



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE BIOLOGIA**



**ELABORAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA  
PARA A CONSTRUÇÃO DO MANUAL DE GERMINAÇÃO PARA O  
APOCALIPSE**

**SAMANTHA CRISTIN LEWIS DA SILVA BRAVO**



**RIO DE JANEIRO**

**2022**

**SAMANTHA CRISTIN LEWIS DA SILVA BRAVO**

**ELABORAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA  
PARA A CONSTRUÇÃO DO MANUAL DE GERMINAÇÃO PARA O  
APOCALIPSE**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional-PROFBIO, do Instituto Biologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Professora Dra. Eliana Schwartz Tavares

RIO DE JANEIRO

Agosto/2022

## CIP - Catalogação na Publicação

L187e Lewis da Silva Bravo, Samantha Cristin  
ELABORAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA  
INVESTIGATIVA PARA A CONSTRUÇÃO DO MANUAL DE  
GERMINAÇÃO PARA O APOCALIPSE / Samantha Cristin  
Lewis da Silva Bravo. -- Rio de Janeiro, 2022.  
86 f.

Orientadora: Eliana Schwartz Tavares.  
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto  
de Biologia, Licenciado em Ciências Biológicas,  
2022.

1. Ensino por investigação. 2. Germinação. 3.  
Ensino de botânica. 4. Sequência didática. I.  
Schwartz Tavares, Eliana , orient. II. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

## Folha de aprovação

Samantha Cristin Lewis da Silva Bravo

ELABORAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA PARA A  
CONSTRUÇÃO DO MANUAL DE GERMINAÇÃO PARA O APOCALIPSE

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

Aprovada em: 26 de agosto de 2022

Por: unanimidade.

Assinatura presidente:  \_\_\_\_\_

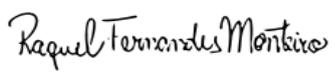
Nome do(a) orientador(a): Professora Dra. Eliana Schwartz Tavares

Assinatura:  \_\_\_\_\_

Nome completo: Joyce Alves Rocha

Título: Doutora

Instituição à qual é vinculado(a): IFRJ

Assinatura  \_\_\_\_\_

Nome completo: Raquel Fernandes Monteiro

Título: Doutora

Instituição à qual é vinculado(a): UFRJ

Rio de Janeiro  
Agosto/2022

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho aos meus alunos do passado, do presente e principalmente aos do futuro; a minha família; aos meus amigos do Profbio – UFRJ e a todos que de alguma forma contribuíram com essa jornada.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu marido Alexander Bravo e ao nosso filho Guilherme Bravo pelo apoio e compreensão incondicionais ao longo de todo percurso. Vocês viveram esse mestrado literalmente comigo durante esses dois anos de pandemia e isolamento social.

Não menos importante, agradeço imensamente aos meus pais Renato Pinheiro e Cris Lewis por sempre me apoiarem, inspirarem e incentivarem meus estudos, crescimento pessoal, profissional e acadêmico.

À minha orientadora Eliana Tavares pela orientação, amizade e principalmente por acreditar e acolher as minhas ideias.

Aos grandes amigos que fiz Ana Carolina Cunha, Ana Claudia Almeida, Carmen Ferrás, Leandro Macedo e Marcela Cardozo, sem vocês teria sido literalmente impossível chegar até aqui. Fomos e somos uma família por escolha, para sempre Grupo 1!

À Luciana Maria Vieira por ter sido a melhor representante de turma que alguém poderia querer, ter sido sua suplente foi um privilégio.

À Ana Carolina Cunha por toda amizade, pelo companheirismo incondicional, por atuar na parte técnica de todos os nossos trabalhos, cobrando sempre excelência e também por ter se oferecido para revisar meu TCM. Seus apontamentos ajudaram a enriquecer este trabalho.

À Suelen Sérgio por toda parceria na representação da nossa turma e também por sido meu “anjo” durante todas as burocracias que tivemos que cumprir.

À toda turma do Profbio UFRJ - 2020, muito obrigada por todos os momentos, risadas, confusões, ajudas, trocas, solidariedade, empatia e também pela confiança por terem me escolhido como sua vice representante.

A todos os professores do Profbio UFRJ que tanto contribuíram para o meu aprendizado e aperfeiçoamento em todo o curso.

Ao Colégio Estadual Monteiro de Carvalho e toda a sua equipe diretiva e pedagógica pela oportunidade, acolhimento e apoio.

Aos meus queridos amigos e colegas professores do Colégio Estadual Monteiro de Carvalho por me apoiarem, me incentivarem e principalmente, torcerem por mim. As perguntas diárias de acompanhamento do andamento do mestrado feitas por cada um de vocês, me motivou mais que tudo na reta final.

A todos os amigos professores do CIEP 228 – Darcy Vargas pelo apoio, parceria e estímulo para que eu entrasse no mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado que propiciou a minha dedicação ao programa.

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



## Relato da Mestranda - Turma 2020

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro
Mestrando: Samantha Cristin Lewis da Silva Bravo
Título do TCM: Elaboração de uma sequência didática investigativa para construção do manual de germinação para o apocalipse.
Data da defesa: agosto/2022
<p>Prestei processo seletivo para o Profbio em busca de melhorar meu desempenho em concursos públicos, onde a pontuação por títulos compõe grande parte da nota final de colocação. Foi uma imensa felicidade retornar à universidade onde fiz minha graduação e também de voltar ao convívio acadêmico após treze anos. Minha turma teve duas aulas presenciais e logo tudo fechou por conta da pandemia de Covid-19.</p> <p>Já sabia que o mestrado era semipresencial, porém ter todas as aulas de forma remota, exigiu uma grande adaptação e reorganização de toda rotina programada de estudos, principalmente no que tange os trabalhos de grupo.</p> <p>Apesar das perdas sofridas ao longo da pandemia e da necessidade de isolamento social, a interação com os professores e colegas de mestrado superou as expectativas em muitos aspectos. Infindáveis horas de reuniões virtuais, fazendo trabalhos, criando apresentações, discutindo resultados experimentais, trocando ideias e experiências, trouxeram imenso aprendizado.</p> <p>Ao longo da jornada, o Profbio me proporcionou uma atualização de todos os principais conteúdos de Biologia e me apresentou as premissas do ensino por investigação. Leitura de bibliografia atual, atividades dinâmicas, pesquisa e muitas atividades em grupo e individuais compõem a grade básica do programa. O momento pandêmico trouxe a necessidade de adaptação de todas as atividades em curto prazo, mas todo o corpo docente e discente se manteve empático e proativo para superar as adversidades que surgiram nessa situação totalmente atípica.</p> <p>Como professora da rede estadual de ensino do Rio de Janeiro por mais de uma década, com dedicação exclusiva na rede, atuando em várias escolas, e por acreditar numa educação que transforma, pude aperfeiçoar minhas práticas docentes e aprimorar minhas estratégias pedagógicas, bem como promover a continuação da minha formação acadêmica.</p>

*“Não adentre a boa noite apenas com ternura,  
A velhice queima e clama ao cair do dia,  
Fúria, fúria contra a luz que já não fulgura.  
Embora os sábios, no fim da vida, saibam que é a  
treva que perdura,  
Pois suas palavras não mais capturam a centelha  
tardia.  
Não adentre a boa noite apenas com ternura,  
Fúria, fúria contra a luz que já não fulgura...”*

Dylan Thomas

## **RESUMO**

Os estudantes do ensino médio apresentam maior dificuldade de interação e compreensão dos temas relacionados ao estudo de botânica, pois geralmente estes são abordados de forma pouco atrativa e desvinculados do cotidiano dos alunos. A maioria deles também não relaciona diretamente os alimentos da sua dieta com cultivo de plantas, principalmente pela enorme quantidade de produtos industrializados presentes na nossa dieta e pela pouca ênfase que a biologia vegetal tem nos currículos escolares e em veículos de comunicação em geral. Essa incapacidade de enxergar os vegetais como seres vivos e a sua importância é designada de cegueira botânica. Como forma de reduzir os efeitos causados pela invisibilidade botânica, propomos uma sequência didática investigativa (SDI), que consistirá em um conjunto de atividades que vão permitir aos alunos recordarem conceitos aprendidos na infância sobre a estrutura das plantas, aprender sobre novas estruturas e tecidos e suas funções, investigar os mecanismos de germinação e o desenvolvimento inicial da plântula, além de desenvolver técnicas para cultivo em casa. Desse processo construiremos um manual de germinação de sementes cuja motivação será o enfrentamento do apocalipse. O manual consistirá da compilação dos resultados e conclusões que os discentes investigaram ao longo da sequência de ensino proposta neste trabalho. Com isso esperamos que os alunos sejam protagonistas durante todo o processo de ensino aprendizagem.

**Palavras-chave:** Mecanismos germinativos; ensino de botânica; sequência de ensino.

## **ABSTRACT**

High school students have greater difficulty in interacting and understanding the topics related to the study of botany, as they are usually approached in an unattractive way and disconnected from the students' daily lives. Most of them also do not directly relate the foods in their diet to plant cultivation, mainly due to the huge amount of industrialized products present in our diet and the little emphasis that plant biology has in school curricula and in communication vehicles in general. This inability to see plants as living beings and their importance is called botanical blindness. As a way to reduce the effects caused by botanical invisibility, we propose an inquiry didactic sequence (IDS), which will consist of a set of activities that will allow students to remember concepts learned in childhood about the structure of plants, learn about new structures and tissues and its functions, investigate the mechanisms of germination and the initial development of the seedling, in addition to developing techniques for cultivation at home. From this process we will build a seed germination manual whose motivation will be to face the apocalypse. The manual will consist of the compilation of the results and conclusions that the students investigated throughout the teaching sequence proposed in this work. With this we hope that students are protagonists throughout the teachinglearning process.

**Keywords:** Germinal mechanisms; teaching botany; teaching sequence.

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Lista de materiais para cada atividade da sequência didática investigativa.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Principais estruturas de uma semente de feijão (*Phaseolus* sp.).

Figura 2 – Na germinação epígea o gancho é formado no hipocótilo.

Figura 3 – Na germinação hipógea o gancho é formado pelo epicótilo.

Figura 4 - Germinação e desenvolvimento inicial da plântula.

Figura 5 – Ciclo Investigativo - Adaptado de Pedaste *et al.* (2015) por Scarpa & Campos (2018, p.31).

Figura 6 – Modelo de vaso de pet para germinação (etiqueta externa).

Figura 7 – Modelo de vaso de pet para germinação (etiqueta interna).

Figura 8 – Exemplo de modelo para germinação na presença de sol.

Figura 9 – Exemplo de modelo de germinação no escuro (dentro do armário com porta).

Figura 10 – Exemplo com garrafa pet cortada na vertical, usa-se a tampa com um cordão para prover água da base para a planta.

Figura 11 - Exemplo de garrafa pet cortada na horizontal e com furos para drenagem da água.

## **LISTA DE SIGLAS**

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CEP – Comitê de Ética e Pesquisa

ED – Estudo Dirigido

EI – Ensino Investigativo

NEM – Novo Ensino Médio

PCNEM – Parâmetros Curriculares do Ensino Médio

SDI – Sequência Didática Investigativa

SEI – Sequência de Ensino Investigativa

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TCM – Trabalho de Conclusão de Mestrado

UE – Unidade escolar

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2. GERMINAÇÃO</b> .....	24
2.1 Desenvolvimento inicial da plântula.....	27
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	28
3.1 Objetivos Gerais.....	28
3.2 Objetivos Específicos.....	29
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	29
4.1 Aspectos Éticos.....	32
<b>5. RESULTADOS - PRODUTO</b> .....	32
5.1 Materiais.....	32
5.2 Primeira semana.....	34
5.3 Segunda semana.....	36
5.4 Terceira semana.....	38
5.5 Quarta semana.....	39
5.6 Avaliação.....	40
5.7 Planejamento e execução da SDI.....	40
<b>6. DISCUSSÃO</b> .....	44
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	49
<b>REFERÊNCIAS DAS FIGURAS</b> .....	50
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	51
<b>APÊNDICE A</b> .....	55

<b>APÊNDICE B</b> .....	59
<b>APÊNDICE C</b> .....	60
<b>APÊNDICE D</b> .....	61
<b>APÊNDICE E</b> .....	63
<b>APÊNDICE F</b> .....	64
<b>APÊNDICE G</b> .....	66
<b>ANEXO A</b> .....	82

## 1. INTRODUÇÃO

A botânica é o ramo da biologia que estuda a anatomia, fisiologia, morfologia, reprodução, metabolismo, evolução, ecologia, classificação e distribuição das plantas, dentre outros aspectos relacionados a esses seres vivos. As plantas são organismos capazes de produzir seu próprio alimento através do processo de fotossíntese, convertendo a energia solar em energia química, com a qual transformam água e gás carbônico absorvidos, do meio ambiente, em carboidratos e oxigênio (RAVEN *et al.*, 2014). Dessa forma constituem a base de todas as cadeias alimentares da biosfera. Também correspondem a maior parte da biomassa terrestre, assim como propiciam a manutenção do clima global, distribuição de chuvas e compõem o alicerce estrutural dos ecossistemas.

A compreensão e o entendimento do ciclo de vida das plantas acompanharam a evolução dos *Homo sapiens*, que de bandos de caçadores-coletores com no máximo 150 indivíduos que já dominavam o fogo e tinham hábitos de vida nômades, para enormes sociedades agrícolas, bem estabelecidas e que podiam sustentar populações de até 1500 pessoas em seus primórdios (HARARI, 2015). A revolução agrícola certamente é um dos maiores marcos das relações entre homens e plantas. Caçadores-coletores se alimentavam das espécies disponíveis em cada estação e alternavam seus territórios de atuação conforme essa disponibilidade. Harari (2015) ainda afirma que a revolução agrícola possibilitou um grande crescimento populacional, os homens passaram a se preocupar com o futuro alimentar a longo prazo. Mesmo depois de uma farta colheita, o homem agricultor logo reiniciava todo o ciclo de cultivo, se antevendo a próxima estação. Pesquisadores apontam para evidências de que a revolução agrícola se deu em algum momento após a evolução e dispersão das gramíneas como o trigo, cevada, milho etc., plantas com alto valor energético (HARARI, 2015).

Certamente a agricultura é a atividade humana de maior relevância desde a revolução agrícola. Sendo assim, entender como funcionam os processos de germinação e cultivo é de suma importância para o ser humano como indivíduo e como sociedade. A preocupação com a crise climática, o aumento populacional, conflitos armados e o iminente esgotamento dos recursos naturais do planeta, levaram diversos países a construir bancos de sementes. No mundo inteiro há mais de mil bancos de sementes, localizados em mais de cem países, mantendo assim uma cópia de segurança da variedade genética de espécies vegetais. O maior deles, construído na Noruega, o Svalbard Global Seed Vault, criado em 2008, hoje conta com mais de 1 milhão de sementes de diversas partes do mundo. Situado no Círculo Polar Ártico, a

instalação armazena sementes que vão dos alimentos mais básicos como trigo, milho e arroz até cevada, berinjela e alface (ÉPOCA NEGÓCIOS ON LINE, 2018). O Brasil possui o quinto maior banco de sementes do mundo (VERDÉLIO, 2020) e já enviou material genético para o Svalbard Global Seed Vault em pelo menos três ocasiões: 2012 milho e arroz, 2014 feijões e em 2020 milho, arroz, cebola, pimentas e diversas espécies de cucurbitáceas (CIPRIANO, 2020).

Apesar de toda importância que as plantas têm na nossa sociedade, não apenas como fonte direta e indireta de alimentos (a agricultura gera alimentos tanto para humanos como para a pecuária), mas também em diversos outros setores industriais como o de combustíveis, farmacêutico, têxtil etc., é dada pouca ênfase a temas relacionados a biologia vegetal nos veículos de comunicação em geral (SALATINO e BUCKERIDGE, 2016). O ser humano moderno sabe bem menos sobre a biologia das plantas em comparação com o que sabem sobre os animais, condição essa designada de *cegueira botânica*, bem exemplificada pelos autores:

O problema é que no mundo urbanizado em que vivemos a maioria das folhas, frutos, sementes e raízes com as quais temos contato chegam até nós no supermercado. Muitos de nós não se dão conta de que reconhecemos essas partes da planta. Mas ao ver, por exemplo, uma bela mandioca na gôndola do supermercado, o processo de semiose não nos leva no sentido de imaginar a planta que produz aquela raiz, mas sim um prato de mandioca frita. Ao tomar uma cerveja, não idealizamos a planta de cevada e do lúpulo; tampouco pensamos numa planta de guaraná ao tomar o refrigerante. Isso sugere que em um ambiente altamente urbanizado a oferta dos produtos industrializados, ainda que seus rótulos muitas vezes representem desenhos ou esquemas da planta que origina o tal produto, deve ter um papel fundamental no processo de estabelecimento da *cegueira botânica*. (SALATINO e BUCKERIDGE, 2016, p.179)

Essa invisibilidade botânica é também refletida na educação básica, principalmente no ensino médio. Até mesmo nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio (PCNEM) não encontramos enfoque em conteúdos gerais e nem específicos de botânica, o mesmo acontece para a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), os temas são abordados de forma genérica. Manzoni-De-Almeida et al. completa:

Entretanto, estudos tem mostrado que na sociedade ocidental a botânica tem sido considerada um tema enfadonho e ultrapassado, culminando na formulação do conceito de ‘cegueira botânica’ por Wandersee & Schussler (2002), ou seja, a incapacidade e dificuldades de reconhecer a importância dos vegetais na natureza e considerar os vegetais como seres inferiores em uma

hierarquização da importância dos seres vivos na natureza. (MANZONI-DE-ALMEIDA *et al.*, 2019, p.80)

Esse pouquíssimo destaque dado a biologia vegetal repercute diretamente no interesse dos alunos em estudar botânica, o que só dificulta ainda mais o trabalho do professor para desenvolver esses temas em sala de aula. O fenômeno da invisibilidade das plantas tem sérias consequências para a atitude dos estudantes (e, por extensão, das pessoas em nossas sociedades) em relação ao meio ambiente e sua maneira de perceber a natureza (PANY, 2014). Nesse cenário, a elaboração de mecanismos e estratégias didáticas de sensibilização para o estudo das plantas, bem como relacionar esses conteúdos com o cotidiano dos alunos é fundamental para atenuar os efeitos dessa negligência botânica nos ambientes escolares.

A *cegueira botânica* não é uma exclusividade dos alunos e pessoas em geral, podemos percebê-la também na atuação dos próprios professores de biologia que não priorizam muitos temas da biologia vegetal em suas aulas. Então se faz necessário engajar mais professores a trabalharem com temas de botânica de forma lúdica e trazendo abordagens investigativas voltadas para resolução de problemas.

Sendo à educação tradicional centrada na figura do docente, que transmite seu conhecimento aos discentes e que o recebem quase que de forma inerte, os ideais construtivistas visam modificar essas relações entre professor e aluno. Este último passando a ser protagonista do processo de ensino aprendizagem, partindo de seus conhecimentos prévios. Carmo e Schimin (2013, p.5) pontuam que “segundo as propostas ‘construtivistas’, uma aprendizagem significativa requer a participação dos alunos na construção do conhecimento.” A ênfase no protagonismo dos estudantes vinculada ao processo de aquisição de conhecimento aplicado ao cotidiano também está prevista na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017):

Assim, a BNCC propõe a superação da fragmentação radicalmente disciplinar do conhecimento, o estímulo à sua aplicação na vida real, a importância do contexto para dar sentido ao que se aprende e o protagonismo do estudante em sua aprendizagem e na construção de seu projeto de vida. (BRASIL, 2017, p. 15)

Sendo assim, usar as estratégias do ensino por investigação, pode abrir um leque de opções para uma educação construtivista. As premissas do aprendizado por investigação podem variar na literatura, porém alguns pontos são convergentes entre diversos autores, com isso podemos definir o ensino por investigação como um conjunto de atividades desenvolvidas ao

redor de um problema (que pode ser determinado pelo professor ou pelos alunos), a busca de soluções para resolver esse problema, a organização do processo de investigação, a sistematização dos novos conhecimentos aprendidos e suas relações com o contexto social (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011; MOTOKANE, 2015; CARVALHO, 2013; SASSERON, 2015). Então, o ensino por investigação ainda possibilita o desenvolvimento de outras competências:

A compreensão sobre o que é Ensino Investigativo (EI) de ciências foi mudando ao longo das décadas, de acordo com as tendências educacionais. Atualmente é considerado uma abordagem capaz de desenvolver competências pertinentes ao fazer científico e também competências de caráter geral como leitura, reflexão, argumentação, entre outras. (BATISTA e SILVA; 2018, p. 2)

Dessa forma, o aprender por investigação concentra diversos ingredientes que favorecem a participação plena dos estudantes com a construção do seu conhecimento, o “desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos, a realização de procedimentos como elaboração de hipóteses, anotação e análise de dados e o desenvolvimento da capacidade de argumentação” (ZOMPERO e LABURU, 2011, p. 73), ao mesmo tempo que permeia a relação desses aprendizados ao cotidiano deles (CARVALHO, 2013; SASSERON, 2015). Batista e Silva (2018, p.3) ressaltam outras valências possibilitadas pelo ensino por investigação, “visa, entre outras coisas, que o aluno assuma algumas atitudes típicas do fazer científico”.

Trazer abordagens investigativas para o cotidiano da sala de aula, pode representar um desafio dentro da prática docente, demanda planejamento e organização. Sendo assim, o uso de sequências didáticas possibilita o trabalho com atividades investigativas, sejam essas teóricas e/ou práticas, com uma estrutura mais organizada e um fluxo mais conciso. Podemos definir uma sequência didática investigativa (SDI) como um conjunto de atividades que visam um propósito de ensino aprendido (SASSERON, 2015). De acordo com Carvalho (2013), a estrutura das sequências de ensino investigativo (SEIs) devem conter diversas atividades, um problema central que deverá ser resolvido pelos alunos, a sistematização dos conceitos investigados para responder à questão problema e a contextualização dos conhecimentos adquiridos sob a perspectiva social, ela descreve:

Assim, uma sequência de ensino investigativa deve ter algumas atividades chaves: na maioria das vezes a SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e dê

condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático. É preciso, após a resolução do problema, uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos alunos. Essa sistematização é feita preferivelmente através da leitura de um texto escrito quando os alunos podem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema, com o relatado no texto. Uma terceira atividade importante é a que promove a contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos, pois nesse momento eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social. Esta atividade também pode ser organizada para o aprofundamento do conhecimento levando, os alunos a saberem mais sobre o assunto. Algumas SEIs, para dar conta de conteúdos curriculares mais complexos, demandam vários ciclos destas três atividades ou mesmo outros tipos de atividades precisam ser planejadas. (CARVALHO, 2013, p.7)

Sob a prerrogativa de que muito em breve a humanidade terá que enfrentar ainda mais catástrofes de ordem climática e ambiental devido a degradação dos ecossistemas, acrescido do uso indiscriminado de agrotóxicos potencialmente nocivos à saúde e que selecionam pragas cada vez mais resistentes por países como o Brasil, o crescimento da população mundial que exigirá um aumento da demanda de produção de alimentos, bem como a ocorrência de pandemias, guerras e mudanças climáticas, poderá acarretar numa diminuição da quantidade e da variedade de alimentos disponíveis (CHADE, 2022 ; SIMPSON, 2022). Dentro desse contexto, se faz necessário adotar medidas para minimizar esses efeitos, então o uso de uma problematização com temática apocalíptica e que aborda o estudo das plantas sob a luz do cultivo de espécies alimentícias pode gerar maior motivação dos alunos por ser um tema muito recorrente na atualidade, principalmente em séries e filmes.

De acordo com Pany (2014), os docentes devem optar por trabalhar com plantas de interesse dos alunos para introduzir conteúdos de botânica, já que o tempo é um fator limitante para execução de atividades práticas e de campo. O autor ainda ressalta que, o trabalho com plantas que atendam aos interesses dos alunos, pode abrir uma janela de oportunidade para evitar que eles percebam as plantas apenas como cenário para a vida animal e possibilitar que os alunos desenvolvam uma visão mais realista da natureza, sem desconsiderar a grande maioria dos organismos que constroem a base da vida na Terra (PANY, 2014). Com isso, trabalhar conceitos relacionados a germinação e cultivo de espécies alimentícias, pode ainda propiciar interface com outras disciplinas do currículo escolar, (física, matemática e química), relacionando temas como energia, construção e interpretação de gráficos etc. (FONTES *et al.*

2015), possibilitando a integração de múltiplas competências como estabelecido na BNCC (BRASIL, 2017):

É importante destacar que aprender Ciências da Natureza vai além do aprendizado de seus conteúdos conceituais. Nessa perspectiva, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – por meio de um olhar articulado da Biologia, da Física e da Química – define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental no que se refere: aos conhecimentos conceituais da área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza. (BRASIL, 2017, p. 547)

O conceito de hortas em casa tem crescido muito nos últimos anos como forma de fornecer temperos frescos e orgânicos aos seus cultivadores urbanos. Com o cenário da pandemia atual, essa ideia ganhou ainda mais força e adeptos mesmo em espaços pequenos, como nos apartamentos ou em qualquer outro espaço residencial (ALENCAR, 2020). O estímulo ao cultivo de plantas alimentícias nos ambientes domésticos, bem como o aprendizado dos processos relacionados a germinação e desenvolvimento das plantas, pode preparar as sociedades atuais e gerações futuras para lidar com uma possível redução da oferta de alimentos e com a insegurança alimentar (BORGES-SILVA *et al.*, 2010).

Aliando as estratégias do ensino investigativo, a organização e sistematização das sequências didáticas, a evocação dos aspectos afetivos que o trabalho com germinação traz, podemos incentivar o engajamento e comprometimento dos alunos e a possibilidade de transcender os aprendizados para solucionar problemas reais do cotidiano (SHUVARTZ *et al.*, 2020), atendendo assim as premissas dos compromissos e metas assentadas na BNCC (BRASIL, 2017):

Para formar esses jovens como sujeitos críticos, criativos, autônomos e responsáveis, cabe às escolas de Ensino Médio proporcionar experiências e processos que lhes garantam as aprendizagens necessárias para a leitura da realidade, o enfrentamento dos novos desafios da contemporaneidade (sociais, econômicos e ambientais) e a tomada de decisões éticas e fundamentadas. (BRASIL, 2017, p. 463)

No ensino de biologia, aulas práticas e com abordagens experimentais se fazem necessárias pois o fazer científico não pode ser apenas um exercício teórico. Os professores em geral enfrentam diversos obstáculos em relação a realização deste tipo de atividade e

principalmente dispor de ambientes fora a sala de aula (CARMO e SCHIMIN, 2013). Eles ainda destacam alguns fatores:

[...] muitas pesquisas mostram a relevância das atividades práticas, porém estas são dificultadas pelo elevado número de alunos por turma, falta de estrutura e materiais adequados e até a deficiente formação do professor mas tudo isso não pode levar a uma ineficiência do ensino. (CARMO e SCHIMIN, 2013, p. 4)

Apesar de toda dificuldade que aulas experimentais possam representar no cotidiano de trabalho dos docentes, a superação desses obstáculos em si já pode fortalecer o vínculo destes com os alunos. Atividades experimentais trazem a possibilidade de proporcionar momentos de resgate de aprendizados, então permite focar nas concepções prévias dos alunos sobre o problema proposto (SILVA e BRASIL, 2020). Gullich (2019) preconiza que a abordagem experimental permite trabalhar de forma investigativa:

Considerando que a experimentação[e o ensino], se mediada, organizada e planejada de maneira apropriada, desencadeia um verdadeiro processo de investigação-reflexão, trazendo à tona as hipóteses levantadas e sugeridas ao longo do processo, sendo que para se fazer uma experimentação investigativa, além dos critérios já citados, deve-se fazer presente também perguntas que instigam a reflexão e o fomento pela pesquisa por parte dos alunos, e além disso, deve-se levar em consideração os questionamentos e argumentos dos mesmos para com o objeto estudado, para assim, se obter a melhor compreensão possível do fenômeno. (GULLICH, 2019, p. 248)

Sasserron e Duschl (2016) entendem que a definição de um ambiente propício a práticas investigativas possibilita não somente, o *engajamento disciplinar positivo*, mas também a compreensão de como o conhecimento científico é construído, avaliado e validado. E como se apropriar desse conhecimento e usá-lo nas diversas situações da vida. Os autores propõem que o engajamento dos alunos nas práticas epistêmicas pode ser alcançado através do envolvimento e participação destes com um problema proposto. Sasserron e Duschl (2016) ainda destacam que:

A proposição do engajamento disciplinar produtivo surge do trabalho de Engle e Conant (2002) a partir da análise de como estudantes se relacionam com discussões sobre temas das ciências. Entendemos que a proposição dos autores muito se assemelha às ideias que fundamental o ensino por investigação e, de modo mais específico, por pressupor e fundamentar as

ações de ensino com base na participação ativa dos estudantes para a resolução de problemas em sala de aula e o uso das ideias conceituais e dos procedimentos e atitudes envolvidos na prática em outras situações e contextos para além do escolar. Para Engle e Conant (2002), quatro princípios devem ser considerados para o estabelecimento de um ambiente propício ao surgimento de engajamento disciplinar produtivo entre os estudantes: a *problematização*, permitindo o envolvimento com problemas intelectuais; a *autoridade*, atribuída aos estudantes e possibilitando que atuem na resolução de problemas; a *responsabilidade*, que se vincula não apenas ao trabalho direto de resolução dos problemas, mas às ações desempenhadas no contato com outros colegas; e os *recursos*, ou seja, as oportunidades concedidas para o seu envolvimento com as práticas. (SASSERON e DUSCHL, p. 57, 2016)

Sendo assim, o planejamento e a preparação do ambiente para a realização das atividades são fundamentais para se criar um ambiente favorável ao engajamento ativo dos alunos com o processo de ensino e aprendizagem (SASSERON, 2013).

Para este trabalho, foi escolhido elaborar uma sequência didática investigativa (SDI) com uma atividade experimental de germinação de sementes, que pretende propiciar o engajamento dos alunos no processo de construção de conhecimento, onde desenvolveremos temas da biologia vegetal relacionados ao reconhecimento de sementes, seus tecidos e funções, processos e fatores determinantes da germinação e crescimento inicial da plântula. A sequência pretende ainda incentivar o preparo do docente para fornecer explicações teóricas na demanda em que perguntas forem feitas pelos discentes durante todo o trabalho.

## 2. GERMINAÇÃO

A germinação de sementes é uma sequência de etapas que se inicia na embebição da semente que leva a retomada do desenvolvimento do embrião e culmina na protusão da radícula (raiz embrionária). Na sequência observamos o crescimento de uma plântula (RAVEN *et al.*, 2014). Compreender esse processo e entender quais são as transformações que a semente sofre para germinar é importante para conseguir produzir alimentos em casa e em ambientes escolares.

Uma semente madura possui em seu interior o embrião e substâncias nutritivas, que podem estar armazenadas no endosperma, no cotilédone ou em ambos (depende da espécie), tudo isso envolvido por um revestimento externo, o tegumento. Substâncias nutritivas podem também estar presentes nos tecidos maternos (RAVEN *et al.*, 2014). O embrião das angiospermas é basicamente composto de um eixo embrionário e um ou mais cotilédones

(TAIZ *et al.*, 2017). Em extremidades opostas do eixo embrionário se encontram os meristemas apicais do caule e da raiz, que consistem em tecidos que proporcionam o crescimento primário do vegetal. O embrião pode conter ainda uma raiz e um caule embrionários, denominados respectivamente de radícula e caulículo. A região localizada entre o meristema apical da raiz e o cotilédono é denominada hipocótilo e a região entre o cotilédono e o meristema apical do caulículo, de epicótilo (RAVEN *et al.*, 2014) (figura 1).

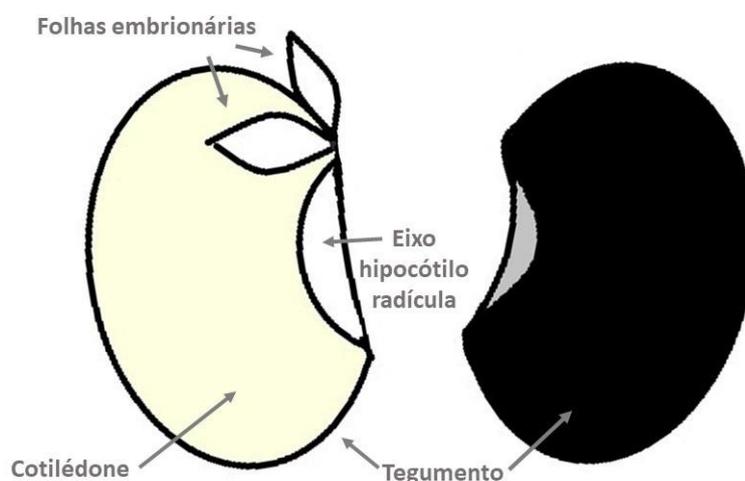


Figura 1 – Principais estruturas observadas em uma semente de feijão (*Phaseolus* sp.).  
(A fonte de todas as figuras encontra-se no final deste trabalho, na página 50)

Para que o germinar possa ocorrer, serão necessárias condições adequadas no que tange os fatores ambientais (externos) e da própria semente (RAVEN *et al.*, 2014). Os principais fatores que influenciam a germinação são a disponibilidade de água, luz, temperatura, oxigênio e dormência (TAIZ *et al.*, 2017). Ainda de acordo com esses autores, a água é o fator mais determinante para que o processo ocorra, mesmo que em muitas espécies, as sementes possam ou até mesmo precisem passar por períodos de dessecação como um pré-requisito para o estado quiescente que precede a germinação.

Outra questão que deve ser levada em consideração é a fotoblastia das sementes, processo pelo qual a germinação pode ser regulada pela luz. Quando a semente necessita de luz para germinar, dizemos que a fotoblastia é positiva. Já quando não pode haver incidência luminosa para a germinação acontecer, denomina-se a semente como fotoblástica negativa. E nas ditas sementes fotoblásticas neutras, é indiferente a presença de luz para que ocorra a germinação (TAIZ *et al.*, 2017; GEIZER *et al.*, 2017; SARNO *et al.*, 2010-2016).

Segundo Taiz *et al.* (2017), a germinação é dividida em três etapas: “*embebição, indução do crescimento e crescimento do eixo embrionário*”. A primeira consiste na captação de água para permitir que os tecidos mais próximos à superfície do solo ou substrato fiquem úmidos. A hidratação dos tecidos da semente precisa ser o suficiente para dar início a germinação e também propiciar que ela ocorra até o final. Na etapa seguinte, a captação de água diminui e agora o metabolismo da semente é ativado e tecidos novos começam a ser formados. Já na fase de crescimento, percebemos que o tegumento se rompe por conta da expansão celular e temos a emergência da raiz embrionária, também chamada de radícula, sendo está a primeira estrutura a surgir (TAIZ *et al.*, 2017; RAVEN *et al.*, 2014).

A germinação pode ainda ser classificada em epígea ou hipógea (figuras 2 e 3). Na primeira, após a germinação, o hipocótilo sofre alongamento tornando-se curvado no processo, assim ele assume a forma de um gancho. Ao se projetar acima do solo, puxa o(s) cotilédono(s) e a plúmula para cima (RAVEN *et al.*, 2014).

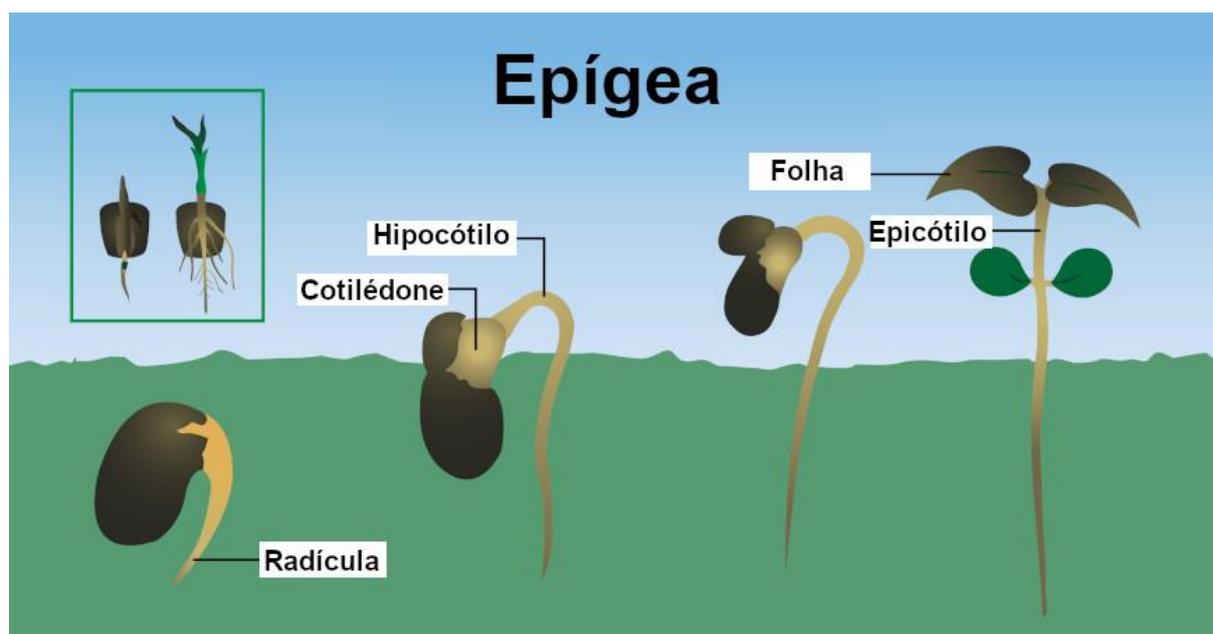


Figura 2 – Na germinação epígea o gancho é formado no hipocótilo.

Já na germinação hipógea, é o epicótilo que se alonga, curvando-se para formar uma estrutura semelhante a um gancho. Ao emergir do substrato, o epicótilo traz a plúmula acima da superfície. Nesse caso, o(s) cotilédono(s) vai(ão) permanecer abaixo do nível do solo (RAVEN *et al.*, 2014).

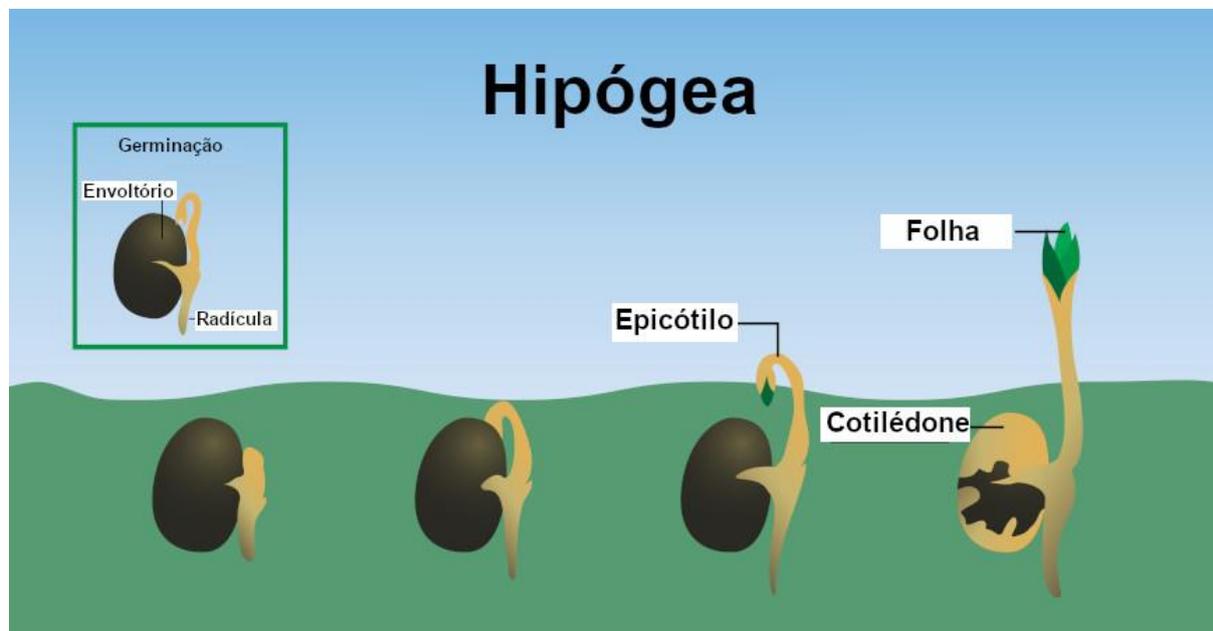


Figura 3 – Na germinação hipógea o gancho é formado pelo epicótilo.

## 2.1 Desenvolvimento inicial da plântula

A plântula é o resultado do desenvolvimento do embrião após a germinação até a expansão das primeiras folhas. Após a radícula emergir, ela propicia que a nova planta em desenvolvimento se fixe no substrato e comece a absorver água, logo em seguida o sistema radicular continua seu crescimento (figura 4). À medida que a plântula se desenvolve, as substâncias nutritivas contidas nos cotilédones são digeridas e usadas para o crescimento dos órgãos do jovem esporófito (RAVEN *et al.*, 2014). Ainda segundo este autor, a plântula é considerada *estabelecida* quando se torna independente de substâncias de reserva e já é plenamente fotossintetizante.



Figura 4 – Germinação e desenvolvimento inicial da plântula.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivos gerais

Elaborar uma sequência didática investigativa (SDI) para ser trabalhada em turmas do ensino médio, com o intuito de aumentar o entendimento e o interesse dos alunos pelo estudo de biologia vegetal, com foco nas estruturas e processos envolvidos na germinação de sementes e desenvolvimento inicial da plântula de espécies alimentícias.

#### 3.2 Objetivos específicos

- Analisar o nível de conhecimento dos alunos sobre biologia vegetal e o entendimento da sua relação com todas as fontes de alimentos, afim de identificar o grau de *cegueira botânica*.

- Desenvolver um produto na forma de uma sequência didática, que estimule o envolvimento e interesse dos alunos em estudar botânica com foco nos processos germinativos.
- Propor experimentos sobre germinação de espécies alimentícias, incluindo reconhecimento da morfologia de plantas e morfoanatomia de sementes.
- Sensibilizar os participantes a refletirem sobre a importância do conhecimento botânico para a sociedade, permeada pela agricultura.
- Estimular o cultivo de hortas residenciais como forma de acesso a temperos e alimentos frescos.
- Engajar professores a trabalhem mais os conteúdos de biologia vegetal e de forma lúdica e experimental.

#### **4. METODOLOGIA**

O produto desenvolvido neste trabalho de conclusão de mestrado (TCM) consiste em uma sequência didática investigativa planejada para ser trabalhada em turmas do 1º ano do ensino médio em disciplinas eletivas da área de biologia, que fazem parte do componente curricular do Novo Ensino Médio (NEM). O trabalho será realizado em dez aulas (aproximadamente 50 minutos cada), sendo duas aulas consecutivas por semana, totalizando cinco semanas. Serão incluídos os seguintes conteúdos de biologia vegetal: características morfológicas das plantas; classificação, anatomia e fisiologia das sementes; germinação e desenvolvimento inicial da plântula. Serão abordados ainda o, cultivo escolar e domiciliar de espécies alimentícias. Os conteúdos estão estabelecidos na competência específica dois da BNCC (BRASIL, 2017).

A sequência pretende culminar em um manual de germinação para o apocalipse, desenvolvido pelos alunos através dos resultados e conclusões apreendidos ao longo das atividades propostas.

A sequência didática investigativa foi elaborada de forma a seguir as premissas do ciclo investigativo proposto por Pedaste *et al.* (2015), onde temos as seguintes fases: orientação, conceitualização, investigação, conclusão e discussão, além de que cada fase se divide em subfases (figura 5). Na etapa de orientação despertamos a curiosidade dos alunos com alguma atividade engajadora e também apresentamos o problema que deverá ser investigado. A

conceitualização é a fase onde temos o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, bem como a geração de hipóteses para resolução do problema central. No momento seguinte, a investigação, teremos a exploração, experimentação e análise de dados, ou seja, os discentes irão testar suas hipóteses. O estágio seguinte consiste no processo de tirar conclusões a partir dos dados experimentais ou de pesquisas. A fase de discussão é feita ao longo de todo o ciclo investigativo, compreendendo a comunicação e reflexão sobre as atividades desenvolvidas.

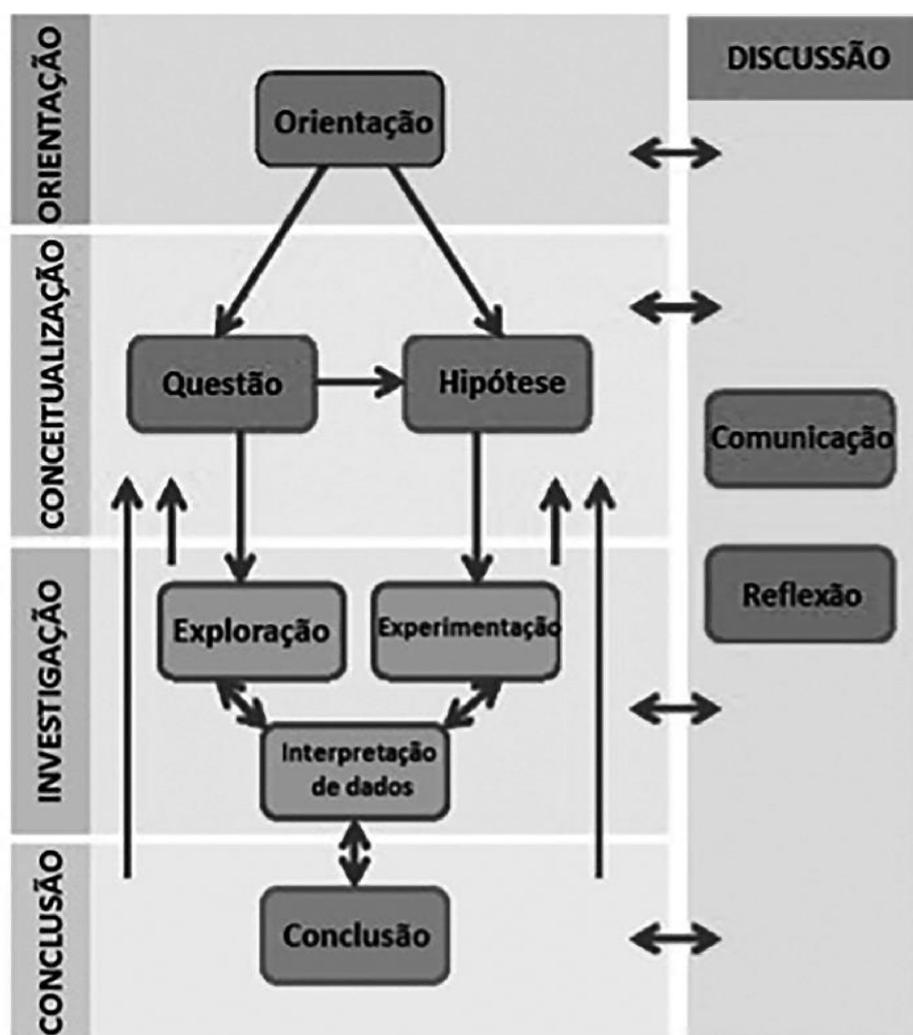


Figura 5 - Ciclo Investigativo - Adaptado de Pedaste et al. (2015) por Scarpa e Campos (2018, p.31).

Escolhi detalhar as atividades da sequência didática investigativa de cada fase por semana para facilitar a organização do trabalho e o entendimento de cada etapa a ser realizada. Na primeira semana teremos a fase de orientação, onde será feita a problematização com

temática apocalíptica e a fase de conceitualização, com uma aula de resgate de conhecimentos sobre anatomia e morfologia dos vegetais, com o intuito de possibilitar que os alunos tragam seus conhecimentos prévios e se engajem a participarem ativamente das atividades propostas. Na segunda semana, daremos início a fase de investigação com os experimentos de germinação, no qual os discentes vão investigar como as sementes germinam e quais fatores são determinantes para que esse processo ocorra. Já na terceira semana, teremos um estudo dirigido que traz perguntas que suscitam a experiência dos estudantes com o plantio doméstico e também questões relacionadas com os experimentos de germinação que eles estarão realizando e acompanhando de forma assíncrona. A quarta semana é destinada a fase de conclusão, com a culminância das atividades realizadas. Aqui os alunos vão poder compartilhar e discutir com os demais seus resultados, analisar e elencar juntos quais condições são mais favoráveis a germinação de sementes das espécies alimentícias que eles trabalharam. O compilado desses resultados e conclusões vão compor a construção do manual de germinação para o apocalipse.

#### **4.1 Aspectos Éticos**

O projeto de pesquisa desse trabalho foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e à Plataforma Brasil, observando as recomendações da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 2012). O parecer de aprovação já foi emitido (anexo A) e afirmou que não é necessária apreciação do Conep.

### **5. RESULTADOS - PRODUTO**

As atividades da sequência didática investigativa foram divididas em etapas: aula de resgate de conhecimentos com apresentação do problema central (primeira semana), experiência de germinação (segunda semana), estudo dirigido (terceira semana) e culminância (quarta semana). Nesta última teremos a construção do manual de germinação para o apocalipse que inclui a compilação dos resultados experimentais dos alunos. A quinta semana é destinada ao momento de avaliação.

## 5.1 Materiais

A aplicação da sequência didática investigativa que será descrita a seguir, depende que diversos materiais sejam providenciados previamente, bem como a organização de outros itens que serão usados ao longo das cinco semanas de atividades.

De todos os materiais que precisamos, as garrafas pet são os elementos que mais demandam planejamento, pois será necessária uma grande quantidade. Uma sugestão é pedir, com bastante antecedência, que alunos e demais agentes da comunidade escolar ajudem a acumular o máximo possível desse item. Por ser um recipiente transparente, fácil de cortar, de manusear e muito acessível, é ideal para os experimentos de germinação que são parte crucial da SDI.

Já os materiais impressos ajudam a otimizar o tempo, na organização das informações, bem como auxiliam a estruturar e dinamizar as atividades. Porém se esse recurso não for viável, o docente poderá utilizar o quadro para passar a estrutura e perguntas dos trabalhos que serão realizados ao longo das semanas.

A seguir temos a discriminação de todos os materiais que vão ser utilizados em cada atividade:

Quadro 1 – Lista de materiais para cada atividade da sequência didática investigativa.

ATIVIDADES	MATERIAIS
PROBLEMA CENTRAL	Quadro e caneta
AULA RESGATE DE CONHECIMENTOS	Espécimes vegetais coletados
	Vegetais cedidos da cozinha da EU
	Vegetais comprados
	Mesa ou bancada
	Sementes diversas
	Lupa e/ou microscópio
	Planilha de grupos
EXPERIMENTOS DE GERMINAÇÃO	Impressão do quadro comparativo
	Garrafas pet
	Estilete e/ou faca
	Tesouras
	Terra de boa qualidade (desejável)
	Impressão da tabela de espécimes e critérios escolhidos para a germinação
Água	
ESTUDO DIRIGIDO	Impressão do Estudo dirigido
	Materiais de apoio

	Biografia sugerida
CULMINÂNCIA	Cartolina
	Pilot
	Cola
	Impressões diversas
	Fotos impressas
	Datashow ou TV
AVALIAÇÃO	Caderno para anotações
	Impressão das avaliações

## 5.2 Primeira semana

### Apresentação do Problema Central

As atividades tem início com a apresentação do problema central: Vamos imaginar um cenário onde um vírus mortal está dizimando a população mundial rapidamente. O patógeno é transmitido através de perdigoto emitido pelas pessoas contaminadas e os primeiros sintomas da infecção são percebidos somente após alguns dias de seu início. A mortalidade de pessoas provocada pelo vírus é tão alta que após alguns meses do começo da pandemia, mais da metade da população do mundo havia sucumbido. Diante desse cenário apocalíptico, medidas de restrição social mais severas tiveram que ser implantadas por governantes em todo o mundo. A produção de alimento foi altamente impactada por múltiplos fatores, incluindo a falta de trabalhadores rurais. Os sobreviventes tiveram que começar a plantar espécies alimentícias em casa para contornar a escassez de alimentos frescos. Diante desse panorama, que saberes são necessários para se produzir alimentos em casa?

Um breve debate sobre a situação problema deve ser estimulado na turma, a fim de promover o engajamento de todos para as próximas atividades, bem como gerar uma reflexão sobre a *cegueira botânica* na sociedade e quais consequências ela pode trazer para a humanidade a longo e curto prazo.

### Resgate de Conhecimentos

Em seguida, teremos uma aula de resgate de conhecimentos, com o intuito de estimular a curiosidade e verificar as concepções prévias dos alunos sobre biologia vegetal. Uma exposição de amostras de espécimes vegetais comestíveis será apresentada aos alunos;

contendo por exemplo: rúcula, tomate, milho, couve-flor, cenoura, pimentão, berinjela, feijão etc. Os itens para esta exposição podem ser obtidos pelo docente através de coleta em locais no entorno da unidade escolar (UE), na cozinha da mesma e outros itens podem ser comprados, de forma que se tenha o máximo possível de amostras (apêndice A). Quanto maior a variedade de amostras, maiores serão as possibilidades de análises e comparação de resultados entre os estudantes.

Os discentes serão estimulados a manipular as amostras e tentar identificar estruturas anatômicas básicas como a raiz, caule, folha, frutos e sementes, muitas dessas aprendidas durante a infância e no ensino fundamental. Será pedido em seguida aos alunos que tentem separar as amostras comestíveis levando em consideração essas estruturas anatômicas (órgãos vegetais) básicas, por exemplo, todas as folhas numa mesa, tudo que for raiz em outra, frutos em outra e assim por diante. Findada a separação das amostras, os alunos serão indagados sobre quais as funções de cada estrutura básica de um vegetal (como por exemplo, as folhas têm função fotossintética de nutrição da planta, as raízes são estruturas de fixação, absorção e armazenamento de substâncias nutritivas, os frutos relacionados com a reprodução etc.) e as características que os fizeram alocar cada amostra em um determinado grupo.

### Trabalhando a Morfoanatomia das Sementes

Ainda trabalhando com ludicidade, serão apresentados frutos como melancia, maçã, abacate, tomate, banana e milho, dentre outros e diversas sementes como por exemplo feijão, ervilha, grão de bico, soja etc. Serão apresentadas também sementes comerciais de algumas hortaliças. É o momento de analisarmos e tentarmos comparar os diversos tipos de grãos e sementes (observando, por exemplo, a estrutura do embrião, quantos cotilédones, onde estão as reservas); além de comparar e tentar identificar as estruturas dos frutos, suas partes (epicarpo, mesocarpo, endocarpo), a disposição e quantidade de sementes. Aqui os alunos deverão explorar bastante a morfologia e anatomia das sementes e frutos. As sementes podem ser cortadas com estilete para visualização de suas estruturas internas sob a lupa e/ou microscópio. Os frutos também serão cortados com uma faca para remoção das sementes que serão usadas na semana seguinte.

Nesse momento a turma deve ser dividida em grupos de 4 alunos (apêndice B), onde cada um deles será orientado a tentar identificar as estruturas e os espécimes. Será disponibilizada biografia sobre o assunto e também a opção de usar o Google Lens. Esta última

é uma ferramenta que utiliza uma inteligência artificial para o reconhecimento de imagens e pode ser acessada de qualquer smartfone através do assistente Google. Ao longo do processo de reconhecimento, um quadro comparativo das amostras apresentadas deverá ser construído por cada grupo (apêndice C), e será compartilhado com os demais ao final. Cada grupo deverá escolher pelo menos 6 espécimes dentre todas as amostras. Dessa forma, poderemos ainda comparar os trabalhos e verificar possíveis diferenças, possibilitando reanálise e correções quando necessárias.

### Retornando ao Problema Gerador

Por último os alunos deverão retornar à pergunta geradora do problema: Que saberes são necessários para a produção de alimentos em casa? Perguntas complementares também serão feitas: Será que a humanidade tem acesso aos alimentos da mesma forma? Numa situação apocalíptica (pandemias, desastres ambientais, guerras etc.), vocês saberiam como cultivar sua própria comida? Eles serão orientados a responder de maneira livre sobre o que sabem acerca do assunto e a formular outras perguntas e processos pertinentes para resolver essa questão. Após esse curto debate, será pedido aos discentes que façam um breve relato sobre os assuntos debatidos e suas percepções.

## **5.3 Segunda semana**

### Experimentos de Germinação

Na segunda etapa, terão início as experiências de germinação com os grãos e sementes analisados e classificados pelos grupos de alunos já formados na última aula. Para aguçar a curiosidade dos estudantes pela atividade, o docente fará algumas perguntas preliminares:

- Como uma planta nasce?
- Como vocês definiriam uma semente?
- Como identificar uma semente?
- Qual(is) a(s) função(ões) das sementes?

Depois que expressarem suas concepções sobre as perguntas de introdução livremente, dar-se-á início aos procedimentos para a experimentação. Para isso serão utilizados recipientes recicláveis como garrafas pet, vasilhas plásticas, latas etc. e terra adubada. Cada grupo irá

trabalhar com um tipo de semente escolhida entre as amostras apresentadas na aula anterior e proceder a germinação em diferentes condições de luz, disponibilidade de água, estratificação do solo, pré-embebição etc., parâmetros esses escolhidos pelos alunos. Para cada condição os alunos devem utilizar pelo menos três vasos iguais com a mesma quantidade de sementes da mesma planta em cada. Durante o processo deverão fazer registros fotográficos (figuras 6 e 7), bem como anotar os dados referentes ao tempo que levou para o aparecimento da radícula, a emergência do caulículo, aparecimento de folhas etc. em cada condição de germinação adotada (figuras 8 e 9). Com isso, ao longo de duas semanas realizando e acompanhando a germinação, os grupos irão coletar dados para compor um relatório final de todo o experimento (apêndice D).



Figura 6 – Modelo de vaso de pet para germinação (etiqueta externa).



Figura 7 – Modelo de vaso de pet para germinação (etiqueta interna).



Figura 8 – Exemplo de modelo para germinação na presença de sol.



Figura 9 – Exemplo de modelo de germinação no escuro (dentro do armário com porta).

#### 5.4 Terceira semana

##### Estudo Dirigido

Concomitante com segunda semana de experiência de germinação, a terceira etapa consistirá de um estudo dirigido (ED) que será distribuído aos discentes (apêndice E), contendo as seguintes perguntas:

- Você já teve alguma experiência com plantio na sua casa antes? Ou na casa de algum familiar ou amigo?
- Alimentos frescos estão presentes na sua alimentação?
- Você conhece alguém que cultive espécies comestíveis em casa?
- Você já pensou em cultivar uma horta doméstica? Por quê?
- Que vantagens trariam uma horta em casa?
- Qual a importância de saber sobre os processos de germinação?
- Que elementos (estruturas e tecidos) as sementes possuem que os permitem germinar?
- Como você explicaria o conceito de germinar?
- As sementes precisam de fatores internos para germinar? Quais são eles?
- As sementes precisam de fatores externos para germinar? Quais são eles?
- Todos os grãos necessitam das mesmas condições externas e internas para germinar? Explique.

Textos de apoio, livros didáticos, reportagens de jornal, manuais, esquemas, figuras, dentre outros materiais, também podem ser disponibilizados aos alunos para auxiliar na investigação das questões propostas no estudo dirigido. O livro *Introdução a Botânica – Morfologia* de Souza *et al.* (2019) é a biografia sugerida para esta atividade. Aqui pretendemos também propiciar uma reflexão sobre a importância do conhecimento botânico para as práticas agrícolas, podendo despertar o interesse para a construção de hortas residenciais ou escolares.

#### Compilação dos dados dos experimentos

Ainda durante a terceira semana, os discentes serão orientados a trabalhar de forma assíncrona, nos grupos já determinados, devendo encerrar os experimentos e analisarem os dados obtidos em cada condição de germinação da sua espécie escolhida para compilarem seus resultados e fazerem um breve relato de suas conclusões.

### **5.5 Quarta semana**

#### Análise conjunta dos resultados, discussão dos mesmos com os colegas e conclusões

A quarta etapa será o momento de culminância no qual os participantes irão compartilhar seus resultados experimentais com os demais, juntamente com as suas conclusões. Realizando uma análise conjunta de todos os resultados e conclusões apresentados, a turma vai elencar os dados e informações pertinentes para construção do manual de germinação para apocalipse, ou seja, as condições empíricas que geraram os melhores resultados de germinação e desenvolvimento inicial da plântula de cada espécie trabalhada.

Em seguida é retomado o problema gerador, onde iremos debater o que eles aprenderam ao longo do processo sobre produção de alimentos em casa e os agentes que mais contribuíram para construção desses aprendizados.

#### Construção do Manual de Germinação para o Apocalipse

Ao final, os alunos orientados pelo docente, vão realizar uma compilação dos resultados finais que foram escolhidos no debate para compor o manual de germinação para o apocalipse, contendo os dados sobre as condições de germinação de maior sucesso para cada tipo de semente trabalhada, registros fotográficos, dados coletados e de pesquisa. Esse material pode ser montado pelos discentes na sala de informática da unidade escolar e ser disponibilizado de

forma digital ou ser feito com cartolinas, fotos impressas, outros materiais impressos, caneta, cola etc.

## **5.6 Avaliação**

A avaliação dos alunos será feita ao longo de todo o percurso e irá contar com a análise do interesse, participação ativa, envolvimento e comprometimento dos alunos: participação individual em todos os momentos e na feitura do estudo dirigido, bem como a participação em grupo na confecção do quadro comparativo e do relatório do experimento de germinação.

Faremos um debate sobre as vivências pessoais e em grupo durante a sequência de aulas, as dificuldades enfrentadas e os aprendizados adquiridos. Para finalizar, será distribuído aos alunos um questionário de avaliação do produto didático, da aplicação e da vivência como um todo, com o intuito realizar uma pesquisa qualitativa (apêndice F).

## **5.7 Planejamento e execução da SDI**

Neste item teremos uma descrição detalhada de como planejar e executar a aplicação das atividades propostas na sequência didática investigativa, começando com a apresentação do problema central que pode ser feita de forma oral ou ser escrita no quadro. No debate com os alunos pode-se instigá-los a falar e pensar sobre filmes e séries que possuem temática apocalíptica e como os personagens lidam com a obtenção de alimentos a curto e longo prazo.

As atividades da SDI podem ser realizadas na sala de aula da turma, caso esta não seja compartilhada com outras turmas em turnos diferentes, ou utilizar o Laboratório de Ciências da instituição (melhor opção). Outra alternativa, seria usar algum outro espaço ou dependência escolar (gramado, área externa etc.) para realização das tarefas, o que também iria demandar maior tempo de planejamento prévio por parte do docente. Para as atividades da primeira semana, deve-se montar uma mesa ou bancada com as amostras vegetais dispostas de forma aleatória (apêndice A). Já as sementes compradas, precisam ser alocadas em recipientes com a informação da espécie fixada em cada um deles. Isso porque o nosso distanciamento dos vegetais, exige que as sementes compradas sejam mantidas associadas as suas embalagens, de forma que não haja perda do controle das mesmas. Não saberíamos dizer de qual espécie é uma determinada semente só observando sua morfologia.

Além disso, os frutos da exposição também podem fornecer sementes que os alunos devem extrair para usarmos em etapas seguintes de germinação. Durante a atividade os discentes vão isolar as sementes presentes nos espécimes classificados como frutos, com o uso de faca ou estilete. Aproveitaremos o momento para analisar as sementes e também debater os conceitos de legume, fruta, verdura etc. Se o professor achar que a turma não tem a maturidade necessária para utilizar estilete ou faca, nas atividades de cortar as sementes e frutos, o mesmo deve então executar esta tarefa, demonstrando os procedimentos aos estudantes. Findada as atividades desta primeira semana, as sementes compradas devem ser guardadas nas embalagens originais e as que foram extraídas dos frutos da exposição, em recipientes com etiqueta de identificação.

Para as atividades experimentais que se iniciam na segunda semana, o docente pode optar por cortar as garrafas pet com antecedência, ou mesmo solicitar que os alunos o façam durante as atividades, o que pode ser a melhor opção. Porque assim os discentes podem escolher como vão cortar as garrafas pet (figuras 10 e 11) e também já pensarem nas estratégias de rega, aumentando assim o grau de protagonismo dos alunos nesta etapa da SDI. Com isso, a terra que será utilizada também pode ser coletada em alguma área dentro ou no entorno da unidade escolar e o ideal que seja regada antes. Mas se a coleta de terra feita pelos próprios estudantes não for possível, o professor deve executar essa tarefa previamente. Envolver os alunos em todas as etapas de preparação para os experimentos de germinação pode potencializar o engajamento deles em participar ativamente de todas as atividades que estão e serão propostas.



Figura 10 - Exemplo com garrafa pet cortada na vertical, usa-se a tampa com um cordão para prover água da base para a planta.



Figura 11 – Exemplo de garrafa pet cortada na horizontal e com furos para drenagem da água.

Prontos os recipientes, os grupos agora escolhem um tipo de semente para iniciar o experimento. O professor deve mediar as discussões sobre as tomadas de decisões em cada grupo, pois agora irão estabelecer seus critérios e condições de germinação e devem ser orientados a fazer o registro dessas escolhas no “Relatório de Germinação” (apêndice D). Ida as sementes para a terra, deve-se pedir aos discentes que confeccionem e fixem etiquetas de identificação em cada um dos seus recipientes de garrafa pet, identificando o número do grupo, a espécie da semente e informações que eles julguem pertinentes.

Os estudantes divididos nos seus grupos de trabalho, devem acompanhar a germinação diariamente, fazendo registros fotográficos, desenhos ou ilustrações, anotando as mudanças observáveis ocorridas nas sementes, regar (quando for o caso), pôr ou tirar do sol etc.

Na terceira semana, os alunos receberão um estudo dirigido (apêndice E) que deve ser feito de forma individual, sendo direcionados pelo docente a responderem com base em sua experiência pessoal e os possíveis aprendizados que tiveram com as atividades das duas primeiras semanas e com o acompanhamento da germinação das sementes. Materiais impressos já citados anteriormente também serão disponibilizados para feitura dessa tarefa. Agora o professor deve instruir que no decorrer da semana que antecede a culminância, os grupos

encerrem as experiências de germinação e compendiem seus dados para redigir um pequeno texto de conclusão dos resultados obtidos.

Chegada à semana da culminância, todos os grupos serão encorajados a apresentarem seu relatório e compilação de resultados sobre o processo experimental, bem como quais conclusões chegaram. Em seguida, a turma será conduzida a debater e elencar quais foram as condições de germinação das sementes escolhidas que mais beneficiaram a germinação e o desenvolvimento inicial da plântula. Escolhidos os melhores parâmetros, a turma poderá construir o seu manual de germinação para o apocalipse. Se o docente tiver a oportunidade de reunir todas as suas turmas que participaram da aplicação da SDI neste momento de culminância, poderia ser ainda mais interessante, por conta da maior quantidade de resultados para serem comparados e compilados.

## **6. DISCUSSÃO**

O percurso para a confecção do produto didático aqui apresentado, perpassou por diversos momentos, iniciando-se com a pesquisa e debruçamento sobre o que consistia o ensino por investigação e sobre como construir uma sequência de ensino coesa e que possa atender as expectativas concebidas nas legislações vigentes, com aspectos lúdicos nas atividades propostas. Foi também pensado como promover um maior engajamento dos alunos e professores de biologia a trabalharem mais assuntos relacionados a biologia vegetal, levando em consideração a ampliação do sentimento de pertencimento dos estudantes pelo ambiente escolar.

Ao utilizarmos uma gama de atividades organizadas e com finalidades pedagógicas definidas para que possam atender as demandas da sociedade atual e que abarquem uma série de áreas do conhecimento, procuramos atender as diretrizes e habilidades exigidas na legislação já que a Base Curricular Comum Nacional (BRASIL, 2017) preconiza que a educação básica também tenha o objetivo de integrar o conhecimento adquirido na escola com a realidade e cotidiano dos estudantes levando em consideração diferentes áreas do conhecimento.

Bergwerff e Warners (2007) preconizam que trabalhar com germinação no ensino de biologia abre um leque de possibilidades de trabalho interdisciplinar. De fato, ao trazermos um problema gerador com temática apocalíptica e que evoca uma situação que é factível aos olhos dos estudantes, esperamos que eles se envolvam no debate inicial e tragam seus conhecimentos

prévios, reflitam, busquem soluções de forma investigativa, sempre aliando aprendizados de diversas áreas do conhecimento. Isso pode ser exemplificado na atividade de experimentos de germinação que a SDI propõe, durante duas semanas os alunos vão poder acompanhar diversas mudanças na semente, como a “conversão” de tecidos de reserva em outros tecidos da plântula emergente, podendo neste momento, o docente fazer uma ponte com a disciplina de química no que tange as reações que acontecem para que essas transformações ocorram.

Em relação ao ensino investigativo, este pode ser pensado como um conjunto de atividades que se conectam em torno de um problema central e com proposição num objetivo pedagógico, visando o protagonismo e engajamento discente em aprender através do método científico (SOLINO *et al.*, 2015). Dentro desse contexto, o ensino por investigação possibilita o total envolvimento dos discentes com a construção dos seus saberes, mediados pela figura do professor, como mencionam Scarpa e Campos (2018).

Para Sasseron (2015), o ensino por investigação não se configura somente como estratégias de ensino para determinados conteúdos e sim como uma *abordagem didática*, onde o professor e os alunos agem em parceria para a construção do aprendizado, colocando em prática processos investigativos independente dos temas e recursos disponíveis.

A abordagem investigativa permeou toda a construção do produto desenvolvido neste trabalho, desde a proposição de um problema instigante que convoca os discentes a investigarem como uma semente germina, através de atividades práticas (experimentos de germinação) e teóricas (estudo dirigido), até a sistematização dos conhecimentos resgatados e construídos ao longo da SDI e também o compartilhamento desses aprendizados com os demais colegas.

Entendemos assim, que estabelecer diversas atividades utilizando a estrutura organizacional das sequências didáticas, permite uma sistematização coesa para este produto o que pretende facilitar o trabalho docente e também trazer melhor fluidez e coerência entre as etapas da SDI, como preconizado por Carvalho (2013). Segundo Zabala (1998), uma sequência didática pode ser constituída por um conjunto de atividades que são articuladas e estruturadas numa determinada ordem para conquistar certos propósitos educacionais, onde o início e o fim das tarefas sejam conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos. A sequência didática investigativa proposta também oferece potencial para os discentes aprenderem sobre aquisição de conhecimento científico com momentos dedicados ao *fazer científico* (TRIVELATO e TONIDANDEL, 2015) através de experimentos, coleta e análise dados, pesquisa e compilação de resultados (MOTOKANE, 2015).

Para diversos autores (SASSERON e CARVALHO, 2011; TRIVELATO e TONIDANDEL, 2015; SILVA e BRASIL, 2019), atividades investigativas no ensino de biologia devem prover aos estudantes, a oportunidade de manipular materiais e ferramentas para a realização de atividades práticas, a observação e análise de dados e a utilização de linguagens para compartilhar com os outros as suas hipóteses e sínteses. Dentro desse contexto, Trivelato e Tonidandel (2015) enunciam aspectos relevantes dentro do ensino investigativo para fomentar o entusiasmo dos estudantes:

É importante que, além dos aspectos relacionados aos procedimentos como observação, manipulação de materiais de laboratório e experimentação, as atividades investigativas incluam a motivação e o estímulo para refletir, discutir, explicar e relatar, o que promoverá as características de uma investigação científica. (TRIVELATO e TONIDANDEL, 2015, p.103)

Assim consideramos que para alcançar um maior protagonismo dos alunos, é necessário que estes atuem não somente nas atividades propostas, mas também no processo de preparação para o trabalho, como por exemplo, envolver os estudantes na coleta de terra e no corte das garrafas pet que serão utilizadas nos experimentos de germinação, como proposto nesta sequência didática.

Procuramos levar em consideração os trabalhos de Gil Pérez *et al.* (1999), Scarpa e Campos (2018), Santos *et al.* (2022) ao defenderem que um dos principais aspectos dos ideais construtivistas é o engajamento dos discentes, seja este ancorado nas interações com o conhecimento e os diversos componentes sociais, incluindo com os demais alunos, seja com a consideração e ênfase nos seus conhecimentos prévios durante as atividades propostas. Também de acordo com Becker (1994), o construtivismo pode ser definido como “uma teoria que nos permite interpretar o mundo em que vivemos”, assim concebemos que o ensino aprendizagem é processo de construção de conhecimento, onde os sujeitos interagem entre si e com o meio para isso (CARMO e SCHIMIN, 2013).

No que tange as atividades lúdicas, compreendemos que estas devem propiciar aos estudantes, poder manusear e interagir diretamente uns com os outros e com os materiais práticos de forma mais descontraída, ativa e trazendo memórias afetivas, criando assim um ambiente de aprendizagem mais atrativo e motivador (SASSERON e CARVALHO, 2011; TRIVELATO e TONIDANDEL, 2015). Leal e Teixeira (2013) também defendem a ludicidade como parte integrante dos processos de construção do conhecimento:

[...] nesse sentido e pensando a ludicidade como princípio formativo, defendemos a ideia de que as atividades lúdicas se façam presentes na sala de aula como elementos estruturantes do processo de ensinar e desencadeadores de aprendizagens significativas – aquelas em que o ser humano precisa integrar suas capacidades de pensar, agir e sentir, sem hipertrofiar o que a escola, com toda sua tradição iluminista, hipertrofiou por séculos – a dimensão intelectual, em detrimento do sentimento, do saber sensível, da intuição e da ação sobre o mundo. (LEAL e TEIXEIRA, 2013, p.51)

Com isso, acreditamos que a SDI apresentada, atende a vários aspectos dos ideais construtivistas e do trabalho com ludicidade, pois convida ao resgate de conhecimentos aprendidos na infância sobre os vegetais, valorizando assim as concepções prévias dos estudantes, ao mesmo tempo que propõe atividades onde eles são os protagonistas do processo de investigação.

Sobre o momento da avaliação, concebemos que deve haver uma análise pessoal do professor ao longo de toda a aplicação, sendo este um aspecto subjetivo do processo. Os discentes também terão a oportunidade de protagonizar a sua qualificação, principalmente no momento do debate com testemunho das vivências durante a sequência de aulas. Já os questionários são importantes instrumentos para uma análise qualitativa e quantitativa da aprendizagem dos estudantes e da percepção do produto didático. Com isso, a avaliação constitui importante quesito nas ações pedagógicas e necessária para reflexão da prática docente em todos os níveis do planejamento didático. De acordo com Hoffmann (2012):

[...] a avaliação importa para uma educação libertadora, para uma escola inclusiva, desde que seu papel não seja apresentar verdades autoritárias, mas investigar, problematizar e, principalmente, garantir o acompanhamento individual a todos os alunos. (HOFFMANN, 2012, p. 108)

Podemos ainda pontuar que é esperado um percentual de fracasso nos experimentos de germinação por conta de diversas circunstâncias, como época do ano em que se aplica a SDI, tempo de germinação mais prolongado que o período destinado a essa etapa, dormência etc. Com isso, é importante ter em mente que esses aspectos devem ser discutidos ao longo de todo o processo das atividades, para não gerar o sentimento de frustração em casos de algum grupo não conseguir germinar nada. Aqui destacamos que nesse momento, a atuação do professor é determinante, pois ele pode usar o que é considerado “um fracasso” para os alunos como um

resultado favorável a pesquisa, enfatizando as etapas do método científico e como o conhecimento é construído, indo ao encontro do que Silva e Brasil (2019) ressaltam, já que os fracassos também compõem a construção de conhecimento.

[...] a aplicação e o desenvolvimento de sequências didáticas juntamente com a utilização do método científico proporcionam situações em que o aluno é atuante, construindo seu conhecimento e interagindo com suas próprias dúvidas e conhecimentos já adquiridos anteriormente, podendo extrair grandes aprendizagens do objeto em estudo e tirar suas conclusões e, por isso, tornando-se agente do seu aprendizado. Desse modo, além de facilitar a assimilação dos conteúdos científicos trabalhados, possibilita o diálogo entre o aluno e o mundo que o cerca, e direciona os valores construídos durante a formação escolar para a sociedade. (SILVA e BRASIL, 2019, p.32)

A SDI proposta pretende congrega estratégias que possibilitem ampliar o espectro de aprendizagem dos alunos, que possam ajudar no combate a *cegueira botânica*, que preconizam o protagonismo ativo dos discentes e que fortaleçam as relações dos indivíduos uns com os outros e destes com o seu ambiente escolar. Assim procuramos alcançar resultados pedagógicos efetivos, configurando uma educação que prepara para a vida. O trabalho com germinação de sementes de espécies alimentícias, sob a ótica de um iminente a apocalipse, lança luz para a grande importância que as plantas tem, não somente para o homem, mas para os outros seres vivos e possibilita trazer para o debate com os alunos, as causas e consequências da invisibilidade dos vegetais na sociedade. Silva e Brasil (2019) enfatizam que:

[...] estimular a Iniciação Científica no Ensino Médio, desperta no aluno o interesse pela ciência, estimulando-os a investigar sobre problemas locais e regionais, de maneira prática, lúdica e significativa, o que permite ampliar seus conhecimentos sobre determinado tema por meio da pesquisa e intervir na melhoria do seu espaço. (SILVA e BATISTA, 2019, p.29)

Neste ano de 2022 começou a vigorar o Novo Ensino Médio (NEM) trazendo novas disciplinas para o currículo escolar. Inicialmente o presente trabalho tinha sido projetado para ser aplicado nas aulas de biologia, mas com a implementação do NEM, acreditamos que a SDI aqui apresentada pode ser desenvolvida também em disciplinas eletivas ou na disciplina de laboratório de ciências da natureza. Assim, propomos que os professores de biologia

proveitem as novas disciplinas do NEM, para ampliar o trabalho com temas relacionados a ciências.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Acreditamos que a SDI apresentada trás diversas possibilidades de adequação por parte dos docentes para o trabalho com os estudantes. Aqui escolhemos apresentar uma problematização com temática apocalíptica, porém é possível utilizar uma variada gama de outros assuntos para promover o engajamento dos discentes pelas atividades, não restringindo assim a autonomia dos professores. Assim esperamos que a sequência didática proposta permeie a participação ativa dos estudantes no processo de construção de conhecimento e que também permita aos professores adaptarem certos aspectos das atividades conforme sua necessidade.

Contudo, o produto didático descrito neste trabalho foi organizado na forma de um guia para a aplicação da SDI (apêndice G), destinado aos docentes.

**REFERÊNCIAS DAS FIGURAS**

1 – Arquivo pessoal.

2 – Fonte: <https://www.biologianet.com/botanica/germinacao.htm> >> acesso em: 11/05/2022.

3 – Fonte: <https://www.biologianet.com/botanica/germinacao.htm> >> acesso em: 11/05/2022.

4 – Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/germinacao.htm> >> acesso em: 03/05/2022.

5 – Fonte: <https://www.scielo.br/j/ea/a/RKrKKvjmY7MX7Q5DChvN5N/?format=pdf&lang=pt> >> acesso em: 08/02/2022.

6 – Fonte: Arquivo pessoal.

7 – Fonte: Arquivo pessoal.

8 – Fonte: Arquivo pessoal.

9- Fonte: Arquivo pessoal.

10 – Fonte: <https://www.vivadecora.com.br/revista/horta-com-garrafa-pet/> >> acesso em: 24/06/2022.

11 – Fonte: <https://www.educafinanceira.com.br/como-plantar-em-garrafa-pet/> >> acesso em: 25/06/2022.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR; G. Em tempo de isolamento social, aumenta procura por cultivo de horta em quintais e varandas. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, p. 4, 2020.

BATISTA, R. F. M.; SILVA, C. C. A abordagem histórico-investigativa no ensino de Ciências. *Estudos Avançados*, 32(94), p. 97-110, 2018.

BECKER, F. O que é Construtivismo? Série Idéias. São Paulo: FDE, n. 20, 1994. Disponível em: <[http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias\\_20\\_p087-093\\_c.pdf](http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_20_p087-093_c.pdf)> Acesso em 15 de jul. 2022.

BERGWERFF, K.; WARNERS, D. Germination Experiment in a Science Education Biology Class. *The American Biology Teacher*, vol. 69, n. 9, p. 552-556, nov/dez 2007.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017.

BRASIL, Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Brasília: MEC, 2000.

BRASIL, Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/2012. Disponível em: <<https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>>. Acesso em 24 de ago. 2020.

BORGES-SILVA, R. et al. Hortas Domésticas: Uma Análise dos motivos para o cultivo de hortaliças em Cáceres-MT-Brasil. *Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta*, v.8, n.1, p.69- 81, 2010.

CARMO, S.; SCHIMIN, E. S. O ensino de biologia através da experimentação. Estado do Paraná: Secretaria de Estado da Educação, 2013. Recuperado de: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1085-4.pdf>>. Acesso em 20 de jun. 2022.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: \_\_\_\_\_. (org.) *Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula*. Editora: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, v. 18, n.3, p.765-794, 2018.

CHADE, J. Mudanças climáticas ameaçam produção de alimentos; Brasil será prejudicado. UOL, 07 fev. 2022. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/colunas/jamil->

chade/2022/02/07/mudancas-climaticas-ameacam-producao-de-alimentos-brasil-sera-prejudicado.htm>. Acesso em 21 de jun. 2022.

CIPRIANO, R. Brasil enviará no dia 10 nova remessa de sementes para o Banco Mundial de Sementes de Svalbard, na Noruega. **Embrapa**, 09 jan. 2020.

Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/49359468/brasil-enviara-no-dia-10-nova-remessa-de-sementes-para-o-banco-mundial-de-sementes-de-svalbard-na-noruega>>. Acesso em 21 de ago. 2020.

ÉPOCA NEGÓCIOS ON LINE. Cofre de sementes da Noruega atinge um milhão de depósitos.

Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2018/02/cofre-de-sementes-da-noruega-atinge-um-milhao-de-depositos.html>>. Acesso em: 20 de ago. 2020.

FONTES, A. S. et al. Germinação de sementes – um trabalho interdisciplinar no ensino médio. **Ensino, Saúde e Ambiente** – Vol. 8 (2), p. 93-110, ago. 2015.

GIL PÉREZ, D. et al. ¿Puede hablarse de consenso Constructivista en la educación Científica? Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, Barcelona, v.17, nº 3, p. 503-512, 1999.

GOMES, D. S. O uso da experimentação no ensino das aulas de ciências e biologia. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 2, n. 3, p. 103-108, 2019.

GULLICH, R. I. C.O que tem a nos ensinar o processo de germinação do feijão? Revista Insignare Scientia, vol. 2, n. 3 - Edição Especial: Ciclos Formativos em Ensino de Ciências, 2019.

HARARI, Y. N. Sapiens: Uma breve história da humanidade. **L&PM**. 2015.

HOFFMANN, J. M. L. *Avaliação: mito e desafio* - uma perspectiva construtivista. 42ª ed. Porto Alegre: Editora Mediação, 2012.

LEAL, L. A. B., & TEIXEIRA, C. M. d'Avila. A ludicidade como princípio formativo. *EDUCAÇÃO*, 1(2), p. 41–52, 2013.

MANZONI-DE-ALMEIDA, D. et al. Inovação em ensino de biologia: O desenvolvimento de uma sequência didática de ensino por investigação utilizando modelos sintéticos de vegetais para aulas de botânica. **INOVAE**, São Paulo, Vol.7, p. 79-93, jan-dez, 2019.

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 17, n. spe, p. 115-138, nov. 2015.

PANY, P. Students interest in useful plants: A potential key to counteract plant blindness. *Plant Science Bulletin*, p. 18-27, 2014.

PEDASTE, M. et al. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, v.14, p.47-61, 2015.

RAVEN, P. H. et al. *Biologia Vegetal*. Guanabara Koogan, 8ª ed., 2014.

SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. "Mas de que te serve saber botânica?". *Estud. av.*, São Paulo, v. 30, n. 87, p. 177-196, ago. 2016.

SANTOS, B. F. et al. Concepções Prévias sobre o Ensino por Investigação: Um Estudo Exploratório com Licenciandos em Ciências Biológicas. *Revista Insignare Scientia-RIS*, v. 5, n. 1, p. 106-127, 2022.

SARNO, A.R.R. et al. Análise da Influência da luz na germinação de sementes. Resumo completo disponível em Anais do Congresso de Iniciação Científica FEPI (2010-2016). Disponível em: <<http://www.fepi.br/revista/index.php/revista/article/view/194/106>>. Acesso em 05 de jul. 2022.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por Investigação e Argumentação: relações entre Ciências da Natureza e Escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v.17, n.espec, 2015.

SASSERON, L. H.; CARVAHO, A. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.

SASSERON, L. H.; DUSCHL, R. A., Ensino de ciências e as práticas epistêmicas: o papel do professor no engajamento dos estudantes. *Science Teaching and epistemic practices: teachers' role and students' engagement*. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 21, n. 2, p. 52, 2016.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. *Estud. av.*, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 25-41, dez. 2018.

SHUVARTZ, M. et al. Experimentação investigativa no ensino de ciências: conceituando germinação. *Tecné, Episteme Y Didaxis: TED*, 2017. Disponível em: <<https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4516>>. Acesso em: 18 de ago. 2020.

SILVA, N. A.; BRASIL, K. B. N. Germinação de sementes e o método científico no ensino médio. *Anais do Congresso Internacional de Educação e Geotecnologias 2019*. Disponível

em: <[https://www.revistas.uneb.br/index.php /cintergeo/article/download/6806/4423](https://www.revistas.uneb.br/index.php/cintergeo/article/download/6806/4423)>.  
Acesso em: 19 de ago. 2020.

SIMPSON, E. Guerra na Ucrânia será ‘catastrófica’ para a alimentação global, diz gigante dos fertilizantes. BBC News, 07 mar. 2022. Disponível em:  
<<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-60646557>>. Acesso em 20 de jun. 2022.

SOLINO, A. P. et al. XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2015. Disponível em: <<https://www.cecimig.fae.ufmg.br/images/SolinoFerrazeSasseron2015.pdf>>. Acesso em 16 de jul. 2022.

TAIZ, L. et al. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. **Artmed**, 6ª ed., 2017.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: Eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. spe, p. 97-114, 2015.

VERDÉLIO, A. Embrapa envia sementes brasileiras para banco mundial na Noruega. **Agência Brasil**, Brasília, 10 jan. 2020.  
Disponível em: < <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-01/embrapa-envia-3438-sementes-brasileiras-para-banco-mundial-na-noruega>>. Acesso em 11 de mai. 2022.

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

ZOMPERO, A. F.; LABURU, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, dez. 2011.

## APÊNDICE A

### PLANEJAMENTO DA AULA: RESGATANDO OS CONHECIMENTOS

Apresentação da situação problema:

Vamos imaginar um cenário onde um vírus mortal está dizimando a população mundial rapidamente. O patógeno é transmitido através de perdigoto emitido pelas pessoas contaminadas e os primeiros sintomas da infecção são percebidos somente após alguns dias de seu início. A mortalidade de pessoas provocada pelo vírus é tão alta que após alguns meses do começo da pandemia, mais da metade da população do mundo havia sucumbido. Diante desse cenário apocalíptico, medidas de restrição social mais severas tiveram que ser implantadas por governantes em todo o mundo. A produção de alimento foi altamente impactada por múltiplos fatores, incluindo a falta de trabalhadores rurais. Os sobreviventes tiveram que começar a plantar espécies alimentícias em casa para contornar a escassez de alimentos frescos. Diante desse panorama:

**QUE SABERES SÃO NECESSÁRIOS PARA PRODUZIR ALIMENTOS EM CASA?**

**Breve debate entre os alunos mediado pelo professor(a). Citar séries e filmes com temas de apocalipse e trazer o contexto de como sobreviver a diversos cenários, perpassando a obtenção de alimentos, principalmente a longo prazo.**

Iniciar aula “**Resgatando os Conhecimentos**” com uma exposição de diversas espécies vegetais alimentícias e não alimentícias e diferentes tipos de sementes e grãos.

- Estimular os alunos a manusear os itens;
- Pedir que tentem identificar as espécies alimentícias;
- Encorajar que indiquem que estrutura vegetal é cada elemento da exposição (raiz, caule, folha, flor e fruto);
- Solicitar que separem os itens de acordo com a sua função e estrutura na planta;
- Cortar sementes para visualizar suas estruturas internas com lupa e/ou microscópio;
- Abrir os frutos para extração de sementes;
- Discussão e reflexão ao longo de todo o percurso.





Exemplo de como montar a exposição de amostras (2).



Exemplo de como montar a exposição de amostras (3).

**APÊNDICE B****DIVISÃO DOS GRUPOS DE TRABALHO**

Profª Samantha

Turma: \_\_\_\_\_

**GRUPO 1:**

- 1) \_\_\_\_\_
- 2) \_\_\_\_\_
- 3) \_\_\_\_\_
- 4) \_\_\_\_\_

**GRUPO 2:**

- 1) \_\_\_\_\_
- 2) \_\_\_\_\_
- 3) \_\_\_\_\_
- 4) \_\_\_\_\_

**GRUPO 3:**

- 1) \_\_\_\_\_
- 2) \_\_\_\_\_
- 3) \_\_\_\_\_
- 4) \_\_\_\_\_

**GRUPO 4:**

- 1) \_\_\_\_\_
- 2) \_\_\_\_\_
- 3) \_\_\_\_\_
- 4) \_\_\_\_\_

**GRUPO 5:**

- 1) \_\_\_\_\_
- 2) \_\_\_\_\_
- 3) \_\_\_\_\_
- 4) \_\_\_\_\_

**GRUPO 6:**

- 1) \_\_\_\_\_
- 2) \_\_\_\_\_
- 3) \_\_\_\_\_
- 4) \_\_\_\_\_



**APÊNDICE D****RELATÓRIO DE GERMINAÇÃO**

GRUPO: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_

Participantes: \_\_\_\_\_

**QUESTÕES PRELIMINARES:**

- Como uma planta nasce?
- Como vocês definiriam uma semente?
- Como identificar uma semente?
- Quais os critérios que vocês usariam?
- Qual(is) a(s) função(ões) das sementes?

**CRITÉRIOS DE PROCEDIMENTO PARA GERMINAÇÃO:**

Na tabela abaixo anotem o tipo de semente escolhida e descrevam com detalhes as condições nas quais o grupo vai proceder os experimentos de germinação. Pelo período de 2 semanas, acompanhem diariamente a germinação nos diferentes parâmetros escolhidos e façam anotações e registros fotográficos.

<b>SEMENTE</b>	<b>PARÂMETRO 1</b>	<b>PARÂMETRO 2</b>	<b>PARÂMETRO 3</b>	<b>PARÂMETRO 4</b>

<p><b>OBSERVAÇÕES DIÁRIAS (COLOCAR AS DATAS PARA CADA MUDANÇA OBSERVADA)</b></p>				
<p><b>RESULTADOS DA GERMINAÇÃO</b></p>				

**APÊNDICE E****ESTUDO DIRIGIDO**GRUPO: \_\_\_\_\_  
NOME: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_

- 1) Você já teve alguma experiência com plantio na sua casa antes? Ou na casa de algum familiar ou amigo?
- 2) Alimentos frescos estão presentes na sua alimentação da sua casa?
- 3) Você conhece alguém que cultive espécies comestíveis em casa?
- 4) Você já pensou em cultivar uma horta doméstica? Por quê?
- 5) Que vantagens trariam uma horta em casa?
- 6) Qual a importância de saber sobre os processos de germinação?
- 7) Que elementos (estruturas e tecidos) as sementes possuem que os permitem germinar?
- 8) Como você explicaria o conceito de germinar?
- 9) As sementes precisam de fatores internos para germinar? Quais são eles?
- 10) As sementes precisam de fatores externos para germinar? Quais são eles?
- 11) Todos os grãos necessitam das mesmas condições externas e internas para germinar? Explique.

*[REDIJAM AS RESPOSTAS APÓS PESQUISA E DEBATE ENTRE OS INTEGRANTES DO SEU GRUPO E ENTREGUE AO PROFESSOR(A) EM FOLHA SEPARADA]*

**APÊNDICE F****AVALIAÇÃO DA SDI**

NOME: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_  
1º Ano – 2022 Profª Samantha

1) O que você achou da abordagem apocalíptica trazida pelo problema central?

---

---

---

2) Você considera essa temática relevante nos dias atuais? Explique seu ponto de vista.

---

---

---

3) Você teve a oportunidade de manusear algum espécime durante a exposição de vegetais e sementes? Cite alguns.

---

---

---

4) Como você se sentiu com as atividades propostas nessa primeira aula?

---

---

---

5) No experimento de germinação, quais as principais dificuldades que você e seu grupo enfrentou?

---

---

---

6) Quais os principais aprendizados que você teve com as experimentações?

---

---

7) Na feitura do relatório final, como foi o trabalho em grupo? Todos os integrantes contribuíram? Faça um breve relato.

---

---

8) Durante a culminância, como foi a sua participação?

---

---

---

9) De todas as atividades desenvolvidas, qual foi a que você mais gostou de participar e por que?

---

---

---

10) Na sua opinião, o conjunto de atividades favoreceu o seu aprendizado? De que forma? Faça um breve relato.

---

---

---

---

11) De 0 a 10, que nota você atribuiria a toda vivência durante as 4 semanas de atividades?

---

---

---

*Obrigada!*

## APÊNDICE G



## Apresentação

Seja bem-vindo docente!

Ao longo deste guia será apresentada uma proposta de sequência didática que vai permitir a investigação dos processos germinativos de sementes de espécies alimentícias com motivação no apocalipse, através de várias atividades experimentais e teóricas. E também servir como ferramenta para que professores do ensino médio possam trabalhar temas relacionados a anatomia e morfologia das plantas, processos germinativos e o desenvolvimento inicial das plântulas como seus alunos.





## Contextualizando : Cegueira Botânica

Apesar de toda importância que as plantas têm na nossa sociedade, não apenas como fonte direta e indireta de alimentos (a agricultura gera alimentos tanto para humanos como para a pecuária), mas também em diversos outros setores industriais como o de combustíveis, farmacêutico, têxtil etc., é dada pouca ênfase a temas relacionados a biologia vegetal nos veículos de comunicação em geral (SALATINO & BUCKERIDGE, 2016). O ser humano moderno sabe bem menos sobre a biologia das plantas em comparação com o que sabem sobre os animais, é "a incapacidade e dificuldades de reconhecer a importância dos vegetais na natureza e considerar os vegetais como seres inferiores em uma hierarquização da importância dos seres vivos na natureza" (MANZONI-DE-ALMEIDA *et al.*, 2019, p.80) condição essa designada de *cegueira botânica*, conceito cunhado por Wandersee & Schussler (2002).

Essa *cegueira botânica* é também refletida na educação básica, principalmente no ensino médio, onde os temas de botânica são abordados de forma genérica.

A *cegueira botânica* não é uma exclusividade dos alunos e pessoas em geral, podemos percebê-la também na atuação dos próprios professores de biologia que não priorizam muitos temas da biologia vegetal em suas aulas. Assim se faz necessário engajar mais professores a trabalharem com temas de botânica de forma lúdica e trazendo abordagens investigativas voltadas para resolução de problemas.



## Sobre germinação...

A germinação de sementes é uma sequência de etapas que se inicia na embebição da semente e que leva a retomada do desenvolvimento do embrião e culmina na protusão da radícula (raiz embrionária). Na sequência observamos o crescimento de uma plântula.

Para a germinação acontecer, serão necessárias condições adequadas no que tange os fatores ambientais (externos) e da própria semente (RAVEN *et al.*, 2014). Os principais fatores que influenciam a germinação são a disponibilidade de água, luz, temperatura, oxigênio e dormência (TAIZ *et al.*, 2017). Ainda de acordo com esses autores, a água é o fator mais determinante para que o processo ocorra, mesmo que em muitas espécies, as sementes possam ou até mesmo precisem passar por períodos de dessecação como um pré-requisito para o estado quiescente que precede a germinação.



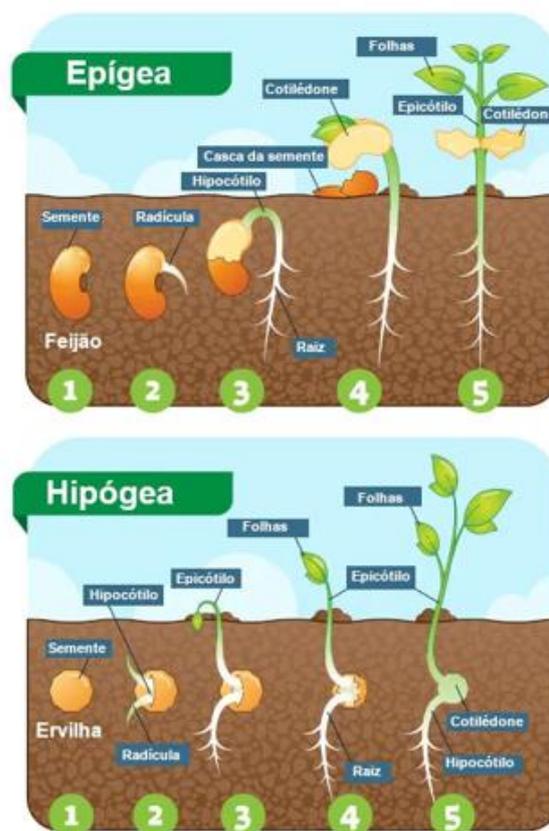
## Sobre sementes...

Uma semente madura possui em seu interior o embrião e substâncias nutritivas, que podem estar armazenadas no endosperma, no cotilédone ou em ambos (depende da espécie), tudo isso envolvido por um revestimento externo, o tegumento. Substâncias nutritivas podem também estar presentes nos tecidos maternos (RAVEN *et al.*, 2014). O embrião das angiospermas é basicamente composto de um eixo embrionário e um ou mais cotilédones (TAIZ *et al.*, 2017).

## Um pouco mais sobre germinação...

A germinação pode ainda ser classificada em epígea ou hipógea. Na primeira, após a germinação, o hipocótilo sofre alongamento tornando-se curvado no processo, assim ele assume a forma de um gancho. Ao se projetar acima do solo, puxa o(s) cotilédono(s) e a plúmula para cima (RAVEN *et al.*, 2014).

Já na germinação hipógea, é o epicótilo que se alonga, curvando-se para formar uma estrutura semelhante a um gancho. Ao emergir do substrato, o epicótilo traz a plúmula acima da superfície. Nesse caso, o(s) cotilédono(s) vai(ão) permanecer abaixo do nível do solo (RAVEN *et al.*, 2014).



## Desenvolvimento inicial da plântula

A plântula é o resultado do desenvolvimento do embrião após a germinação até a expansão das primeiras folhas. Após a radícula emergir, ela propicia que a nova planta em desenvolvimento se fixe no substrato e comece a absorver água, logo em seguida o sistema radicular continua seu crescimento. À medida que a plântula se desenvolve, as substâncias nutritivas contidas nos cotilédones são digeridas e usadas para o crescimento dos órgãos do jovem esporófito (RAVEN *et al.*, 2014). Ainda segundo este autor, a plântula é considerada *estabelecida* quando se torna independente de substâncias de reserva e já é plenamente fotossintetizante.



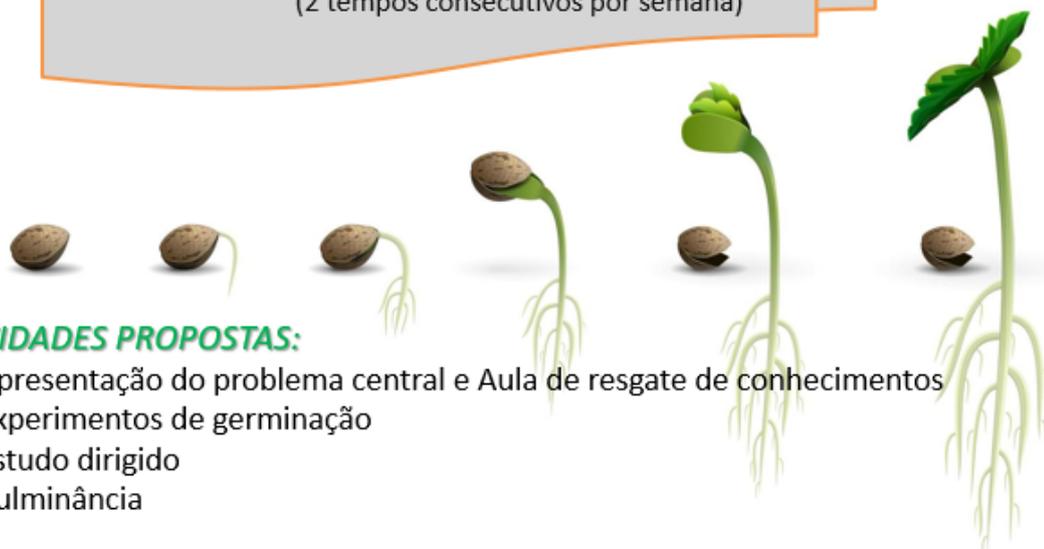
## Aplicando a sequência didática

### VISÃO GERAL

**Tema:** Germinação e desenvolvimento inicial da plântula

**Público-alvo:** Alunos do 1º ano do Ensino Médio

**Nº de tempos de aula:** 10 tempos de 50 minutos cada  
(2 tempos consecutivos por semana)



### ATIVIDADES PROPOSTAS:

1. Apresentação do problema central e Aula de resgate de conhecimentos
2. Experimentos de germinação
3. Estudo dirigido
4. Culminância

# 1ª semana

## APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA CENTRAL:

Vamos imaginar um cenário onde um vírus mortal está dizimando a população mundial rapidamente. O patógeno é transmitido através de perdigoto emitido pelas pessoas contaminadas e os primeiros sintomas da infecção são percebidos somente após alguns dias de seu início. A mortalidade do vírus é tão alta que após alguns meses do começo da pandemia, mais da metade da população do mundo havia sucumbido. Diante desse cenário apocalíptico, medidas de restrição social mais severas tiveram que ser implantadas por governantes em todo o mundo. A produção de alimento foi altamente impactada por múltiplos fatores, incluindo a falta de trabalhadores rurais. Os sobreviventes tiveram que começar a plantar espécies alimentícias em casa para contornar a escassez de alimentos frescos. Diante desse panorama, que saberes são necessários para se produzir alimentos em casa?

- Propor debate livre entre os alunos.
- Possibilidade de associação com filmes e séries com temática apocalíptica.
- **Materiais necessários:** lousa e caneta de lousa.
- **Duração:** 20 minutos.



# 1ª semana

## AULA DE RESGATE DE CONHECIMENTOS

### INSTRUÇÕES PARA CONSTRUÇÃO DA ATIVIDADE:

Prepare previamente em mesa ou bancada uma exposição de amostras de espécimes vegetais e sementes de espécies comestíveis. Importante ter a maior diversidade possível de itens entre raízes, caules, folhas, flores e sementes (apêndice A). Os itens podem ser obtidos na cozinha da escola e/ou comprados.



### **Materiais necessários:**

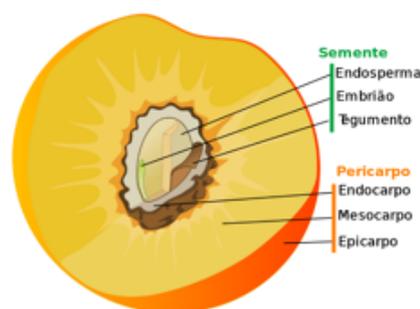
- Vegetais diversos e sementes de espécies alimentícias;
- Mesa ou bancada;
- Faca ou estilete;
- Lupa e/ou microscópio;
- Recipientes para acondicionar as sementes;
- Smartfone com internet e/ou biografias relacionadas a botânica;
- Materiais impressos (apêndices A, B e C).

**Duração:** 1h e 20 min.

# 1ª semana

## AULA DE RESGATE DE CONHECIMENTOS

- Solicite aos alunos que manuseiem os alimentos, tentem identificar cada um deles e os separem em grupos pela sua função na planta de origem, sempre associando as características de cada estrutura.
- As sementes também devem ser manuseadas e analisadas pelos alunos afim de tentar identificar estruturas como o embrião, cotilédones, endosperma e tegumento. Algumas sementes devem ser abertas e se possível, observadas com lupa ou microscópio.
- Dividir os alunos em grupos com 4 componentes cada (apêndice B).
- Cada grupo escolhe pelo menos 6 amostras para identificar as estruturas e classificar, organizando todos os dados num quadro comparativo (apêndice C), que será apresentado aos demais no final da aula com o intuito de que compartilhem seus resultados e conclusões nesta atividade.
- Para classificação das amostras, recomendo o uso do Google Lens que é uma ferramenta que utiliza uma inteligência artificial para o reconhecimento de imagens e pode ser acessada de qualquer smartfone através do assistente Google.
- Os alimentos classificados como frutos também devem ser cortados para identificação de suas estruturas e remoção das sementes. É ideal que se tenha espécimes com sementes de fotoblastia positiva, negativa e neutra para que os estudantes possam testar a germinação em diferentes condições de luminosidade e também no escuro (2ª semana).
- Após a apresentação dos quadros comparativos pelos grupos, o docente finaliza a aula **RETORNANDO AO PROBLEMA CENTRAL** e promove uma última discussão sobre se a humanidade conseguiria produzir seu próprio alimento em situação apocalíptica e que saberes são necessários para isso!



## 2ª semana

### EXPERIMENTOS DE GERMINAÇÃO

#### **Materiais necessários:**

- Garrafas pet cortadas;
- Terra (pode ser coletada na unidade escolar ou entorno da mesma);
- Sementes variadas de espécies alimentícias;
- Impressões da tabela de espécimes e critérios de germinação (apêndice D);
- Tesoura, faca ou estilete;
- Água;
- Caneta;
- Papel ou etiquetas;
- Fita adesiva

**Duração:** 1h e 40 min.



## 2ª semana

### EXPERIMENTOS DE GERMINAÇÃO

- ✓ Início das experiências de germinação com os grãos e sementes analisados e classificados pelos grupos de alunos já formados na 1ª semana (apêndice B).
  - ✓ Para aguçar a curiosidade dos estudantes pela atividade, o docente pode trazer algumas perguntas preliminares:
    - *Como uma planta nasce?*
    - *Como vocês definiriam uma semente?*
    - *Como identificar uma semente?*
    - *Qual(is) a(s) função(ões) das sementes?*
- 
- Cada grupo deve escolher um tipo de semente e decidir em quais condições experimentais vão trabalhar: quantidade ou ausência de luz, disponibilidade de água, estratificação do solo, pré-embrição etc. e anotar na tabela de espécimes e critérios de germinação (apêndice D).
  - Os grupos montam seus experimentos de germinação com a semente escolhida, terra, garrafas pet cortadas, confeccionam etiquetas de identificação.
  - Os alunos devem ser orientados a acompanhar diariamente a germinação, por um período de duas semanas, de forma assíncrona. Os grupos devem coletar dados e fazer registros fotográficos, para compor um relatório final de todo o experimento (apêndice D).
  - O relatório final que também deve ser feito de forma assíncrona pelos estudantes, deve apresentar os resultados e conclusões do grupo sobre todo os experimentos de germinação e será apresentado na culminância (4ª semana).

**Materiais necessários:**

- Impressões do estudo dirigido (apêndice E);
- Canetas ou lápis;
- Fontes de pesquisa: biografias, reportagens e qualquer outro material de apoio que o docente possa dispor para esta atividade.

**Duração:** 1h e 40 min.



## 3ª semana

### ESTUDO DIRIGIDO

- Concomitante a segunda semana de experiência de germinação, a terceira etapa consistirá de um estudo dirigido que será distribuído aos discentes (apêndice E),
- Textos de apoio, livros didáticos, reportagens de jornal, manuais, esquemas, figuras, dentre outros materiais, também podem ser disponibilizados aos alunos para auxiliar na investigação das questões propostas no estudo dirigido.
- O livro *Introdução a Botânica - Morfologia* de Souza *et al.* (2019) é a biografia sugerida para esta atividade.
- Ao final da tarefa o docente pode propor um debate sobre a importância do conhecimento botânico para as práticas agrícolas, podendo despertar o interesse para a construção de hortas residenciais ou escolares.

## 4ª semana

### CULMINÂNCIA

#### **Materiais necessários:**

- TV e/ou projetor;
- Fotos impressas;
- Materiais impressos;
- Cartolinas, cola; canetas pilot;
- Computador(es).

*OBS.: Havendo laboratório de informática na unidade escolar, pode-se dispensar os materiais de papelaria e outras impressões.*

**Duração:** 1h e 40min.

Aqui o professor instrui os grupos a compartilharem seus resultados experimentais com os demais, juntamente com as suas conclusões. Realizando uma análise conjunta de todos os resultados e conclusões apresentados, a turma vai elencar os dados e informações pertinentes para construção do manual de germinação para apocalipse, ou seja, as condições empíricas que geraram os melhores resultados de germinação e desenvolvimento inicial da plântula.



## 4ª semana

### CONSTRUÇÃO DO MANUAL DE GERMINAÇÃO PARA O APOCALIPSE

- Agora o professor convida os discentes a retornarem ao problema central e debater sobre o que eles aprenderam ao longo do processo, sobre produção de alimentos em casa e os agentes que mais contribuíram para construção desses aprendizados.
- Por último, os alunos orientados pelo docente, vão realizar a compilação dos resultados finais que foram escolhidos no debate com todos os grupos para compor o manual de germinação para o apocalipse da turma, contendo uma seleção de dados sobre as condições de germinação de maior sucesso para cada tipo de semente trabalhada, registros fotográficos, dados experimentais e de pesquisa teórica.
- Esse material pode ser montado pelos discentes na sala de informática da unidade escolar e ser disponibilizado de forma digital ou ser feito com cartolinas, fotos impressas, outros materiais impressos, caneta *pilot* e cola.



## 5ª semana

### AVALIAÇÃO

- A avaliação dos alunos deve ser feita ao longo de todo o percurso, pelo professor, e deve contar com a análise do interesse, participação ativa, envolvimento e comprometimento dos alunos, de forma individual e coletiva.



- O docente deve estimular um debate sobre as vivências pessoais e em grupo durante a sequência de aulas, as dificuldades enfrentadas e os aprendizados adquiridos.
- Para finalizar, será distribuído aos alunos um questionário de avaliação do produto didático, da aplicação e da vivência como um todo, com o intuito realizar uma pesquisa qualitativa (apêndice F).

## ANEXO A

UFRJ - HOSPITAL  
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO  
FRAGA FILHO DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
RIO DE JANEIRO / HUCFF-  
UFRJ



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** ELABORAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA PARA A CONSTRUÇÃO DO MANUAL DE GERMINAÇÃO PARA O APOCALIPSE

**Pesquisador:** Samantha Cristin Lewis da Silva Bravo

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 54459521.5.0000.5257

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

**Patrocinador Principal:** UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 5.566.449

**Apresentação do Projeto:**

Protocolo 308-21 recebido em 08/12/2021.

É uma pesquisa do tipo A3.

As informações colocadas nos campos denominados Apresentação do Projeto, "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo intitulado PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_1715132.pdf, postado em 09/02/2022, e Projeto.pdf postado 31/05/2021.

Como forma de reduzir os efeitos causados pela invisibilidade botânica, os pesquisadores propuseram uma sequência didática investigativa (SDI), que consistirá em um conjunto de atividades que vão permitir aos alunos recordarem conceitos aprendidos na infância sobre a estrutura das plantas, aprender sobre novas estruturas e tecidos e suas funções, investigar os mecanismos de germinação e o desenvolvimento inicial da plântula, além de técnicas de cultivo em casa. Desse processo construiremos um manual de germinação cuja temática será o enfrentamento do apocalipse (pandemias, desastres ambientais, guerras etc.).

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255, 7ª andar, Ala E, sala 35  
Bairro: Cidade Universitária CEP: 21.041-913  
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO  
Telefone: (21)3938-2480 Fax: (21)3938-2481 E-mail: cep@hucff.ufrj.br

UFRJ - HOSPITAL  
 UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO  
 FRAGA FILHO DA  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
 RIO DE JANEIRO / HUCFF-  
 UFRJ



Continuação do Parecer: 5.500.449

**Objetivo da Pesquisa:**

Desenvolver um produto didático que possa ser trabalhada o em turmas do ensino médio das escolas estaduais, com o intuito de aumentar o entendimento e o interesse dos alunos pelo estudo de biologia vegetal.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Segunda a pesquisadora os riscos são: De acordo com a Resolução 466 e 510 do Conselho Nacional de Saúde, todas as pesquisas envolvem riscos, mesmo que mínimos. Sendo assim, podem ser considerados como risco ao participante algum tipo de desconforto ou constrangimento ao participar das atividades propostas. O pesquisador, o patrocinador e as Instituições envolvidas nas diferentes etapas da pesquisa irão garantir a confidencialidade, o sigilo e a remoção do participante da pesquisa em qualquer momento. Os benefícios desta pesquisa estão em trazer o contexto do ensino por investigação para a educação básica, além de fomentar a ampliação do processo de aprendizagem por meio sequências didáticas.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Trata-se de uma pesquisa de caráter qualitativo cujo objetivo é desenvolver um produto didático que possa ser trabalhada o em turmas do ensino médio das escolas estaduais, com o intuito de aumentar o entendimento e o interesse dos alunos pelo estudo de biologia vegetal. A coleta de dados será feita por meio de questionários. As atividades serão divididas em quatro etapas: aula exposição, experiência de germinação, estudo dirigido e avaliação; nas quais trabalharemos os seguintes conteúdos de biologia vegetal: características gerais das plantas; classificação, anatomia e fisiologia das sementes, germinação e desenvolvimento inicial da plântula de espécies alimentícias e seu cultivo domiciliar.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos de apresentação obrigatória foram apresentados.

**Recomendações:**

Vide Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Resposta ao parecer consubstanciado n. 54459521.5.0000.5257, em atendimento às pendências

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255, 7º andar, Ala E, sala 35  
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 21.941-913  
 UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO  
 Telefone: (21)3938-2480 Fax: (21)3938-2481 E-mail: cep@hucff.ufrj.br

**UFRJ - HOSPITAL  
 UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO  
 FRAGA FILHO DA  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
 RIO DE JANEIRO / HUCFF-  
 UFRJ**



Continuação do Parecer 5.506.449

observadas por esta comissão (CEP) em relação ao projeto intitulado ELABORAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA PARA A CONSTRUÇÃO DO MANUAL DE GERMINAÇÃO PARA O APOCALIPSE, tendo como pesquisadora principal Samantha Cristin Lewis da Silva Bravo. Todas as pendências foram respondidas de forma adequada. No entanto, verificou-se que a pesquisadora não acrescentou no Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) um espaço destinado para o nome e a assinatura do pesquisador. Desta forma, peço que a pesquisadora submeta uma Emenda com esta correção.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

- De acordo com o item X.1.3.b, da Resolução CNS n. 466/12, o pesquisador deverá apresentar relatórios semestrais - a contar da data de aprovação do protocolo - que permitam ao Cep acompanhar o desenvolvimento dos projetos. Esses relatórios devem ser assinados pelo pesquisador responsável e conter as informações detalhadas - naqueles itens aplicáveis nos moldes do relatório final contido no endereço: <http://conselho.saude.gov.br/comites-de-etica-em-pesquisa-conep?view=default> (clique na aba Documentos Orientadores), bem como deve haver menção ao período a que se referem. As informações contidas no relatório devem ater-se ao período correspondente e não a todo o período da pesquisa até aquele momento. Para cada relatório, deve haver uma notificação separada. A submissão deve ser como Notificação (consultar pág. 69 no arquivo intitulado "1 - Manual Pesquisador - Versão 3.2,39 disponível no endereço <http://plataformabrasil.saude.gov.br/login.jsf>
- Eventuais emendas (modificações) ao protocolo devem ser apresentadas de forma clara e sucinta, identificando-se, por cor, negrito ou sublinhado, a parte do documento a ser modificada, isto é, além de apresentar o resumo das alterações, juntamente com a justificativa, é necessário destacá-las no decorrer do texto (item 2.2.1.H.1, da Norma Operacional CNS nº 001 de 2013).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_P RQJETO_1715132.pdf	24/07/2022 17:18:09		Aceito
Outros	Carta_Resposta_2.docx	24/07/2022 17:17:30	Samantha Cristin Lewis da Silva Bravo	Aceito

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255, 7º andar, Ala E, sala 35  
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 21.941-913  
 UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO  
 Telefone: (21)3938-2480 Fax: (21)3938-2481 E-mail: cep@hucff.ufrj.br

UFRJ - HOSPITAL  
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO  
FRAGA FILHO DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
RIO DE JANEIRO / HUCFF-  
UFRJ



Continuação do Anexo 5.506.449

Cronograma	Cronograma_Samantha_Bravo_atualiza do.xlsx	24/07/2022 17:15:55	Samantha Cristin Lewis da Silva Bravo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_corrigido_2.docx	24/07/2022 17:12:37	Samantha Cristin Lewis da Silva Bravo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_corrigido_2.docx	24/07/2022 17:11:58	Samantha Cristin Lewis da Silva Bravo	Aceito
Outros	Carta_Resposta.docx	09/02/2022 16:59:59	Samantha Cristin Lewis da Silva Bravo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_corrigido_versao_limpa.docx	09/02/2022 16:58:05	Samantha Cristin Lewis da Silva Bravo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_corrigido_versao_limpa.docx	09/02/2022 16:57:52	Samantha Cristin Lewis da Silva Bravo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_corrigido.docx	09/02/2022 16:56:44	Samantha Cristin Lewis da Silva Bravo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_corrigido.docx	09/02/2022 16:54:55	Samantha Cristin Lewis da Silva Bravo	Aceito
Cronograma	Cronograma_Samantha_Bravo.xlsx	08/12/2021 18:23:14	Samantha Cristin Lewis da Silva Bravo	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_Samantha_Bravo.pdf	08/12/2021 18:20:09	Samantha Cristin Lewis da Silva Bravo	Aceito
Outros	Folha_de_rosto_SAMANTHA.pdf	08/10/2021 12:27:33	Samantha Cristin Lewis da Silva Bravo	Aceito
Outros	Curriculos_dos_pesquisadores.docx	08/10/2021 12:20:41	Samantha Cristin Lewis da Silva Bravo	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_dos_Pesquisadores_Samar tha.pdf	08/10/2021 12:18:42	Samantha Cristin Lewis da Silva Bravo	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_da_Instituicao_coparticipant e.pdf	08/10/2021 12:17:54	Samantha Cristin Lewis da Silva Bravo	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_dos_Pesquisadores_Eilana. pdf	08/10/2021 12:04:25	Samantha Cristin Lewis da Silva Bravo	Aceito

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255, 7º andar, Ala E, sala 35  
Bairro: Cidade Universitária CEP: 21.941-913  
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO  
Telefone: (21)3938-2480 Fax: (21)3938-2481 E-mail: cep@hucff.ufrj.br

UFRJ - HOSPITAL  
 UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO  
 FRAGA FILHO DA  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
 RIO DE JANEIRO / HUCFF-  
 UFRJ



Continuação do Parecer 5.506.449

Outros	Carta_de_apresentacao.pdf	08/10/2021 12:04:08	Samantha Cristin Lewís da Silva Bravo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.docx	16/06/2021 09:54:37	Samantha Cristin Lewís da Silva Bravo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	16/06/2021 09:54:21	Samantha Cristin Lewís da Silva Bravo	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	31/05/2021 15:38:19	Samantha Cristin Lewís da Silva Bravo	Aceito
Orçamento	Orcamento.docx	26/05/2021 17:48:15	Samantha Cristin Lewís da Silva Bravo	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

RIO DE JANEIRO, 05 de Agosto de 2022

Assinado por:  
 Marta Guimarães Cavalcanti  
 (Coordenador(a))

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255, 7º andar, Ala E, sala 35  
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 21.941-913  
 UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO  
 Telefone: (21)3938-2480 Fax: (21)3938-2481 E-mail: cep@hucff.ufrj.br