

UM NOVO OLHAR PARA A GERMINAÇÃO DE SEMENTES: PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA

CAMILLA VERIDIANA LOBO DA SILVA RIBEIRO LOBO DE FRANÇA

Mestranda pelo Curso de Mestrado Profissional Práticas Docentes no Ensino Fundamental da UNIMES/Santos-SP, Graduada pelo Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UNESP/ São Vicente-SP, camillaveri@gmail.com;

FLÁVIA MARTHO LANDINHO

Graduada pelo Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UNESP/ São Vicente-SP, flavia-martho@gmail.com;

ODAIR JOSÉ GARCIA ALMEIDA

Docente do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UNESP/ São Vicente-SP, odair.almeida@unesp.br

RESUMO

Ensinar Ciências por investigação, torna o conteúdo mais atraente, prazeroso e significativo. O feijão (*Phaseolus vulgaris*) é uma leguminosa que faz parte da dieta dos brasileiros e possui um lugar de destaque na agricultura brasileira pois é um alimento amplamente comercializado no Brasil. A germinação do feijão bem como de outras plantas depende da luz como um dos fatores para quebra da dormência através de pigmentos proteicos denominados fitocromos. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes espectros de luzes: branco, azul, verde e vermelho na germinação e desenvolvimento de plântulas de feijão, analisando a quantidade de sementes germinadas e o comprimento do caule. Além disso, foi analisado em qual tipo de lâmpada (Led ou incandescente) a semente de feijão apresentou melhores resultados tanto na germinação como no desenvolvimento. Os resultados demonstraram que os espectros de luzes azul e vermelho possuem um melhor desenvolvimento da plântula na lâmpada Led. O experimento foi adaptado para uma Sequência Didática Investigativa, que abrangesse a botânica relacionada não apenas a disciplina de biologia, mas também de física e matemática, colaborando assim para um olhar mais holístico do ensino de botânica. O aluno perceberá a importância da luz durante a fotossíntese, usando principalmente os espectros de luz azul e vermelho, conforme a etapa de crescimento.

Palavras-chave: Espectro de luz, Germinação, Sequência Didática Investigativa, Ensino de botânica.

INTRODUÇÃO

Breve histórico do ensino de ciências por investigação

O pedagogo e filósofo americano John Dewey (1859-1952) propôs, no início do século XX, o “*inquiry learning*”, uma perspectiva de ensino que envolve atividades que possuem relação com o mundo real centrada no aluno, unindo atividades humanas com conteúdo das ciências (discutido em BATISTA e SILVA, 2018). Ainda segundo as autoras, esta proposta de ensino por investigação objetivava que os alunos compreendessem de que forma os conceitos teóricos foram construídos e fundamentados, estimulando os discentes a relacionarem conceitos, atos humanos e objetos. Essas ideias surgiram durante a crise de desenvolvimento econômico dos Estados Unidos, buscando alcançar uma sociedade humanizada, através do ensino escolar. Esses esforços receberam muitas críticas e não foi bem aceito pela sociedade da época.

Nos anos 60, também no Estados Unidos, houve outro movimento para que o Ensino de Ciências fosse aprimorado, com ênfase na resolução de problemas e objetivando formar cientistas para competir com a tecnologia e armamento russo. Apresentados como “grandes projetos curriculares” para produzir materiais didáticos que inovassem o ensino (BARRA; LORENZ, 1986).

De acordo com Batista e Silva (2018), em relação ao Brasil, nos anos 50 aconteceu o projeto “Iniciação Científica” onde foram produzidos kits voltados ao ensino de Química, Física e Biologia para alunos dos cursos primário e secundário. O segundo movimento relacionado ao ensino de Ciências foi a alfabetização científica, implantado na década de 90 nos Estados Unidos e Brasil, envolvendo a perspectiva da ciência e da tecnologia.

O ensino por investigação aparece nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Recentemente foi implantada a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em que aborda o incentivo da curiosidade, a investigação, imaginação, criatividade e análise crítica (BRASIL, 2018, p. 9). Ao longo das décadas o entendimento acerca do que é Ensino Investigativo (EI) de ciências foi modificando conforme as tendências educacionais (BATISTA e SILVA, 2018).

Características do ensino por investigação

Segundo De Brito e Fireman (2018), neste momento, em que a Ciência está presente em nossas vidas e nas relações sociais, a escola precisa reinventar-se e adotar modelos mais compatíveis com a necessidade atual, não mais pautar o ensino em conceitos em forma de produto impessoal e histórico. Os alunos necessitam conhecer o conceito de Ciência, seus produtos, porém também seu processo. Assim ele saberá se posicionar e encarar esta área do conhecimento como uma atividade humana relacionada ao cotidiano da sociedade.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (1997) proporcionaram contribuições relevantes para as diversas áreas do conhecimento e em especial para a Ciência ao propor conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Isso facilitava ao aluno o contato com uma Ciência que ia além de fenômenos e descrições. A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) evidência ainda que o aluno deve ser o protagonista da aprendizagem.

Carvalho et al. (1998) orientam introduzir o ensino de Ciências a partir de problemas envolvendo procedimentos que testem hipóteses, que levem ao controle das variáveis, sistematização e socialização coletiva dos resultados, observação da evidência. Resumindo, o meio mais efetivo de ensinar Ciências é por investigação, tornando o conteúdo mais atraente, prazeroso e significativo.

A aprendizagem de botânica

Segundo Ursi et al. (2018) estudantes e até mesmo professores não possuem tantos interesses por conteúdos botânicos quando comparado a outras assuntos dentro do ensino de ciências. Somado a isso existe a percepção da ausência de interação entre os seres humanos e as plantas, sendo essa invisibilidade botânica denominada cegueira botânica. Esse termo foi utilizado pela primeira vez por Wandersee e Schussler (1999) que corresponde a falta de percepção dos organismos vegetais como parte do ambiente.

A cegueira botânica é resultado de um ensino com uma abordagem desestimulante repleta de nomenclaturas de aspectos taxonômicos e morfológicos, além de complexos processos bioquímicos. Também é consequência do ser humano ter sido “[...]evolutivamente selecionado a prestar mais atenção aos seres que realizam movimento ou que representam perigo” (OLIVEIRA et al., p.631, 2021).

No entanto, tendo em vista que as plantas estão presentes na alimentação, na produção de medicamentos e perfumes, na arborização sendo, portanto, primordiais para a sobrevivência da sociedade, é necessário romper com o paradigma de um ensino fatigante de nomenclaturas e de uma concepção de seres “estáticos”. Contribuindo assim, para discussões a respeito da conservação da flora, de espécies ameaçadas de extinção e de perda de habitat e biodiversidade (OLIVEIRA 2021; SALIM 2021).

Nesse contexto, torna-se viável, como apontado por Salim (2021), uma abordagem investigativa para a promoção de um ensino que aproxime mais os alunos do “fazer científico”. Em vista disso, elaboramos uma proposta de sequência didática investigativa (SDI), que é definida como:

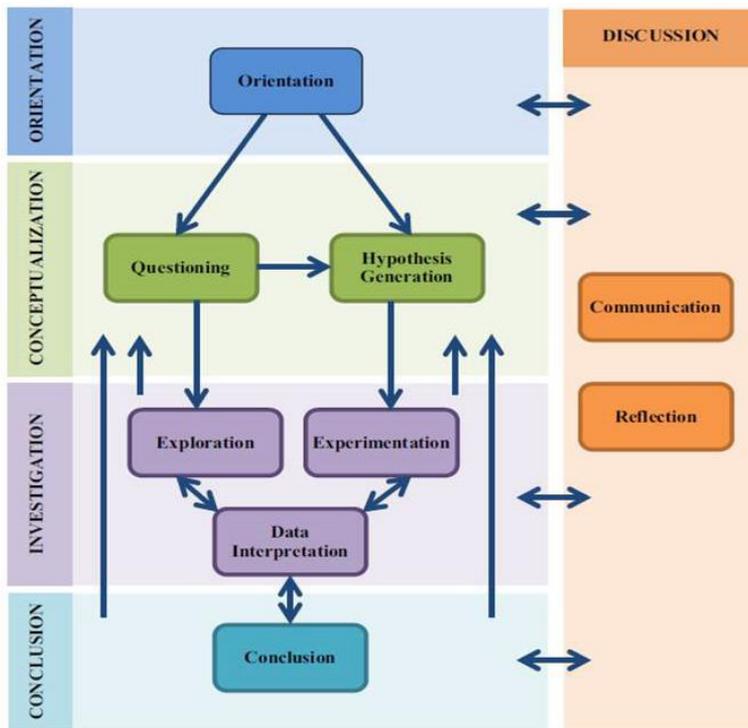
“[...] sequência de atividades (aulas) abrangendo tópicos do programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideais próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores” (CARVALHO, 2013, p. 7).

Tendo em vista essa definição, estruturamos uma SDI que abrangesse a botânica relacionada não apenas a disciplina de biologia, mas também de física e matemática, colaborando assim para um olhar mais holístico do ensino de botânica.

METODOLOGIA

A SDI produzida nesse estudo foi resultado de um trabalho da disciplina de Fisiologia Vegetal feito por alunas do curso de licenciatura em ciências biológicas da UNESP. O presente estudo utilizou para elaboração da SDI o ciclo investigativo de Pedaste et al. (2015). Esse ciclo investigativo é dividido em quatro fases e algumas subfases (Figura 01). As etapas são: orientação, conceitualização, investigação e conclusão (PEDASTE et al., 2015). O ciclo investigativo pode ser considerado mais do que uma metodologia pois é visto como um instrumento para atingir a alfabetização científica, ou seja, é considerado uma abordagem de ensino (CARVALHO, 2013).

Figura 01: Fases e subfases do Ciclo investigativo.



Fonte: Pedaste et al. (2015, p.56)

A fase da orientação consiste na definição de um problema de pesquisa que será desenvolvido nas etapas seguintes. É importante nessa fase estimular a curiosidade dos alunos sobre tópicos relacionados a esse problema de pesquisa. Já na conceitualização, questões investigativas relacionadas ao problema de pesquisa são formuladas e hipóteses são geradas através dos conhecimentos prévios dos alunos. Por isso, a conceitualização é dividida em duas subfases: questionamento e geração de hipóteses (MANTOVANI et al., 2016; PEDASTE et al., 2015). Na fase da investigação como apontado por Pedaste et al. (2015) a curiosidade estimulada na etapa da orientação é transformada em ação pois a investigação possui três subfases: exploração, experimentação e interpretação de dados.

A subfase de exploração diferentemente da subfase de experimentação não necessita testar hipótese. Dessa forma, a experimentação baseia-se no desenvolvimento de experiências com o controle das variáveis estabelecidas que posteriormente irão resultar em dados que serão coletados e interpretados. Portanto, a investigação permite o desenvolvimento de habilidades

relacionadas ao raciocínio lógico resultando na subfase de interpretação de dados em que por meio da análise dos dados coletados padrões poderão ser estabelecidos. E por fim na fase de conclusão, as hipóteses estabelecidas na fase de conceitualização são confirmadas ou refutadas (SCARPA e CAMPOS, 2018).

Além disso, todas as etapas do ciclo investigativo são mediadas por discussão, comunicação e reflexão. A discussão entre aluno-aluno e aluno-professor é importante pois permite demonstrar que a ciência é resultado de um processo coletivo e não individual. Já a comunicação seja oral ou escrita também é uma forma de registro que faz parte das atividades científicas e a reflexão permite a análise do processo como um todo pois pergunta como: o que eu poderia ter feito de diferente nesse experimento? pode emergir durante ou no final do processo investigativo podendo resultar em novas perguntas para que novos ciclos investigativos possam começar. É importante salientar que a experimentação é apenas uma das atividades investigativas. Portanto, é possível utilizar outros recursos como comparação entre imagens, textos, análise de filmes, jogos e outros (REIS, BEVILACQUA e SILVA, 2021).

Portanto, o ciclo investigado é caracterizado por “[...]partir de um problema, emitir hipóteses, planejar maneiras de testá-las, perceber evidências, coletar e analisar dados, concluir e divulgar os resultados [...]” (ZOMPERO, LABURÚ e VILAÇA, 2019, p. 201).

As atividades da presente SDI foram elaboradas para alunos do primeiro ano do ensino médio pois de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

“[...]a dimensão investigativa das ciências da natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo [...]” (BRASIL, 2017, p. 550).

Dessa forma, a SDI buscou uma interface entre os assuntos da biologia, matemática e física pois a interdisciplinaridade também é destacada como um elemento importante nas atividades investigativas. A SDI não foi aplicada em sala de aula, mas a mesma serve de subsídio para que professores ou licenciandos em estágios possam utilizá-la, tendo em vista a carência

de atividades investigativas nessa temática. Apenas o experimento prático proposto na fase da investigação da SDI, foi feito pelas licenciandas em ciências biológicas para servir como modelo explicativo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fase da Orientação

As descrições propostas nas fases de orientação, conceitualização, investigação e conclusão estão sumarizadas nas Tabelas 1, 2, 3 e 6.

Tabela 1- Detalhes das atividades da fase da orientação

FASE DA ORIENTAÇÃO	
Questão norteadora:	O que é necessário para ocorrer a germinação?
Objetivo específico:	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecer a importância dos fatores bióticos e abióticos na germinação e crescimento de uma semente; Reconhecer a importância da fotossíntese e seus elementos.
Habilidade a serem desenvolvidas:	<ul style="list-style-type: none"> Estabelecer hipóteses acerca da germinação e crescimento; Identificar as fases da fotossíntese.
Conteúdo programático:	<ul style="list-style-type: none"> Etapas da fotossíntese.
Materiais didáticos:	<ul style="list-style-type: none"> Livro didático, apostila ou material ilustrativo sobre fotossíntese; Lousa ou quadro de anotações para socialização das hipóteses.
Tempo:	<ul style="list-style-type: none"> 1 aula (45min)
Encadeamento das atividades	Levantamento das concepções prévias dos educandos, sobre os fatores no desenvolvimento de uma planta. Algumas questões podem ser levantadas, como: As plantas respiram? O que é fotossíntese? O que é necessário para ocorrer a fotossíntese? Qual sua importância da fotossíntese para os seres vivos? Após este momento, o professor socializa as respostas para todos, elaborando um quadro com hipóteses e o professor introduzirá como é o processo da fotossíntese.

Fase da Conceitualização

Tabela 2- Detalhes das atividades da fase da conceitualização

FASE DA CONCEITUALIZAÇÃO	
Questão norteadora:	Quais fatores físicos influenciam a germinação de uma semente?
Objetivo específico:	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecer os fatores físicos abióticos que afetam a germinação; Compreender como ocorre o processo de embebição da semente de feijão; Identificar as fases de germinação.

FASE DA CONCEITUALIZAÇÃO	
Habilidade a serem desenvolvidas:	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar registros em formato de tabela sobre os dados analisados no experimento; • Introduzir o método científico; • Estimular a socialização e cooperação por meio de atividades em grupo.
Conteúdo programático:	<ul style="list-style-type: none"> • Conceito de difusão simples; • Etapas da germinação.
Materiais didáticos:	<ul style="list-style-type: none"> • 100 sementes de feijão; • Pote de vidro; • Caneta permanente.
Tempo:	2 aulas (45 minutos cada).
Encadeamento das atividades	<p>Em um primeiro momento, pode ser feito uma roda de conversa para o levantamento das concepções prévias dos alunos. Perguntas como: “o que é necessário para uma semente germinar?” “Qual elemento é o fator essencial na germinação das sementes?” “Como as sementes germinam?” podem auxiliar esse processo. Espera-se que algumas palavras-chaves apareçam como: água, temperatura, oxigênio e luz. Pode ser utilizado uma nuvem de palavras para registrar as palavras mais citadas pelos alunos (ferramentas tecnológicas como Mentimeter e World cloud podem ajudar na construção dessa nuvem de palavras). Em seguida, o professor dividirá a turma em grupos e os alunos irão realizar o experimento de embebição das sementes de feijão (que visa demonstrar que a água é absorvida pela semente). A partir disso, o professor pode introduzir a primeira fase do processo de germinação, a fase da embebição. Posteriormente, as demais fases serão pesquisadas em livros, artigos e website pelos alunos. Essas fases também serão retomadas nas aulas seguintes.</p>

Conforme sugerido na Tabela 2, a nuvem de palavras é uma representação visual de palavras, que no contexto escolar pode ser utilizado como uma ferramenta didática para registrar, por exemplo, as concepções prévias dos alunos (FREITAS et al., 2017).

Além disso, o experimento proposto nessa fase é bem simples, consiste em colocar cerca de 100 sementes de feijão em um copo com água e marcar no copo com um marcador permanente a posição do feijão. Depois em intervalos de 15 em 15 minutos os alunos irão observar a embebição das sementes, através da alteração no volume das sementes. Pois a diferença do potencial hídrico entre as sementes e o meio externo (copo com água) é diferente. Dessa forma, ocorre aumento no volume das sementes e consequentemente o rompimento do tegumento (TAIZ & ZEIGER, 2013).

O objetivo dessa atividade é introduzir a primeira etapa da germinação, pois para as demais etapas, os alunos irão pesquisar de forma autônoma, para posteriormente, compartilhar com a turma. Ao sugerir essa atividade concordamos com Carvalho (2018, p. 766), que relatou “[...]quando avaliamos

o ensino que propomos, não buscamos verificar somente se os alunos aprenderam os conteúdos programáticos, mas se eles sabem falar, argumentar, ler e escrever sobre esse conteúdo”.

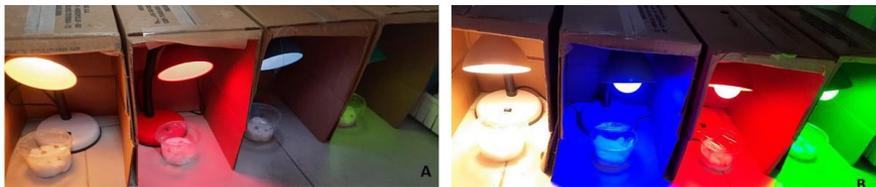
Fase da investigação

Tabela 3- Detalhes das atividades da fase da investigação

FASE DA INVESTIGAÇÃO	
Questão norteadora:	A cor da luz interfere na velocidade de germinação das sementes?
Objetivo específico:	<ul style="list-style-type: none"> Entender a função do fitocromo no processo germinativo; Diferenciar os dois tipos de fitocromo (ativo e inativo); Compreender que determinados comprimentos de onda podem estimular a germinação enquanto outros podem inibir; Verificar qual tipo de lâmpada (Led ou incandescente) é mais eficaz na germinação e desenvolvimento da plântula; Observar o que ocorre com a germinação de sementes em ausência de luz.
Habilidade a serem desenvolvidas:	<ul style="list-style-type: none"> Relembrar as fases da germinação já estudadas; Testar hipóteses; Coletar, organizar, comparar e interpretar dados; Estimular a socialização e cooperação por meio de atividades em grupo;
Conteúdo programático:	<ul style="list-style-type: none"> Fitocromo Fênomeno da fotorreversibilidade Estiolamento Espectro eletromagnético Unidades de medida Média aritmética simples Desvio padrão
Materiais didáticos:	<ul style="list-style-type: none"> 4 luminárias de mesa 4 lâmpadas incandescentes leitosa de 15W 4 lâmpadas de Led de 1W Sementes de feijão Algodão Seringa Régua Potes transparentes
Tempo:	3 aulas (45 minutos cada)
Encadeamento das atividades	<p>Como os alunos já estudaram em aulas anteriores que a luz é um fator físico essencial na quebra da dormência, os mesmos construirão hipóteses para verificar em qual espectro de luz (azul, branco, vermelho, verde e ausência de luz) as sementes germinaram primeiro e em qual comprimento de onda o desenvolvimento da plântula é melhor. Hipóteses podem ser realizadas por meio de rodas de conversa. Uma das hipóteses que pode emergir é que a luz verde germinará por último pois será refletida devido a presença da clorofila. Já em relação ao tipo de luz que possui uma eficácia maior hipóteses como: a luz incandescente é mais quente por isso não é tão eficaz pode aparecer. Depois desse momento de levantamento de hipóteses, se inicia a experimentação. Para isso, o processo pode dividir a sala em quatro grupos sendo que cada grupo ficará responsável por um espectro de luz em ambas as lâmpadas led e incandescente. Depois de coletar os dados dos experimentos o professor e os grupos irão confeccionar gráficos para registrar os dados coletados, programa como o Microsoft Excel pode auxiliar nessa etapa.</p>

Para a execução do experimento proposto na fase da investigação serão necessários os seguintes materiais: 54 sementes de feijão, 8 luminárias de mesa (ou 4 caso a opção seja revezar as observações; observar primeiro as lâmpadas incandescentes, depois as lâmpadas de Led, 4 lâmpadas incandescentes leitosa de 15W e 4 lâmpadas de Led de 1W (nas cores azul, vermelho, verde e branca), algodão, seringa, papelão, régua e 5 potes transparentes. Os tratamentos consistirão em: ausência de luz, luz vermelha, luz verde, luz azul e luz branca nas lâmpadas incandescentes e Led respectivamente (Figura 2). As luminárias deverão estar em ambiente fechado, com máxima ausência de luz (pode-se bloquear a entrada da luz solar com algum tecido de cor escura) e isoladas entre si para que não haja interferência em cada tratamento. Conforme demonstrado (Figura 2), foram utilizadas caixas de papelão devidamente cortadas para isolar a luz de cada luminária e incidir apenas no pote. Em cada tratamento serão utilizadas 6 sementes. Para simular a ausência de luz as sementes podem ser colocadas dentro de uma caixa de sapato e mantidas tampadas, abrindo apenas para rega.

Figura 2-A. Lâmpada incandescente **B.** Lâmpada Led . Fonte: elaborado pelos autores



Além disso, para esse experimento é preciso estabelecer o fotoperíodo, qual critério será utilizado para considerar o início da germinação e para o desenvolvimento da plântula. Nós, alunas do curso de licenciatura propomos, para esse experimento, o fotoperíodo de 8h (10h as 17h no horário de Brasília) e como início da germinação a protusão da radícula atingindo 5mm. Já para análise do desenvolvimento da plântula sugerimos um período de 10 dias, incluindo finais de semana, após a germinação das sementes e que seja medido o comprimento do caule com uma régua de apenas três sementes de cada tratamento. Dessa forma, pode ser feito uma média aritmética e desvio padrão de cada tratamento. No entanto, esses critérios podem ser definidos entre alunos e professor. Caso não seja possível realizar a medição no fim de semana, considerar o próximo dia útil ou medir a cada dois dias para manter um padrão. Esse momento do experimento é uma oportunidade para o docente discutir com os discentes que a comparação entre os

experimentos precisa ter critérios equivalentes. Por isso, os quatro grupos terão que utilizar os mesmos padrões, ou seja, o mesmo protocolo (design experimental), definido antes do experimento.

Para realização do experimento é preciso rotular os potes transparentes com a cor e tipo da lâmpada. Em seguida, um chumaço de algodão deve ser colocado em cada pote junto com seis sementes de feijão. As sementes devem ser regadas diariamente ou em dias intercalados, dependendo da umidade do algodão; com o auxílio de uma seringa. Importante manter a sala o mais escura possível, pois exposição de luz branca por tempos prolongados pode afetar o experimento. Evite permanecer mais de um minuto fora da “câmara” construída. Nessa fase de investigação foram propostas três aulas pois na primeira aula os alunos em conjunto com o professor discutirão sobre as hipóteses que serão levantadas, na segunda aula os experimentos serão confeccionados juntamente com as tabelas de anotações. As Tabela 4 e 5 são sugestões para tabulação dos dados observados para elaboração dos gráficos.

Tabela 4- Modelo de tabela para registro das informações sobre as sementes germinadas

Dias/ nº sementes germinadas	Escuro	Vermelho	Verde	Branco	Azul
1º					
2º					
3º					

Tabela 5- Modelo de tabela para registro de informações sobre o desenvolvimento das plântulas

Cor/ Comprimento do caule	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Média	Desvio
Escuro					
Vermelho					
Verde					
Branco					
Azul					

Os resultados desse experimento indicam que no tratamento com luzes de Led a germinação total das sementes ocorreu no 3º dia (72 horas), sendo que no primeiro dia não houve germinação, no segundo dia todas as

sementes do tratamento escuro e luz verde haviam germinado (Figura 3). Comparando com o experimento em luzes incandescentes, os resultados foram semelhantes, com a luz verde e tratamento escuro possibilitando a completa germinação das sementes após 48h. Isso demonstra o espectro de luz verde (500-580nm) estimula a germinação, por simular um ambiente escuro por não alcançar a frequência necessária para a germinação, visto que a semente do feijão é fotoblástica. Os pigmentos que mais promovem a germinação e crescimento são aqueles que absorvem a luz azul e vermelha. O fitocromo que é um pigmento fotorreceptor proteico absorve luz de forma mais abundante na região do vermelho e vermelho-distante, porém também absorve luz azul, mediando inúmeros aspectos no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo.

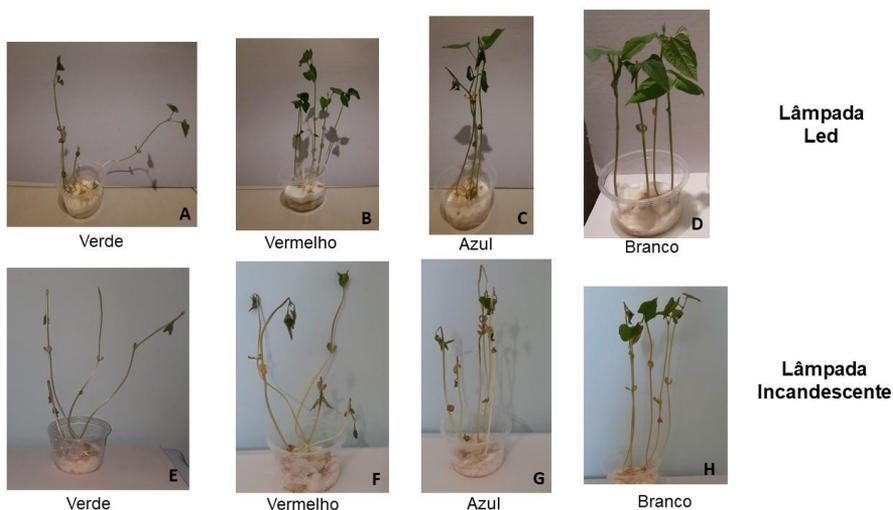
Figura 3- Gráficos da germinação. A. Germinação com a utilização da luz Led. B. Germinação com a utilização da luz incandescente. Fonte: elaborado pelos autores



Já em relação ao desenvolvimento da plântula nas luzes incandescentes o alongamento do caule foi maior em todos os espectros de luz na lâmpada incandescente, provavelmente pela adição de temperatura que a própria lâmpada proporciona (Figura 4). Já nas luzes Led os maiores comprimentos do caule estão presentes nos espectros azul (400-500nm) e vermelho(660nm) e os menores comprimentos no espectro branco (450-560nm). Lazzarini et al. (2017) afirmam que “a absorção, pelas plantas, da luz azul e vermelha, emitidas por lâmpadas LED, gira em torno de 90% da luz emitida e indica que o desenvolvimento das plantas e a sua fisiologia são fortemente influenciados por essas cores e comprimentos de ondas específicos” (LAZZARANI et al., 2017, p.138). Além disso, a luz azul influencia no desenvolvimento de cloroplastos nas células e na síntese de clorofila e a luz vermelha possui um espectro de luz próximo a absorbância máxima dos fitocromos (LAZZARANI et al., 2017).

Em relação à aparência das plântulas nas luzes, a luz de LED pareceu ser mais eficaz, pois permitiu que as folhas permanecessem firmes e não murchas como nas incandescentes, apesar do comprimento do caule não ter alcançado o mesmo tamanho que as incandescentes (Figura 4). A distância da luz até a planta foi de 15 cm em ambas as luzes. Isso indica que as lâmpadas incandescentes esquentaram o cultivo enquanto as lâmpadas Led apresentaram um melhor desempenho, pois consomem menos energia e liberam uma menor quantidade de calor (LAZZARANI et al., 2017). Esse momento, pode ser uma formidável oportunidade para o docente relembrar as hipóteses levantadas pelos alunos em relação a eficácia das lâmpadas Led *versus* incandescentes.

Figura 4- Resultado do desenvolvimento da plântula. A. B .C e D- lâmpada Led. E. F. G e H- Lâmpada incandescente.



Fonte: elaborado pelos autores

Quanto ao tratamento “no escuro”, que representa o grupo controle, as partes aéreas ficaram estioladas, ou seja, possuem hipocótilos longos, ápice no formato de gancho e as folhas não expandidas possuem uma coloração amarela pálida (Figura 5). Nesse momento, o professor pode abordar a atuação de alguns hormônios vegetais, como a giberelina que promove o alongamento do hipocótilo numa escala maior no escuro (TAIZ & ZEIGER, 2017).

Figura 5- Resultado do tratamento na ausência de luz (grupo controle).



Fonte: elaborado pelos autores.

Portanto, percebe-se que as potencialidades que a questão norteadora “A cor da luz interfere na velocidade de germinação das sementes?” são inúmeras. Possibilitando ainda, que para a última aula da fase de investigação, haja integração entre os docentes da área de biologia, física e matemática. Sendo a interdisciplinaridade, como já citado anteriormente, um dos pilares da BNCC. Assim, através dessa atividade investigativa os alunos podem expressar os fenômenos da natureza com a utilização da linguagem matemática.

É importante salientar que as atividades investigativas não são caracterizadas apenas pela proposição de uma resolução de problema. Pelo contrário, Carvalho (2018, p. 772) ressalta como característica de um bom problema para atividades investigativas, propiciar “condições para que os conhecimentos aprendidos sejam utilizados em outras disciplinas do conteúdo escolar”. Desse modo, as atividades propostas por nós visam a mobilização dos alunos para o desenvolvimento de habilidades e competências fundamentais na vida dos educandos, e não apenas a execução de uma atividade didática.

Fase da conclusão

Tabela 6- Detalhes das atividades da fase conclusão

FASE DA CONCLUSÃO	
Questão norteadora:	A luz influencia no crescimento? De que forma?

Objetivo específico:	<ul style="list-style-type: none"> Compreender a importância da luz na germinação e crescimento da planta em cada fase do crescimento; Reconhecer qual espectro de luz é mais eficaz.
Habilidades a serem desenvolvidas:	<ul style="list-style-type: none"> Observar as evidências após coleta dos dados; Interpretar dados; Inferir e concluir sobre os dados apresentados qual modelo de lâmpadas e quais luzes foram mais eficazes.
Conteúdo programático:	<ul style="list-style-type: none"> Análise de dados; Etapas da fotossíntese; Espectros da luz solar.
Materiais didáticos:	<ul style="list-style-type: none"> Registros das observações (tabelas, gráficos e fotografias); Plântulas germinadas.
Tempo:	1 aula (45min)
Encadeamento das atividades	A partir dos dados coletados, os alunos discutirão qual o melhor tipo de lâmpada de acordo com os resultados e qual o melhor espectro de luz para o crescimento da planta. Espera-se que cheguem à conclusão de que a luz de LED é mais eficiente e econômica, por proporcionar plantas mais robustas com folhas mais vistosas e que as luzes azul e vermelha foram as que colaboraram com um melhor crescimento da plântula. Além disso, o grupo controle, que ficou totalmente no escuro, também cresceu e se desenvolveu, provando que a semente germina mesmo na ausência de luz, sendo fotoblástica, porém se desenvolve com características próprias da ausência de luz., como mencionado anteriormente e comprovado seu crescimento, mesmo que sem as folhas de cor verde e caule estiolado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos conclui-se que a luz verde tanto na lâmpada led como na incandescente estimula a germinação de *Phaseolus vulgaris*. No entanto, em relação ao desenvolvimento da plântula os espectros de luzes vermelho e azul foram o que atingiram os maiores comprimentos do caule, por fim, a semente de feijão é fotoblástica neutra pois germinam tanto na presença como na ausência de luz. Portanto, a lâmpada led possui um desempenho melhor e pode ser utilizada no cultivo *in vitro* pois possui vantagens diferentes das demais fontes de luzes como, por exemplo, consomem menos energia, não liberam calor e são mais longevas.

Durante a SDI, o aluno perceberá a importância da luz durante a fotossíntese, usando principalmente os espectros de luz azul e vermelho, conforme a etapa de crescimento. diferença dos espectros de luz, pois o espectro vermelho estimula o crescimento do caule, a produção de clorofila. O espectro azul estimula o crescimento radicular e a fotossíntese de forma mais intensa, portanto ambos os espectros são necessários para o crescimento pleno da plântula. Diante disso, percebe-se que SDI, como a

apresentada aqui, tem um potencial para promoção da alfabetização científica, contribuindo assim para atenuação da cegueira botânica.

REFERÊNCIAS

BATISTA, Renata FM; SILVA, Cibelle Celestino. A abordagem histórico-investigativa no ensino de Ciências. **Estudos avançados**, v. 32, p. 97-110, 2018.

BARRA, V.; LORENZ, K. M. Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil, período: 1950 a 1980. **Ciência e Cultura**, v.38, n.3, p.1970-83, 1986

BRASIL. Ministério da educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais**. 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/introducao.pdf>>.

CARVALHO, A.M.P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: cengage learning 1 (2013), 1-19.

_____. (2018). Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 18(3), 765-794.

DE BRITO, Liliane Oliveira; FIREMAN, Elton Casado. Ensino de ciências por investigação: uma proposta didática “para além” de conteúdos conceituais. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 462-479, 2018.

FREITAS, M.F; MAIA, M.C.H; MAIA, ADOLPHO, P.A; MARTINS, F.C. O uso pedagógico do aplicativo Word Cloud como ferramenta tecnológica de incentivo a leitura e escrita. **In: IV Congresso Nacional de Educação CONEDU**, 2017.

LAZZARINI, L.E.S; PACHECO, F, V; SILVA, S.T; COELHO, A.D; MEDEIROS, A.P.R.M; BERTOLUCCI, S.K.V; PINTO, J.E.B.P; SOARES, J.D.R (2017). Uso de emissores de luz (Led) na fisiologia de plantas cultivadas-revisão. **Scientia Agraria Paranaensis**, 16(2), 137-144.

MANTOVANI, F.L.; SOUZA F.L.; CASEMIRO J.L.A.; MAIDANA J.G.; ASSIS, L.A.F.; MARTINS, M.T.; VENTO P.E.V.; LOVAGLIO U.S.; ASSIS J.C.; TOWATA N, Scarpa D.L, Ursi, S (2016). Sequência didática Mata Atlântica- Restinga. In: **Ensino por investigação: Sequência didática “Mata Atlântica- Restinga”**. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, V.B; FERREIRA, M.C.S; COSTA, I.A.S; SOUZA, G.P.V. Ensino investigativo como aliado no estudo da botânica: um relato de experiência. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.16, n.2, p.630-640, 2021.

PEDASTE, M; MAEOTS, M; SIMAN, L.A; JONG, T; RIESEN, S.A.N; Kamp, E.T; MANOLI, C.C; Zacharia, Z.C; TSOURLIDAKI, E. Phases of inquiry-based learning: Deefinitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14 (2015), 47-61.

REIS, L.T; BEVILACQUA, G.D; SILVA, R.C. Ensino de ciências por investigação: contribuições de artigos de bases de dados abertas para a práxis docente. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v.12, n.3, p.23, 2021.

SALIM, D.R. A etnobotânica como instrumento pedagógico para ensino de botânica na educação básica. **Brazil Journal of Development**, v.7, n.6, p.62306-62315, 2021.

SCARPA, D.L; CAMPOS, N, F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos avançados**, v.32, n.94, p.25-41, 2018.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

URSI, S; BARBOSA, P.P; SANO, P.T; BERCHEZ, F.A.S. Ensino de botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudos avançados**, v.32, n.94, p.7-24, 2018.

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

ZOMPERO, A. F; LABURÚ, C.E; Vilaça, T (2019). Instrumento analítico para avaliar habilidades cognitivas dos estudantes da educação básica nas atividades de investigação. **Investigação em Ensino de Ciências**, 24(2), 200-211.