

9- Marque V ou F nas afirmações a seguir:

() É importante conhecer as necessidades das plantas e deficiências que se manifestam para poder se tomar providências.

() Uma das formas de repor nutrientes nas plantas é através de fertilizantes.

() Hidroponia é uma forma de crescimento controlado de plantas, como hortaliças, em que é feito em ambiente aberto, repondo os nutrientes do solo.

() Os fertilizantes podem ser usados indiscriminadamente. Marque a alternativa que corresponde a ordem correta de V e F:

- a) V, V, V, V.
- b) V, V, V, F.
- c) F, V, F, F.
- d) V, V, F, F.
- e) F, F, V, V.

10- Hoje em dia encontramos frequentemente hortaliças em supermercados que são cultivadas através da técnica de hidroponia. Esta técnica consiste em cultivar pequenas mudas em apoios especiais aos quais é adicionado líquido com sais nutrientes. O aumento da biomassa (crescimento) destas plantas é devido principalmente à absorção de:

- a) matéria orgânica;
- b) gás carbônico;
- c) enxofre;
- d) fósforo;
- e) oxigênio molecular.

Apêndice D

Descrição:

Materiais:

- Areia lavada
- Potes plásticos 200 ml
- Solução nutritiva completa
- Solução nutritiva sem nitrogênio
- Solução nutritiva sem potássio
- Solução nutritiva sem magnésio
- Água destilada
- Sementes de pepino

Desenvolvimento:

Preparo da areia lavada

- Coar areia fina com uso de uma peneira
- Lavar pelo menos, cinco vezes, com água de torneira
- Ao final fazer uma lavagem com água destilada

Preparo da solução seguir tabela abaixo:

Composição química das soluções nutritivas (mL L⁻¹) HOAGLAND & ARNON (1950)

SOLUÇÕES ESTOQUE	TRATAMENTOS						
	COMPLETO	- N	- P	- K	- Ca	- Mg	- S
KH ₂ PO ₄ mol L ⁻¹	1	-	-	-	1	1	1
KNO ₃ mol L ⁻¹	5	-	6	-	5	6	6
Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O mol L ⁻¹	5	-	4	5	-	4	4
MgSO ₄ · 7 H ₂ O mol L ⁻¹	2	2	2	2	2	-	-
K ₂ SO ₄ 0,50 mol L ⁻¹	-	5	-	-	-	3	-
CaSO ₄ 0,01 mol L ⁻¹	-	200	-	-	-	-	-
Ca(H ₂ PO ₄) ₂ 0,05 mol L ⁻¹	-	10	-	10	-	-	-
Mg(NO ₃) ₂ · 6 H ₂ O mol L ⁻¹	-	-	-	-	-	-	2
Micronutrientes	1	1	1	1	1	1	1
Fe - EDTA	1	1	1	1	1	1	1

* A solução de micronutrientes tem a seguinte composição em g L⁻¹:
H₃BO₃, 2,86; MnCl₂·4H₂O, 1,81; ZnCl₂, 0,10; CuCl₂, 0,04; H₂MoO₄·H₂O, 0,02.

** Dissolver 26,1 g de EDTA dissódico em 286 ml de NaOH Mol L⁻¹, misturar com 24,9 g de FeSO₄·7H₂O. Arejar por uma noite e completar a 1 litro.

Montagem:

- Foram utilizadas 10 amostras.
- 2 somente com areia lavada, 2 para ser trabalhada com solução completa, 2 para ser trabalhada com solução sem nitrogênio, 2 para ser trabalhada com solução sem potássio, 2 para ser trabalhada com solução sem magnésio.
- Em todas as amostras foram colocados semente de pepino (três sementes).
- Após germinação as amostras foram regadas com suas devidas soluções e a amostra contendo somente areia lavada regada somente com água destilada.
- Foram utilizados 10 ml de solução em cada amostra por turno de rega e, caso fosse necessário, água destilada era adicionada para complemento da umidade.