

ESTUDO DAS CLOROFILAS DAS PLANTAS JIBÓIAS: UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA

Arnaldo Ferreira Marques¹, Tatiana Aparecida Rosa da Silva².

¹ Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), ar.naldo.fm77@gmail.com

² Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), tatiana.silva@ifg.edu.br

INTRODUÇÃO

Pesquisas realizadas nas últimas décadas em diferentes contextos educacionais têm investigado abordagens de ensino e aprendizagem experimentais, estabelecendo uma base sólida e confiável para a compreensão de sua eficácia. Esses estudos analisam, por exemplo, o impacto dessas abordagens no desempenho dos alunos, na motivação para a aprendizagem e na construção do conhecimento, apresentando resultados consistentes na maioria das investigações realizadas (Paiva e Lourenço, 2017).

A fotossíntese, que significa “síntese com o uso da luz”, é um processo biológico essencial, sendo o único conhecido que converte a energia luminosa em energia química (Schubert, 2021). As clorofilas, os pigmentos naturais predominantes nas plantas, estão localizadas nos cloroplastos das folhas e em outros tecidos vegetais (Streit, 2005). As clorofilas junto com os carotenoides (carotenos e xantofilas) e as ficobilinas, desempenham um papel crucial no processo de fotossíntese (CETESB, 2024). A clorofila-a (Chl a) é o principal pigmento, seguida pela clorofila-b (Chl b), com uma proporção de cerca de 3:1. A clorofila desempenha um papel fundamental nesse processo, pois é responsável pela absorção e transformação da energia luminosa em energia química (Schubert, 2021).

O estudo da fotossíntese requer conhecimentos de diversas áreas, possibilitando uma abordagem criativa. A compreensão desse processo está fundamentada em princípios da Física e da Química, essenciais para sua interpretação (Neumann, 2013). Elaborar uma abordagem de ensino experimental utilizando as espécies de Jiboias torna-se interessante pois existem diversas variações de *Epipremnum pinnatum*, que visivelmente tem colorações distintas. Originária das Ilhas Salomão, esta trepadeira da família Araceae, também referida como Era-do-diabo, pode atingir até 10 metros de comprimento (Rola, 2023). Contudo, é crucial observar que suas folhas contêm oxalato de cálcio, um composto associado a plantas tóxicas (Rola, 2023). Por tanto, as escolhidas para estudo das clorofilas são: *Epipremnum pinnatum* Neon e *Epipremnum pinnatum* branco.

Para elaborar uma abordagem de ensino com a temática dos estudos da clorofila e consequentemente a variação de coloração das jiboias, deve-se incentivar os professores a pensar sobre como e o que ensinar, levando em consideração que cada uma de suas ações revela dois aspectos importantes: um aspecto funcional, que é claro para o próprio professor, e um aspecto de impacto, que é perceptível para seus alunos (Paiva e Lourenço, 2017). O professor deve explorar

diversas estratégias para ensinar o conteúdo, sendo a experimentação uma das abordagens mais eficazes para a fixação do conhecimento (Neumann, 2013), portanto há necessidade de realizar a prática em laboratório para obter resultados afins de estudá-los e aplica-los na abordagem.

Aprender sobre as extrações de clorofilas e pigmentos por meio aulas práticas experimentais podem ser mais interessantes quando se utiliza o Ensino Investigativo. O processo de ensino-aprendizagem pelo método de investigação apresenta-se relevante no ponto de vista pedagógico, por contribuir para a aprendizagem de procedimentos e habilidades, além de conceitos (Azevedo, 2004, apud Cavalcante, Lemos e Tavares, 2018).

Esses estudos sobre pigmentos captam de forma bastante positiva a atenção dos estudantes, desempenhando um papel importante no aprendizado de conceitos fundamentais de química (Okumura, Soares, e Cavalleiro, 2002). Nesse contexto, o ensino baseado na investigação tem se tornado cada vez mais presente nas escolas, com o objetivo de promover a pesquisa e a experimentação como formas de interação em aula. No entanto, uma abordagem educacional que se intitule investigativa deve ser cuidadosamente planejada e estruturada, criando situações que estimulem os estudantes a refletir de forma crítica e racional sobre fenômenos, problemas ou circunstâncias (Cavalcante, Lemos e Tavares, 2018)

A experimentação investigativa é uma estratégia para introduzir conteúdos de química de forma mais envolvente, utilizando situações simples, permite discutir conceitos prévios e estimular questionamentos, promovendo uma aprendizagem significativa, onde o aluno faz inferências e busca soluções para problemas propostos, construindo seu conhecimento (Oliveira e Soares, 2010). No processo de investigação pode-se levantar algumas hipóteses relacionadas a composição das plantas empregadas na pesquisa, utilização na área da saúde e conceitos biológicos.

Este trabalho tem como objetivo elaborar e aplicar uma abordagem de ensino investigativa com a temática de estudos das clorofilas utilizando a cromatografia planar da Jiboia Neon (*Epipremnum pinnatum neon*) e Jiboia branco (*Epipremnum pinnatum branco*).

METODOLOGIA

A pesquisa realizada foi qualitativa e exploratória, com caráter descritivo. A abordagem qualitativa foi escolhida com o intuito de permitir ao pesquisador uma análise mais aprofundada dos fenômenos observados, focando nas ações de indivíduos, grupos ou organizações dentro de seus contextos sociais (Cavalcante *et al.*, 2018).

As folhas do *Epipremnum pinatum Branco* (Jiboia Branca) 1e *Epipremnum pinatum Neon* (Jiboia Neon) foram coletadas no município de Itumbiara, lavadas e higienizadas. Em seguidas foram maceradas com almofariz e pistilo adicionando 10 mL de acetona 80% para produzir o extrato.

Também foi realizada previamente a cromatografia planar em papel e giz, em meio aquoso, seguindo o procedimento: para cada uma das amostras, o extrato foi adicionado em um béquer de 50 mL. Em seguida, um recorte de papel de filtro e um giz foram posicionados dentro do béquer. Determinou-se um tempo de espera de aproximadamente 15 a 20 minutos para a realização da cromatografia. Foi utilizada luz ultravioleta com o objetivo de visualizar o espectro de luz absorvida pelas espécies de jiboias

Após a obtenção dos resultados das análises propostas, foi elaborada uma abordagem de ensino para aplicação no ensino médio, nas aulas de Química da turma de 1º ano do curso do ensino médio integrado em química do Instituto Federal de Goiás – campus Itumbiara.

Foi elaborado um roteiro investigativo, considerado fundamental para a construção de conceitos e para proporcionar aos alunos a oportunidade de se envolverem ativamente em seu próprio aprendizado (Wilsek; Tosin, 2012). Nesse contexto, foi sugerida e planejada a abordagem de ensino. Este foi pensando em instigar aos alunos diferentes questões sobre as etapas para serem incentivados a pesquisar diferentes métodos de extração até identificarem a maceração como técnica viável. Além disso, foi pensado no roteiro um momento de discussão que foi promovido para que analisarem e escolherem o solvente mais adequado para a atividade, debatendo se, no contexto da aula, o solvente necessário deve ser polar ou apolar.

Outro aspecto relevante do roteiro foi induzir os alunos a determinarem os pigmentos encontrados na análise cromatográfica por meio de revisão bibliográfica, videoaulas sobre a temática e discussões em grupo, permitindo que identificassem o espectro de luz absorvido pelos pigmentos presentes nas amostras.

Foi elaborado um questionário de conhecimentos prévios, por meio do *Google Forms*, que foi aplicado no início da aula com as seguintes perguntas: Você sabe o porquê as plantas têm cores diferentes? As cores das plantas são constituídas por diversos pigmentos, selecione as que você conhece. As folhas são responsáveis pela fotossíntese, explique o que você entende sobre. As plantas possuem uma molécula que absorve a luz, qual é ela?

Além disso, outro questionário foi desenvolvido para ser aplicado ao final da abordagem de ensino, com o intuito de analisar a aprendizagem dos alunos com base nas explicações teóricas e na prática realizada. Esse questionário também contou com questões para que os estudantes avaliassem a qualidade da aula, o roteiro, as observações das colorações e pigmentos, e a função da clorofila.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neumann (2013) aborda um ponto muito importante sobre planejar e elaborar aulas e projetos de intervenção, o que é fundamental que o professor verifique previamente o funcionamento dos equipamentos, evitando possíveis problemas que possam interferir no andamento da aula. Pensando assim o desenvolvimento dessa elaboração e aplicação da abordagem de ensino ocorreu em diversas etapas, que são discutidas separadamente. Essas etapas incluem o planejamento e a análise dos extratos, a elaboração do roteiro investigativo e a aplicação da abordagem de ensino.

Na análise cromatográfica prévia realizada no giz e no papel filtro as amostras ficaram um pouco imperceptíveis quanto à separação dos pigmentos a olho nu, então foi incluída a radiação ultravioleta com a luz negra e os resultados foram surpreendentes. A fluorescência é um fenômeno óptico que ocorre quando uma molécula recebe energia luminosa (fótons). Nesse processo, os fótons absorvidos aumentam a energia dos elétrons da molécula, levando-os a estados excitados e menos estáveis dentro de sua estrutura eletrônica, refletindo então o espectro de luz absorvido (Falco, 2012). A fluorescência da clorofila-a acontece quando um tecido ou organismo fotossintetizante é exposto à luz com comprimento de onda em torno de 680 nm, o que excita suas moléculas. Ao retornarem ao estado fundamental, essas moléculas liberam energia na forma de luz vermelha dentro do espectro eletromagnético (Da Silva *et al.*, 2024).

Na aula, estavam presentes 14 alunos, todos eles responderam ao questionário prévio, a primeira pergunta investigava o motivo pelo qual as plantas apresentam colorações diferentes. As respostas dadas apresentaram fatores como influência genética, presença de clorofila, condições do solo e incidência de luz solar. No entanto, um aspecto relevante identificado foi que 50% dos alunos afirmaram não saber a resposta para essa questão.

Sobre a pergunta "As cores das plantas são constituídas por diversos pigmentos. Selecione aqueles que você conhece.", todos os alunos identificaram corretamente a clorofila como um dos pigmentos responsáveis pela coloração das plantas, além disso, cinco alunos marcaram outras opções, incluindo os carotenoides e as xantofilas. A clorofila se encontra nos cloroplastos das plantas como uma organela fundamental para a fotossíntese que tem como acessórios os carotenoides (Streit, 2005).

Quando questionados sobre o que entendiam sobre a fotossíntese, foram obtidas diversas respostas como "fotossíntese é a forma das plantas obterem energia" outras curtas, porém objetivas e certas "a fotossíntese converte energia luminosa em energia química". Segundo Moreira (2013) os organismos fotoautotróficos aproveitam a energia da luz para sintetizar substâncias orgânicas, como a glicose, utilizando o dióxido de carbono como fonte de carbono e a água para fornecer os elétrons e o hidrogênio necessários. De forma geral os alunos compreendem que é um processo de absorção de luz solar (energia luminosa) e produção de energia para a planta. Porém devido a

acunas conceituais foi necessário complementar explicações sobre a absorção de luz e sua conversão em energia química.

O roteiro investigativo foi elaborado após a conclusão dos testes de cromatografia e espectroscopia nas jiboias branca e neon. Projetado para ser aplicado em duas aulas, o roteiro é detalhado e inicia com uma introdução sobre as clorofilas, com ênfase na clorofila-a, além de abordar os métodos de identificação de pigmentos. De forma clara, o instrumento estabelece como principal objetivo da aula a compreensão dos pigmentos presentes nas espécies de *Epipremnum pinnatum* de colorações distintas, por meio de técnicas de cromatografia planar. Para isso, os alunos são incentivados a investigar métodos de extração, solventes ideais e propriedades ópticas dos pigmentos.

Dando sequência à atividade, distribuiu os materiais necessários para os experimentos e solicitou que os alunos realizassem uma leitura dinâmica do roteiro. A partir desse momento, os alunos avançaram para as reflexões das fases investigativas do roteiro. O primeiro tópico gerou discussões acaloradas entre os grupos sobre o método ideal de extração dos pigmentos. Alguns estudantes defenderam a maceração manual como a mais eficiente, enquanto outros argumentaram a favor da maceração com almofariz. Após a troca de ideias e justificativas, chegou-se ao consenso de que a maceração com almofariz era a técnica mais apropriada.

O próximo debate girou em torno do solvente ideal para a extração. Muitos alunos sugeriram a mistura de solventes, enquanto um grupo optou pelo etanol. Um único estudante questionou sobre o uso da água, mas logo foi discutido que suas propriedades dificultariam a extração eficiente dos pigmentos. Por fim, definiu-se que alguns grupos utilizariam etanol e outros, acetona.

O último ponto investigativo do roteiro questionava sobre os pigmentos esperados na cromatografia das espécies de jiboias. À medida que as discussões avançavam, os alunos começaram a recordar conceitos já estudados e, ao final, conseguiram identificar a clorofila como o principal pigmento envolvido.

Para os procedimentos experimentais foram pesadas 5,0 gramas para maceração com o almofariz, dando início ao processo de extração. Cada grupo ficou responsável por utilizar um dos solventes previamente definidos na investigação: acetona ou álcool 80%. Após a maceração, os alunos transferiram o extrato para tubos de ensaio e aguardaram 10 minutos.

Após o tempo de espera, os alunos iniciaram o processo de filtração, que ocorreu sem dificuldades, pois já estavam familiarizados com essa prática. A etapa seguinte, no entanto, exigiu mais suporte individualizado para auxiliar no procedimento de imersão do giz no extrato e na sua posterior adição ao béquer com solvente para a realização da cromatografia. Já na cromatografia com papel filtro, os alunos demonstraram maior autonomia, pois haviam realizado uma prática semelhante anteriormente. Eles recortaram o papel em uma faixa retangular e o posicionaram sobre

o extrato. Durante esse momento, todos os alunos acompanharam atentamente seus resultados, demonstrando grande interesse pela atividade.

É importante destacar que, na cromatografia, a fase móvel foi limitada até a metade do papel e do giz, na tentativa de controlar os resultados, delimitado uma margem. Assim que o solvente atingia essa marca, o processo era interrompido, e os alunos deixavam os materiais secando para, em seguida, iniciarem suas análises e comparações. Para auxiliar nessa etapa, fixou-se no quadro, com o uso de fita adesiva, uma obra impressa, como a de Moreira (2014), que descreve as cores emitidas pelos pigmentos nas bandas cromatográficas. De acordo com essa referência, os carotenoides apresentam colorações que variam entre vermelho, laranja e amarelo, enquanto as clorofilas podem emitir tons azul-esverdeado, amarelo-esverdeado e até mesmo amarelo.

Na finalização das práticas experimentais (Figura 1), foi apresentado aos alunos a luz negra, explicando seu conceito e sua capacidade de revelar pigmentos com base na absorção da radiação solar. Como havia apenas uma lâmpada disponível, os alunos se revezaram nos testes finais e ficaram impressionados ao observar a coloração vermelha nos extratos contidos nos béqueres, no papel filtro e no giz.

Figura 02: Etapas do desenvolvimento da investigação experimental.



Fonte: Autor, 2025.

O questionário avaliativo buscou verificar o conhecimento adquirido e a percepção dos alunos sobre a aula ministrada. Nas primeiras três questões a grande maioria respondeu que atividade despertou o interesse pelo estudo dos pigmentos vegetais, e o desenvolvimento da atividade mostrou que os alunos conseguiram compreender o objetivo da aula experimental. Todos os alunos avaliaram que o roteiro apresentou clareza e uma sequência de fácil entendimento.

Sobre a atividade que consideraram mais interessante, as respostas ficaram divididas entre a maceração e a visualização da fluorescência. A maceração etapa mencionada pelos alunos é um dos processos mais importantes para realização do experimento. Streit (2005) afirma que nesse processo as ligações entre as moléculas de clorofila são fracas e se quebram facilmente durante a maceração do tecido vegetal em solventes orgânicos e a escolha do solvente ideal deve ser estreitamente ligada a polaridade da substância, fator crucial para a seleção do solvente.

Com relação a diferença de coloração entre as duas espécies de jiboias estudadas e sobre quais pigmentos haviam sido identificados na cromatografia, foi possível perceber uma grande confusão entre pigmentos e cores, pois 50% dos alunos responderam mencionando apenas as cores separadas no experimento, sem associá-las aos respectivos pigmentos. Apenas três alunos responderam corretamente, mencionando a presença de clorofila e xantofila.

Quanto a função da clorofila nas plantas 62,5% dos alunos compreenderam corretamente sua ação na captação de luz para garantir a fotossíntese. Porém, com base no questionário sobre conhecimentos prévios e no questionário pós-abordagem experimental, foi perceptível a aprendizagem adquirida pela turma em relação aos pigmentos constituintes das plantas, métodos de identificação, espectro e absorção de luz.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho evidenciou a importância de abordagens metodológicas práticas e investigativas no ensino de Química, particularmente no estudo dos pigmentos vegetais e dos processos biológicos que envolvem a fotossíntese. A aplicação da abordagem experimental, utilizando técnicas simples de cromatografia planar, permitiu que os alunos, de forma ativa e reflexiva, compreendessem os conceitos-chave relacionados à fotossíntese e à química dos pigmentos.

O envolvimento dos alunos foi notável desde a fase investigativa, onde discutiram ativamente sobre os métodos de extração de pigmentos e solventes, até a realização dos experimentos. A interação constante e o entusiasmo demonstrados durante a execução das práticas no laboratório, como a cromatografia e a observação dos pigmentos sob luz negra, confirmaram o potencial dessas metodologias em promover o aprendizado de forma significativa e envolvente.

Em resumo, este estudo não só contribuiu para a formação dos alunos no campo da Química, mas também proporcionou um ambiente de aprendizado dinâmico e colaborativo, destacando a importância do ensino investigativo e experimental como uma ferramenta essencial para o desenvolvimento do pensamento científico e da formação crítica dos estudantes. O sucesso da atividade reforça a necessidade de se investir em práticas pedagógicas que integrem teoria e prática, criando experiências de aprendizagem que são, ao mesmo tempo, desafiadoras e motivadoras.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara, pelo infraestrutura e apoio institucional e ao Programa de Educação Tutorial PET Química do IFG pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAVALCANTE, Valmir Rocha; LEMOS, Alba Oliveira; TAVARES, Carla Valéria Ferreira. **Extração de pigmento vegetal através da cromatografia em papel numa perspectiva investigativa.** In: Anais do Congresso Nacional de Educação – CONEDU 2018. Campina Grande: Editora Realize, 2018. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABA-LHO_EV117_MD1_SA16_ID8441_31082018102931.pdf. Acesso em: 06 de setembro de 2024.
- CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Norma Técnica L5.306: Determinação de pigmentos fotossintetizantes: clorofila A, B e C e feofitina A – Método de ensaio.** São Paulo: CETESB, 2024. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2024/09/Norma-Tecnica-Cetesb-L5.306-Determinacao-de-pigmentos-fotossintetizantes-clorofila-A-B-e-C-e-feofitina-A-Metodo-de-ensaio.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2025.
- DA SILVA, A. et al. Inibidores Do Fotossistema Ii: Uma Perspectiva Aleloquímica. **Química Nova**, v. 47, nº. 2, 2024.
- FALCO, William Ferreira. **Aplicação Da Fluorescência Da Clorofila a Induzida Por Luz Laser No Processo De Caracterização Da Interação Nanopartícula-Planta.** Universidade Federal Da Grande Dourados. Dourados-MS, 2012.
- MOREIRA, Catarina. Pigmentos fotossintéticos. **Rev. Ciência Elementar**, v. 2, nº 03, 2014.
- NEUMANN, Renate. **O Estudo Da Fotossínte Mais Próximo Da Realidade Dos Alunos.** Produção Didático-Pedagógica (PDE – Programa de Desenvolvimento Educacional) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Paraná, 2013. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernos/pde-busca/producoes_pde/2013/2013_unicentro_bio_pdp_renate_neumann_braun.pdf. Acesso em: 26 jan. 2025.
- OKUMURA, Fabiano; SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa; CAVALHEIRO, Éder Tadeu Gomes. **Identificação De Pigmentos Naturais De Espécies Vegetais Utilizando-Se Cromatografia Em Papel.** Quim. Nova, Vol. 25, No. 4, 680-683, 2002.
- PAIVA, Maria Olímpia Almeida de; LOURENÇO, Abílio Afonso. **Abordagens ao ensino: implicações no processo de aprendizagem dos alunos.** Estudos e Pesquisas em Psicologia. Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 1022-1041, 2017.
- ROLA, M. G. et al. **A Toxicidade Da Planta Jiboia-Verde.** Faculdade Anhanguera de Basília, 2023.
- SCHUBERT, Sérgio Pamplonati. **Determinação Da Concentração De Clorofila: Projeto Eletrônico E Validação De Modelo Matemático Aplicado A Pimenta Capsicum Chinense.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Eletrônica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/26705/1/clorofilaprojetoeletronicomatematico.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2025.
- STREIT, N. M. et al. **As Clorofilas.** Universidade Federal de Santa Maria, Ciência Rural, Rio Grande do Sul v.35, n.3, p.748-755, Junho, 2005.
- WILSEK, Marilei Aparecida Gionedis; TOSIN, João Angelo Pucci. Ensinar e Aprender Ciências no ensino fundamental como atividades investigativas através de resolução de problemas. **Estado do Paraná**, v.3, n.5, 2012. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1686-8.pdf>. Acesso em 06 de setembro de 2024.