

INTERAÇÃO ENTRE EFEITO ESTUFA E FOTOSÍNTESE A PARTIR DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

Aline da Costa Dias Pinto ¹Débora de Aguiar Lage ²

RESUMO

O conhecimento sobre a fotossíntese e seus fatores limitantes é essencial para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos. Nessa perspectiva, o ensino da fotossíntese deve ser capaz de permitir aos estudantes compreenderem não apenas a relevância desse processo para a manutenção da vida na Terra, como também de que maneira o homem pode interferir e limitar as reações fotossintéticas. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo promover construção de conhecimentos sobre a influência do efeito estufa na fotossíntese a partir de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI). A atividade foi desenvolvida com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública municipal localizada em Cabo Frio - RJ. A partir de uma metodologia com abordagem qualitativa, a SEI foi realizada em três aulas e contou com as seguintes etapas: (1) identificação das concepções dos estudantes; (2) atividade utilizando um simulador virtual; (3) atividade prática experimental, e (4) análise e discussão final. A coleta de dados foi conduzida a partir da observação direta dos estudantes e das informações registradas nas atividades investigativas. Os resultados obtidos evidenciaram o efeito negativo do excesso de gás carbônico e da alta temperatura sobre o processo fotossintético. Outrossim, a realização da SEI possibilitou o protagonismo estudantil na produção de saberes sobre a fotossíntese, além de ter sido capaz de contribuir para a alfabetização científica dos estudantes, a partir da observação, da proposição de hipóteses, da investigação e da argumentação. Dessa forma, a atividade colaborou para o desenvolvimento do pensamento científico e crítico, bem como para a formação de cidadãos mais conscientes sobre a importância da preservação ambiental e do uso sustentável dos recursos naturais.

Palavras-chave: Ensino por investigação, Fotossíntese, Fatores limitantes, Efeito estufa.

INTRODUÇÃO

Vivemos em uma era de crescentes desafios ambientais, como as mudanças climáticas e a perda de biodiversidade. Dessa forma, o ensino da fotossíntese na educação básica tem o potencial de contribuir para a formação de uma consciência ambiental crítica, possibilitando aos alunos compreenderem a importância dos organismos autotróficos para a preservação dos ecossistemas. Assim, entender e valorizar o papel da fotossíntese no ciclo do carbono é essencial para desenvolver estratégias eficazes de mitigação das mudanças climáticas e garantir a sustentabilidade ambiental.

¹ Mestranda do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO/Uerj) - RJ, profalinedias01@gmail.com

² Professora Associada da Universidade Estado do Rio de Janeiro - RJ, deboralage.uerj@gmail.com

Nesse contexto, considerando que a impercepção botânica aliada à falta de contextualização constitui um dos principais desafios do ensino de conteúdos relacionados às plantas e a relevância do ensino por investigação na promoção da alfabetização científica dos estudantes, o presente estudo teve como objetivo promover construção de conhecimentos sobre a influência do efeito estufa na fotossíntese a partir de uma Sequência de Ensino Investigativa.

METODOLOGIA

No presente trabalho foi realizada uma pesquisa exploratória, estruturada na forma de um relato de experiência, do tipo pesquisa-ação, na qual o pesquisador encontra-se inserido no seu ambiente de pesquisa, mediando a sua prática e promovendo estratégias participativas para todos os sujeitos envolvidos (Gil, 2010). Em relação à abordagem, a pesquisa apresenta uma natureza qualitativa, buscando compreender um fenômeno em seu sentido mais amplo, interpretando significados, valores e atitudes (Minayo, 2012).

A pesquisa foi desenvolvida com 25 estudantes do primeiro ano do Ensino Médio, do Centro Educacional Municipal Marli Capp, localizado em Unamar, na cidade de Cabo Frio, Rio de Janeiro. As atividades foram realizadas durante as aulas regulares de Biologia e conduzidas na sala de aula e no laboratório de Ciências. Desse modo, as atividades pedagógicas não foram registradas na Plataforma Brasil por acreditar serem incluídas no artigo 26, inciso sétimo da Resolução Nº 674 de 2022, publicada no Diário Oficial da União pelo Conselho Nacional de Saúde que integra o Ministério da Saúde, que dispensa a inclusão de pesquisa que “objetiva o aprofundamento teórico de situações que emergem espontânea e contingencialmente na prática profissional, desde que não revelem dados que possam identificar o indivíduo”.

Sequência de ensino investigativa

A SEI foi realizada em três aulas de 100 minutos cada, e contou com as seguintes etapas: (1) identificação das concepções dos estudantes; (2) atividade utilizando um simulador virtual; (3) atividade prática experimental, e (4) análise e discussão final. A coleta de dados foi conduzida a partir da observação direta dos estudantes e das informações registradas nas atividades investigativas.

A primeira etapa teve início com uma roda de conversa a fim de identificar as concepções dos estudantes acerca da importância da fotossíntese. Dessa forma, a professora-pesquisadora iniciou o diálogo com a seguinte pergunta: Como as plantas se

desenvolvem? A partir dessa pergunta disparadora, a professora-pesquisadora fomentou e direcionou a discussão para o processo de fotossíntese, suas etapas, fatores limitantes e os produtos resultantes dessa reação.

Na segunda etapa, os estudantes foram conduzidos à sala de informática e, organizados em grupos, foram incitados a utilizar o simulador de fotossíntese presente no site <https://sites.google.com/site/biologydarkow/home>. A professora-pesquisadora orientou os estudantes para o uso do simulador em condições padronizadas e, em seguida, solicitou aos grupos para fazer alterações na taxa de gás carbônico e na temperatura. Dessa forma, durante o uso do simulador, foram realizadas análises e discussões sobre como interferimos na temperatura e na taxa de gás carbônico atmosférico e como esses fatores influenciam no planeta. Os estudantes registraram no caderno os dados produzidos pelo simulador, incluindo a representação gráfica dos resultados obtidos. Ao final, os estudantes foram orientados a levantar hipóteses para a seguinte questão: “Como simular a influência do aquecimento global na fotossíntese?”, momento em foram orientados a pesquisar sobre experimentos baseados na confecção de estufas artesanais.

Na terceira aula, realizada no laboratório, os estudantes confeccionaram estufas com garrafas pet, onde colocaram sementes de feijão para germinar. Uma semana após a germinação, as estufas contendo as plântulas foram transferidas para uma área aberta próxima ao jardim da escola. Na semana seguinte, os estudantes realizaram um experimento a fim de simular o efeito do aumento da taxa de gás carbônico sobre a planta. Para isso, utilizando uma garrafa pet de menor tamanho, os estudantes prepararam a reação de bicarbonato de sódio com vinagre (ácido acético), promovendo a liberação de gás carbônico. Assim, uma mangueira foi acoplada na garrafa pet pequena e na garrafa contendo a estufa, a fim de transferir o gás carbônico para a estufa. O experimento foi acompanhado por mais uma semana. Outrossim, ao longo do experimento, os estudantes foram estimulados a fazer o registro escrito e fotográfico dos resultados observados.

Na última etapa da SEI, os estudantes apresentaram um seminário sobre a relação entre a fotossíntese e o efeito estufa, incluindo os resultados e as análises realizadas no simulador e no experimento.

REFERENCIAL TEÓRICO

A fotossíntese é um dos principais processos biológicos para a manutenção da vida no planeta, pois é por meio dela que os organismos autotróficos convertem energia luminosa em energia química, permitindo o fluxo de matéria orgânica e de energia nos

ecossistemas (Urry et al., 2022). No entanto, apesar da sua relevância, os conteúdos que envolvem o ensino de Botânica são os mais rejeitados pelos estudantes, uma vez que, na maioria das vezes, o processo de ensino e aprendizagem é pautado na memorização de conceitos, ciclos e nomenclaturas (Santos, 2019), em que o docente emprega uma abordagem didática restrita às informações presentes nos livros didáticos (Souza; Garcia, 2019). Como resultado, observa-se nos estudantes a “impercepção botânica”, termo cunhado por Ursi e Salatino (2022) em substituição à nomenclatura “cegueira botânica” (Wandersee; Schussler, 1999), de conotação capacitista, que aponta para a não percepção das plantas como seres vivos, mas apenas como elementos da paisagem (Ferreira, 2019).

Dentre os fatores que contribui para as dificuldades no processo de ensino e aprendizagem destaca-se a falta de contextualização dos conteúdos, o que contribui para o distanciamento do que é ensinado em sala de aula com a realidade dos estudantes. Dessa forma, tais conteúdos são utilizados apenas na realização das avaliações escolares, uma vez que não possuem qualquer aplicação no cotidiano dos discentes (Duré et al., 2018). Outrossim, a fragmentação do conteúdo contribui para fomentar a descontextualização do ensino. Uma evidência dessa fragmentação pode ser observada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o ensino médio, onde a fotossíntese e o efeito estufa são estudados em momentos distintos (Brasil, 2018), apesar de ambos os processos estarem relacionados ao ciclo do carbono. Para Sasseron (2015), cabe ao professor, por meio de sua mediação, criar condições para que os estudantes, de forma autônoma, estabeleçam as relações entre os conteúdos apreendidos.

Para Sasseron (2019), o ensino de Ciências e Biologia na educação básica deve buscar não apenas transmitir conhecimento, mas também incentivar o desenvolvimento de habilidades cognitivas, como a observação, a experimentação e o raciocínio lógico. Nesse contexto, o estudo da fotossíntese mostra-se como uma oportunidade para o desenvolvimento do pensamento científico nos estudantes e para a compreensão de questões ambientais, contribuindo para que os estudantes sejam capazes de opinar e de agir de forma consciente e sustentável (Silva; Moraes, 2011).

Sasseron (2008) aponta que a construção do conhecimento científico em sala de aula deve se desenvolver a partir de práticas pedagógicas que possibilitem o levantamento de hipóteses, a investigação e a elaboração de explicações. Com efeito, o ensino por investigação pode ser conduzido por meio de uma sequência didática, ou seja, um conjunto ordenado, articulado e estruturado de atividades, a fim de alcançar um propósito educacional (Zabala, 1998). Em uma sequência de ensino investigativa (SEI), a

investigação se concentra em torno de problemas, que deflagram situações em que ocorrem o planejamento para a investigação, a constituição de perguntas, a observação e a experimentação e a obtenção de dados (Sasseron, 2021).

A associação do ensino da fotossíntese com a importância do efeito estufa e o aquecimento global, possibilitará aos estudantes estabelecerem conexões mais concretas acerca desses processos e, principalmente, perceberem a relevância das atividades humanas no equilíbrio ambiental, contribuindo para a alfabetização científica dos discentes. Nessa perspectiva, Sasseron (2013, p. 45), aponta que “alfabetizar cientificamente os alunos significa oferecer condições para que possam tomar decisões conscientes sobre problemas de sua vida e da sociedade relacionados a conhecimentos científicos”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira etapa da SEI foi conduzida a partir de uma roda de conversa iniciada com a pergunta disparadora: Como as plantas se desenvolvem? Pode-se observar que os estudantes tiveram dificuldade em responder à questão de forma precisa e, muitos, com medo do erro, preferiram permanecer calados. No entanto, alguns estudantes opinaram dizendo “as plantas precisam de água e adubo”, “a planta pega gás carbônico e transforma em oxigênio”. Alguns estudantes até citaram a fotossíntese, outros informaram que já haviam escutado o termo, mas foi nítido que não tinham conhecimento sobre o processo. Segundo Solino e Sasseron (2018), o erro pode ser considerado uma situação de aprendizagem, pois oportuniza ao professor compreender o pensamento do aluno, possibilitando ao aluno condições para acertos.

Nesse momento, a professora-pesquisadora orientou os discentes para que, utilizando seus *smartphones*, realizassem uma pesquisa sobre: o que é fotossíntese? Como e onde ela ocorre? Possui etapas? Se sim, quais são essas etapas? De que forma é obtida a matéria-prima para realizar esse processo? Quais os produtos de cada etapa? De onde eles vem? Dessa forma, durante a roda de conversa, a professora-pesquisadora conduziu as discussões dos estudantes a partir da pesquisa realizada pelos estudantes, momento em que foi possível perceber que alguns não sabiam da realização da fotossíntese pelas algas, e muitos se surpreenderam ao saber que o oxigênio que respiram não é oriundo do CO₂, mas sim da molécula de água. Ao serem indagados sobre os fatores que influenciam a fotossíntese, alguns alunos responderam que o processo era influenciado pela água e pelo sol ou luz e poucos apontaram. Sem qualquer convicção, a influência do dióxido de

carbono e da temperatura: “Seria a temperatura?” “Seria o CO₂, professora?” Nesse contexto, a condução da roda de conversa pela professora-pesquisadora incentivou a investigação dos estudantes e fomentou o desenvolvimento de habilidades argumentativas, em que os estudantes são capazes de estabelecer conexões entre as afirmações e as evidências científicas (Scarpa; Sasseron; Batistoni e Silva, 2017).

Na segunda etapa da SEI, realizada no laboratório de informática, foi utilizado o simulador *Jon Darkow* para simulação da fotossíntese por meio da variação de todos os fatores que influenciam o processo, como quantidade e qualidade da luz, taxas de CO₂, temperatura, NADPH, ATP e glicose. Neste caso, apesar de a glicose ser apontada como produto final da fotossíntese, sabe-se que o gliceraldeído-3-fosfato produzida de no ciclo de Calvin é a molécula base para a produção de outros açúcares utilizados pelos vegetais (Nabors, 2012). Para a atividade foram determinadas três simulações por grupo - variações nas taxas de luz, CO₂ e temperatura - momento em que os estudantes se mostraram engajados com o uso do simulador e realizaram a atividade com autonomia. Com efeito, Teixeira, Henz e Guimarães (2017) apontam para a importância do uso de tecnologias no cotidiano escolar, estimulando novas formas de interação e contribuindo para a autonomia e reflexão do educando.

A terceira etapa, realizada no laboratório de Biologia, teve início com uma discussão a respeito dos conceitos de efeito estufa e aquecimento global. Em seguida, os grupos expuseram suas hipóteses para simular o aquecimento global. Os estudantes demonstraram dúvidas acerca dos conceitos supracitados, o que demandou maior esforço da professora-pesquisadora em motivar os estudantes durante a mediação da atividade, uma vez que muitos discentes temem errar ao compartilhar suas ideias. No entanto, mostraram-se participativos e entusiasmados em apresentar suas hipóteses, evidenciando envolvimento e interesse na temática central da SEI. Durante a discussão, um estudante revelou com satisfação que pesquisou sobre como produzir gás carbônico para simular o aumento do efeito estufa e apresentou a reação do bicarbonato com o vinagre, conforme a professora-pesquisadora já havia planejado previamente. Esse momento de diálogo e argumentação foi muito enriquecedor, evidenciando que as práticas típicas das ciências, são capazes de promover a participação ativa dos estudantes (Ferraz; Sasseron, 2017).

A confecção das estufas ocorreu de forma coletiva entre os estudantes, que preparam tudo, desde o corte das garrafas pet, os furos na base das garrafas, a colocação do barbante para a rega independente, a colocação da terra, o plantio das sementes de feijão e o fechamento das estufas artesanais. Ao final dessa etapas, todos mostravam-se

orgulhoso de estufas, que foram colocadas na parte externa da escola até a germinação das sementes (Figura 1). Na semana seguinte, entre as quatro estufas, a germinação foi observada em apenas duas estufas.

Figura 1 – Confeção das estufas pelos estudantes.



Fonte: As autoras, 2024.

Dois semanas após a montagem das estufas, aquelas contendo as mudas foram levadas ao laboratório para a continuação do experimento. É importante ressaltar que a partir desse momento os estudantes aproveitaram o intervalo ou o horário de saída das aulas. Dessa forma, como as plântulas só cresceram apenas em duas estufas, aquela contendo a maior muda foi selecionada para a receber o CO₂, enquanto a outra permaneceu como estufa controle. O experimento foi acompanhado por mais uma semana, período no qual o CO₂ foi adicionado duas vezes na estufa-teste (Figura 2).

Figura 2 – Adição de gás carbônico na estufa-teste e observação dos resultados.



Fonte: As autoras, 2024.

Ao final do experimento, os estudantes realizaram uma apresentação oral para alguns professores e outros funcionários da escola, relatando todo o procedimento e os resultados observados. Sendo assim, foi observado que a adição de CO₂ em uma das estufas fez com que as folhas da planta de feijão ficassem amareladas, o que mostra a perda de clorofila e, conseqüentemente, a redução no processo de fotossíntese. Esse fato também pode ser observado pelo tamanho das plantas, uma vez que a planta mantida na estufa controle apresentou um maior crescimento em relação àquela mantida na estufa que receber CO₂. Dessa forma, foram capazes de concluir, com base no experimento realizado, que a ação do homem influencia diretamente no processo fotossintético, provocando sérias conseqüências para a sociedade.

A fotossíntese, com sua base experimental sólida, permite a realização de atividades práticas, o que contribui para o desenvolvimento do pensamento científico e da capacidade investigativa, favorecendo a construção de conceitos, uma vez que, para muitos discentes, o trabalho prático facilita a compreensão dos conteúdos (Macedo; Ursi, 2016). O experimento desenvolvido pelos estudantes permitiram não apenas o entendimento e a visualização de um dos fatores limitantes da fotossíntese quanto o debate de questões ligadas às mudanças climáticas em âmbito global, contribuindo para a contextualização dos conteúdos, bem como para o estabelecimento de relações entre os conhecimentos prévios dos alunos e os recentemente adquiridos (Borges et al., 2019). Dessa forma, assim como ocorreu no presente estudo, é importante ressaltar que muitas práticas relacionadas ao ensino de Botânica podem ser preparadas com materiais de baixo custo e conduzidas na própria sala de aula ou em uma área comum do espaço escolar (Odorcick; Wirzbicki, 2018). Outrossim, as atividades práticas contribuem para aproximar os estudantes de plantas vivas, facilitando a compreensão de terminologias específicas e reduzindo a “impercepção botânica” (Rebouças; Ribeiro; Loiola, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino da fotossíntese na educação básica é de extrema importância para a formação integral dos alunos. Além de proporcionar uma compreensão sobre os ciclos naturais, tem o potencial de promover o desenvolvimento do pensamento científico e uma conscientização ambiental crítica, na medida em que o processo fotossintético contribui para mitigar o acúmulo de gases de efeito estufa, que, em excesso, intensificam o aquecimento global.

A SEI desenvolvida com estudantes do ensino médio alcançou seu objetivo principal ao envolver os estudantes em atividades investigativas, que fomentaram a autonomia e protagonismo estudantil a partir de diferentes estratégias pedagógicas. As atividades propostas promoveram o engajamento dos estudantes, aproximaram os discentes dos vegetais e contribuíram para o desenvolvimento do pensamento crítico e de novas habilidades de observação, análise e interpretação de dados, as quais são fundamentais na formação integral do estudante.

REFERÊNCIAS

BORGES, B. T.; VARGAS, J. D.; DE OLIVEIRA, P. J. B.; VESTENA, S. Aulas práticas como estratégias para o ensino de Botânica no ensino fundamental. **ForScience**, v. 7, n. 2, 2019.

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

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

DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D.; ABÍLIO, F. J. P. Ensino de Biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano? **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 259-272, 2018.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. **Revista Ensaio**, v. 19, e2658, 2017.

FERREIRA, A. S. **A importância da utilização de práticas no processo de ensino-aprendizagem de ciências naturais com ênfase na morfologia vegetal**. Trabalho de conclusão de curso de Licenciatura em Biologia – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MACEDO, M.; URSI, S. Botânica na Escola: uma proposta para o ensino de histologia vegetal. **Revista da SBEnBio**, v. 9, p. 2723-33, 2016.

MINAYO, M. C. S. Análise Qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 3, p. 621-626, 2012.

NABORS, M. W. **Introdução à Botânica**. São Paulo, Roca, 1 ed., 2012.

ODORCICK, R. G.; WIRZBICKI, S. M. O ensino de botânica nas abordagens dos livros didáticos de biologia e nas concepções dos professores. **Bio-grafia**, v. 11, n. 21, p. 67-80, 2018.

REBOUÇAS, N. C.; RIBEIRO, R. T. M.; LOIOLA, M. I. B.. Avaliação da aprendizagem sobre conceitos de morfologia vegetal em uma escola de ensino médio. **Revista Cocar**, v. 14, n. 30, p. 1-22, 2020.

SANTOS, A. C. N. M. **Desafios no Ensino de Botânica**: a visão dos professores e as possibilidades de exploração através da filogenia. Trabalho de conclusão (Mestrado em Ensino de Biologia em Rede Nacional) – Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2019.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 40-61.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. esp., p. 49–67, 2015.

SASSERON, L. H. Sobre ensinar ciências, investigação e nosso papel na sociedade. **Ciências. Educação**, v. 25, n. 3, p. 563-567, 2019.

SASSERON, L. H. Práticas Constituintes de Investigação Planejada por Estudantes em Aula de Ciências: Análise de uma situação. **Revista Ensaio**, v. 23, p. 1-18. Belo Horizonte, 2021.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; BATISTONI E SILVA, M. O ensino por investigação e a argumentação em aulas de Ciências Naturais. **Tópicos Educacionais**, v. 23, n. 1, p. 7-27, 2017.

SOLINO, A. P.; SASSERON, L. H. Investigando a significação de problemas em sequências de ensino investigativa. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, p. 104-129, 2018.

SOUZA, C. L. P.; GARCIA, R. N. Uma análise do conteúdo de Botânica sob o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v. 25, n. 1, p. 111-130, 2019.

TEIXEIRA, L. C.; HENZ, G. L.; GUIMARÃES, A. A. O ambiente virtual de aprendizagem auxiliando no ensino de genética na educação básica. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, v. 9, n. 19, p. 590-606, 2017.

URRY, L. A. et al. **Biologia de Campbell**. 12.ed. Porto Alegre: Artmed, 2022 E-pub.

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.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Towards a theory of plant blindness. **Plant Science Bulletin**, v. 47, n. 1, p. 2-9, 2001.

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