UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO SOBRE O CICLO DE VIDA DAS ANGIOSPERMAS A PARTIR DA CIÊNCIA CIDADÃ

Gustavo Bellini Monteiro[1], Natalia Pirani Ghilardi-Lopes[2]
[1] Universidade Federal do ABC / bellini.gu@hotmail.com
[2] Universidade Federal do ABC / natalia.lopes@ufabc.edu.br

APRESENTAÇÃO DO RECURSO EDUCACIONAL

O presente recurso educacional é uma sequência de ensino por investigação (SEI) sobre ciclo de vida das angiospermas para ser trabalhada na disciplina de biologia, que abarca um protocolo de ciência cidadã colaborativo de observações fenológicas de árvores, cujo público-alvo são estudantes do Ensino Médio, de quaisquer séries. Os objetivos de aprendizagem dessa SEI consistem em: conhecer e relacionar as fenofases, bem como as etapas do ciclo de vida das Angiospermas; aumentar a percepção de autoeficácia para a ciência e interesse pela ciência, sobretudo a botânica; mudar comportamentos e atitudes em relação às plantas e praticar habilidades de investigação científica, que inclui formulação de hipóteses, coleta, organização e análise de dados e chegar a uma conclusão a partir dela, para se responder à pergunta científica. A SEI está dividida em 13 etapas (ou aulas), as quais idealmente são trabalhadas ao longo de quase todo o ano letivo.

DETALHAMENTO DO RECURSO EDUCACIONAL

A temática do ciclo de vida das plantas desta SEI se justifica como relevante uma vez que, de acordo com Macedo *et al*. (2012), esse é o assunto mais complexo para se ensinar dentro da Botânica, devido à dificuldade que os estudantes têm em perceber que os ciclos dos mais variados tipos de plantas seguem todos um padrão geral de funcionamento, além de uma série de conceitos abstratos e uso de terminologia muito específica, ligada a muitas estruturas microscópicas (SANDERS *et al*., 1997). Somada a essa complexidade do tema está uma abordagem tradicional no ensino, focada em aulas teóricas, na memorização de conceitos e distante da realidade dos estudantes (LIMA, 2020), resultando, por exemplo, na impercepção botânica (URSI; SALATINO, 2022). Diante do exposto, faz-se urgente a superação do ensino tradicional, o que para Santos *et al.* (2020) se expressa no protagonismo dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem, construindo seu próprio conhecimento e fazendo da sala de aula um ambiente mais interativo e atrativo. O ensino de ciências por investigação tem

um grande potencial para que isso ocorra, além de permitir a alfabetização científica e a criação de um ambiente investigativo em sala onde o professor cria condições para que os estudantes tenham liberdade para pensar, falar, ler, escrever e argumentar sobre os conteúdos explorados (CARVALHO, 2013). Visando potencializar ainda mais a investigação científica, propõe-se a inserção de um protocolo de ciência cidadã na sequência, sobre observações fenológicas de árvores. A fenologia vegetal é uma área da botânica voltada ao estudo do início e da duração das alterações visíveis no ciclo de vida das plantas, permitindo entender como as plantas se reproduzem (TALORA; MORELLATO, 2000), o que é um dos objetivos da SEI. A ciência cidadã pode ser definida como o processo pelo qual os cidadãos estão envolvidos na ciência como cientistas (KRUGER; SHANNON, 2000), o que pode estimular a mentalidade científica e encorajar o engajamento democrático (CECCARONI *et al*., 2017). Os projetos de ciência cidadã são estruturados a partir de protocolos testados e de fácil entendimento e simples execução, que permitem a coleta de dados científicos (BONNEY *et al*., 2009), o que vai ao encontro das várias etapas de uma abordagem investigativa de ensino, pensando em um contexto escolar. Os projetos de ciência cidadã, segundo Bonney *et al.* (2009) são classificados pelo grau de envolvimento dos participantes (contributivos, colaborativos e cocriados). O protocolo aqui relatado pode ser classificado, de acordo com os autores, em colaborativo, no qual os cientistas cidadãos contribuem com dados e ajudam a aperfeiçoar o desenho do projeto criado pelos cientistas, a analisar dados ou a disseminar resultados. O foco principal desta SEI é a resolução de um problema envolvendo a ausência de frutificação em paineiras cheias de flores, para o qual os estudantes deverão propor hipóteses. Esse problema gerará uma pergunta científica: *Que fator influencia a mudança da fase de floração para a fase de frutificação?* Essa pergunta será respondida (conclusão) a partir do confronto dos dados coletados pelos estudantes nas observações fenológicas das árvores com as etapas do ciclo de vida das Angiospermas que eles terão contato a partir de uma aula expositiva e outra prática de representação do ciclo em um cartaz. Por se tratar de um protocolo de ciência cidadã colaborativo, a SEI possui grau 3 de liberdade intelectual dos estudantes, a partir da classificação de Carvalho (2018), já que o professor propõe o problema e os estudantes pensam, coletam e interpretam dados, tomam decisões e discutem com seus colegas.

Com base no exposto, serão apresentadas a seguir as aulas/etapas e respectivas mediações didáticas desta SEI:

1ª aula: Inicie a aula com a entrega do questionário inicial para cada estudante, de duração de 10 minutos, com perguntas diagnósticas (modelo disponível em: https://docs.google.com/document/d/19twrb1SzDw_CBH_TymLLGjDbj3q0YBobxWSSRrrhapU/edit?usp=sharing). Logo em seguida oriente que os estudantes formem grupos livres de quatro a cinco pessoas, e que organizem a sala de modo que os integrantes de um mesmo grupo fiquem fisicamente próximos. Questione os estudantes sobre o que são hipóteses e assim que ouvir as respostas deles traga uma definição conceitualmente correta do que são hipóteses (São suposições colocadas como respostas plausíveis e provisórias para um problema), inclusive com um exemplo de uma boa hipótese construída (e seus elementos), para que os grupos sigam de exemplo. Em seguida apresente a questão-problema, lendo para a turma: *Na rua de trás da casa de Joãozinho há uma praça bem aberta com três lindos pés de paineira (Ceiba sp.) que estão com flores e frutos. Três vezes na semana, Joãozinho joga futebol à noite numa quadra em seu bairro. A quadra foi reformada há mais de um ano e recebeu grandes refletores de LED para deixá-la mais iluminada. Bem do lado da quadra há uma praça menor com um outros três pés de paineira, mas esses não estão com frutos, apenas com flores. Ao notar isso pela primeira vez, Joãozinho ficou intrigado e começou a se questionar: O que poderia explicar essa diferença? Curioso que só, ele foi atrás de algumas informações, chegando a algumas constatações importantes sobre aqueles pés de paineira: 1) Eram da mesma espécie de paineira, 2) Foram plantados na mesma época, 3) Estavam plantados diretamente no solo, sem concreto em volta e 4) Eram cuidados regularmente pela prefeitura, o que inclui serviço de poda, além da rega e adubação do solo. Com base em tudo isso, agora é a vez do seu grupo: Proponham uma hipótese para explicar o porquê da diferença entre as árvores dos dois locais.* Oriente os grupos a escreverem em uma folha a hipótese única para a questão-problema apresentada, usando os elementos apresentados pelo professor, até o final da aula.

2ª aula: Inicie a aula definindo fenologia vegetal e diferenciando os três tipos de fenofases e transições, a partir de alguma imagem que julgar interessante de projetar. Logo em seguida, comente a importância de se realizar observações fenológicas como ponto de partida de contribuição para a ciência. Questione-os, em seguida,

sobre o que é ciência cidadã, e após as respostas traga informações de como ela pode ser usada em observações fenológicas e na própria escola. Uma vez que o momento anterior ocorra, apresente aos estudantes a pergunta científica norteadora de toda a sequência: *Que fator influencia a mudança da fase de floração para a fase de frutificação?* É fundamental que se retome a questão-problema inicial, para que os estudantes entendam que a pergunta parte dela e que ela será respondida ao final, com base nas atividades da SEI posteriormente. Ao final, peça a cada estudante que responda, o que são fenofases e exemplos, para fixar o conteúdo visto durante a aula.

3ª aula: Inicie a aula em sala explicando como serão realizadas as observações fenológicas, destacando que elas serão executadas pelos grupos montados desde a primeira aula e que ocorrerão em espaços externos à sala na própria escola. Sugere-se que sejam escolhidas previamente, no mínimo, duas espécies de árvores diferentes e que estejam devidamente identificadas. Prefira árvores que você conheça e saiba o nome popular, pois assim fica mais fácil identificar o nome científico. Caso haja poucas árvores disponíveis e você não saiba o nome popular delas, sugerimos a utilização do aplicativo Plant@Net (disponível para Android e iOS). Mostre imagens das árvores e do local para os estudantes e apresente, em seguida, a quantidade de observações que serão realizadas ao todo. Sugere-se o mínimo de quatro observações, com um intervalo de um mês ou um mês e meio entre elas. Em seguida, projete o formulário de coleta de dados (disponível em: https://docs.google.com/document/d/1pLdZ1RIASm5TVBT1m_tbkawBftHg5fr3/edit) e explique detalhadamente como deve ocorrer o preenchimento dele pelos grupos em cada observação. Conduza os estudantes para os locais onde ocorrerão as observações e entregue para cada grupo um formulário. Faça uma demonstração de uma observação e preenchimento do formulário. Em seguida, peça aos grupos que executem. É importante tirar as dúvidas que possam surgir dos estudantes e corrigir alguma execução incorreta. Para cada observação, deve ser obtida uma foto, que será enviada para o professor.

4ª, 5ª, 6ª e 7ª aulas: Essas quatro aulas serão destinadas às observações fenológicas. Ao iniciar a aula é importante retomar brevemente as orientações de execução e depois levar os estudantes para os locais, supervisionando-os, porém, deixando-os livres até o final da aula para concluírem suas tarefas.

8ª aula: Essa aula começará com o professor apresentando o ciclo de vida das angiospermas, através de um vídeo (disponível em: https://youtu.be/Zep_kKowko0), adaptado do documentário “A vida secreta das flores”. Cada etapa do ciclo mostrada no vídeo deve ser reforçada por explicação posterior, focando nos principais conceitos/termos e eventos do ciclo. Sugere-se que seja feito um esquema do ciclo no quadro ou projetada uma imagem retirada da internet, sendo necessário que os estudantes copiem em seus cadernos ou tenham isso registrado de alguma forma.

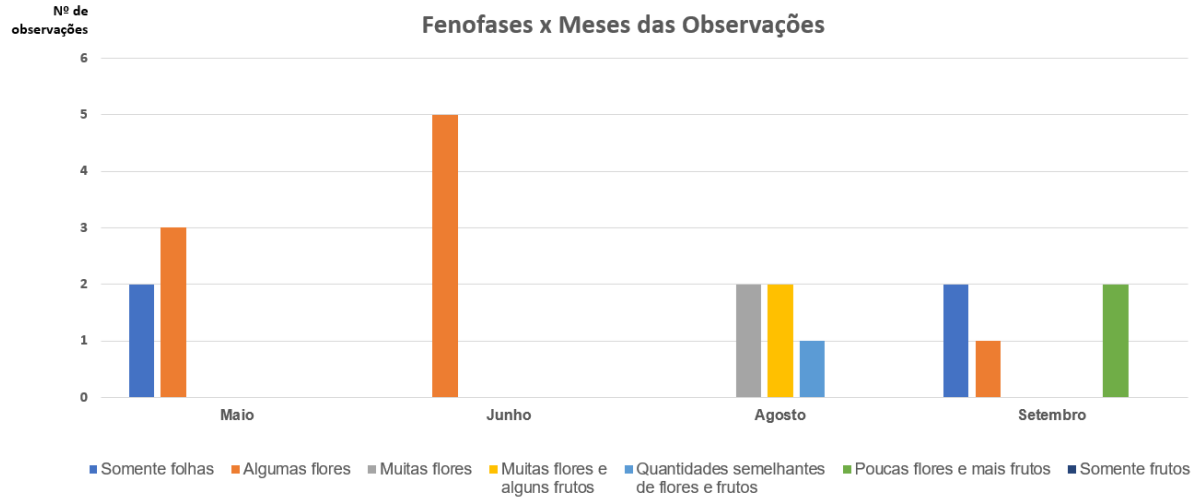
9ª aula: Deve se iniciar com a separação da turma nos grupos. Cada grupo receberá uma cartolina, cola bastão e um conjunto de cartões com imagens das fases do ciclo de vida, conceitos/termos do ciclo e setas. Com base no que aprenderam na aula anterior e com a possibilidade de consultar seus cadernos, os estudantes terão que representar na cartolina o ciclo de vida das angiospermas. O professor apenas observará a atividade, sem intervenção. É indicado que, como exemplo, seja representado o ciclo de uma das espécies que eles observaram durante os meses ou até mesmo da paineira, espécie usada na questão-problema.

10ª aula: Essa aula deverá ser realizada na sala de informática ou se possível com uso de notebooks ou tablets na sala de aula normal. Separe os estudantes nos grupos e entregue para eles os formulários de coleta de dados preenchidos nas observações. Eles deverão entrar no site da plataforma Anecdata, com um login e senha já criados pelo professor (num perfil geral para os estudantes) e submeter as informações coletadas em cada observação, assim como se encontram no formulário: dados gerais (dia, horário, temperatura, condição do tempo no momento e na semana anterior), a fenofase observada nas árvores, intensidade do vento e presença de visitantes florais. Além disso, deverão postar em cada entrada de dados (referente a uma observação) as fotos obtidas por eles, as quais foram devidamente organizadas previamente pelo professor. Para facilitar a execução da tarefa no tempo proposto, sugere-se que o professor grave um vídeo explicando (compartilhando a tela e simulando a submissão dos dados) para os estudantes e os envie antes da aula acontecer, para que assim eles já venham preparados. É importante que o professor cadastre o projeto da sua escola na plataforma Anecdata antes da aula, o que é bem simples. No vídeo a seguir há uma breve explicação de como fazer isso: https://www.youtube.com/watch?v=bAqC8Geu4C8. Para ajudar na estruturação da

entrada de dados do seu projeto na plataforma, acesse o link do projeto a seguir: https://www.anecdata.org/projects/view/1061.

11ª aula: Antes dessa aula ocorrer, o professor deverá transformar os dados submetidos pelos estudantes na plataforma em gráficos. Para isso pode ser utilizado o *Powerpoint* ou o *Google Apresentações*. Serão quatros gráficos construídos: 1º Fenofases x meses das observações; 2º Condição do tempo x meses das observações; 3º Intensidade do vento x meses das observações e 4º Presença de animais x meses das observações. Para construir os gráficos, faça uma tabela que contenha uma coluna com os meses das observações e em uma linha as variáveis observadas (Exemplo para fenofases: folhagem, transição e etc.). E em cada mês (eixo x) coloque quantos grupos marcaram cada variável (eixo y) e assim o gráfico já estará pronto, inclusive com a legenda (figura 1).

Figura 1. Exemplo de gráfico a ser construído com os dados coletados pelos estudantes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em aula, inicie mostrando o gráfico das fenofases com o decorrer do tempo. Pergunte a eles quais são as variáveis, eixos e informações do gráfico. Questione os estudantes se eles conseguem avaliar as mudanças ao longo dos meses e, se sim, quais são essas mudanças. Depois, retome a pergunta científica inicial dizendo que a análise dos gráficos será o primeiro passo para começar a respondê-la. Destaque que durante as observações eles analisaram diversas condições ambientais, que podem ser a resposta para a pergunta: tempo, vento e animais. Sendo assim, mostre cada um dos gráficos dessas variáveis ambientais e pergunte-os novamente sobre as variáveis e eixos, e depois os padrões que conseguem enxergar a partir da análise dos gráficos, tentando relacionar com o primeiro gráfico, ou seja, se eles conseguem perceber

possíveis correlações. Essas discussões deverão prosseguir até o final da aula, na qual não deverá ser apresentada uma conclusão, ficando esta para a aula seguinte.

12ª aula: Comece a aula retomando a pergunta científica. Logo em seguida, mostre o gabarito do painel do ciclo de vida das angiospermas, para que os estudantes, com base no que aprenderam teoricamente e na análise do painel e dos gráficos, possam identificar qual fator é responsável pela formação dos frutos. Uma vez que se chegue à conclusão de que a mudança de fenofase depende da "polinização", o professor pode explicar o conceito e os tipos de polinização, depois mostrar em qual período das observações fenológicas realizadas pelos estudantes teria ocorrido a polinização, a partir da análise dos dados evidenciados pelos gráficos construídos. Com todas essas associações realizadas, volta-se novamente à questão-problema das paineiras (aula 1) para que, sob a luz dos conhecimentos adquiridos sobre polinização, possam chegar a uma explicação. Nesse momento é importante que traga uma imagem de quem é o agente polinizador das paineiras, os morcegos, além de informações de como eles polinizam e como a iluminação noturna os afeta, a partir de um artigo científico. Sugere-se o seguinte artigo: https://www.nature.com/articles/nature23288. Em seguida, da mesma forma que já havia sido proposto na aula 1, cada grupo deverá escrever se suas hipóteses iniciais foram rejeitadas ou corroboradas e justificar.

13ª aula: Nesta aula, cada estudante começará redigindo um pequeno texto que deverá conter no mínimo cinco e no máximo 10 linhas, usando obrigatoriamente as seguintes palavras-chave: ciclo de vida, frutificação e polinização. Feito isso, cada estudante receberá o questionário final com questões parecidas com o do inicial, além da avaliação da SEI, que deverá ser respondido e entregue até o final da aula (modelo disponível em: https://docs.google.com/document/d/1ZmSF7vAqYSjsh-GaRwewfOXMoyj-b3xd-Siqzo3p-oo/edit?usp=sharing)**.**

Avaliação: A avaliação se dará de três formas: diagnóstica, formativa e processual. A avaliação diagnóstica parte do levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes nas aulas dialogadas, a partir do questionário inicial. A avaliação formativa ocorrerá durante toda a sequência com a participação dos estudantes em todas as atividades das aulas, bem como a entrega das atividades propostas. Essas atividades serão analisadas a fim de verificar se os objetivos de aprendizagem foram alcançados. A avaliação somativa será realizada a partir da entrega do texto final com as palavras-chave e do questionário final, com questões referentes ao fechamento da SEI.

AGRADECIMENTOS

Ao programa de pós-graduação em Ensino e História das Ciências e da Matemática da UFABC, à CAPES (processo 406137/2023-4) e à FAPESP (processo 2022/06862-3).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONNEY, R.; COOPER, C.B.; DICKINSON, J.; KELLING, S.; PHILLIPS, T.; ROSENBERG, K. V.; SHIRK, J. Citizen Science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. **BioScience**, v. 59, n. 11, p. 977-984, 2009.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativa. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo, Cengage Learning, 2013

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 765-794, 2018.

CECCARONI, L.; BOWSER, A.; BRENTON, P. Civic Education and Citizen Science: Definitions, Categories, Knowledge Representation. In: CECCARONI, L.; PIERA, J. (Eds). **Analyzing the Role of Citizen Science in Modern Research**. Hershey: IGI Global, p. 1-23, 2017.

KRUGER, L.E.; SHANNON, M. A. Getting to know ourselves and our places through participation in civic social assessment. **Society and Natural Resources.** v. 13, p. 461-478, 2000.

LIMA, T. I. **Avaliação diagnóstica do conteúdo botânico na educação básica e seus reflexos na formação do licenciando em biologia em Paulo Afonso/Bahia**, Brasil. 2020. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Bahia, Bahia, 2020.

MACEDO, M.; KATON, G. F.; TOWATA, N.; URSI, S. Concepções de professores de Biologia do ensino médio sobre o ensino aprendizagem de Botânica. In: ENCONTRO IBERO-AMERICANO SOBRE INVESTIGAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 4., 2012, Porto Alegre. **Anais do 4º Encontro Ibero-Americano sobre Investigação em Ensino em Ciências**. Porto Alegre: URFGS, 2012.

SANDERS, M.; MOLETSANE, G.; DONALD, C.; CRITCHLEY, A. First-year university students' problems in understanding basic concepts of plant reproduction. **S. Afr. J. Bot.**, v. 63, n. 6, p. 330-341, 1997.

SANTOS, A. L. C.; SILVA, F. V. C. da; SANTOS, L. G. T. dos; FEITOSA, A. A. F. M. A. Dificuldades apontadas por professores do programa de mestrado profissional em ensino de biologia para o uso de metodologias ativas em escolas de rede pública na paraíba. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n.4, p.21959-21973, apr. 2020.

TALORA, D. C.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n. 1, p. 13-26, 2000.

URSI, S.; SALATINO, A. Nota Científica - É tempo de superar termos capacitistas no ensino de Biologia: impercepção botânica como alternativa para "cegueira botânica". Boletim De Botânica, v. 39, p. 1-4, 2022.