

Biomoléculas Vegetais: Associando Estrutura Química, Evidências Experimentais e Função Biológica para Compreensão do Metabolismo Secundário das Plantas

Plant Biomolecules: The Link Among Chemical Structure, Experimental Evidence, and Biological Function to Understand Plant Secondary Metabolism

Naiara do Nascimento Santiago Zanetti,^{a,b,*} Daniela Luciana Pereira Antônio,^a Rafael Pinto Vieira^{a,b,*}

^a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Bioquímica e Imunologia, CEP 31270-901, Belo Horizonte-MG, Brasil

^b Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), CEP 31270-901, Belo Horizonte-MG, Brasil

*E-mail: naiarazanetti@gmail.com; vieirarp@icb.ufmg.br

Submissão: 17 de Dezembro de 2025 – Aceite: 16 de Junho de 2026 – Publicado online: 8 de Julho de 2026

Editor Responsável: Marcela Cristina de Moraes

Biology and chemistry share many interconnected topics that could be studied together to enhance the understanding of processes. Considering an intuitive approach and establishing connections between classroom content and students' daily experiences generate interest and motivation in the teaching-learning process, especially when dealing with micro- or submicroscopic concepts that require a high degree of abstraction and the mobilization of different concepts. With this in mind, an Investigative Didactic Sequence on plant secondary metabolites was developed with the aim of fostering the perception of biochemistry applied to plant metabolic processes in a contextualized manner. Through an investigative approach, it enables the understanding of biomolecule properties and the association of chemical structure, experimental evidence, and biological function, thereby bringing scientific knowledge closer to the daily lives of high school students. During the experimental class, students performed experiments that demonstrated the presence of saponins, essential oils, and alkaloids, and they associated the properties of these biomolecules with their biological functions. The students were able to formulate hypotheses and establish the necessary connections to achieve the proposed objectives, highlighting the importance of group work, discussion among peers, and investigative protagonism for the consolidation of diverse knowledge.

Keywords: Plant biomolecules; experimental evidence; biological functions; investigative practices.

1. Introdução

Qual a relação entre um chá da tarde e uma molécula derivada de terpenoides armazenada em um tricoma glandular? Para responder a essa pergunta, mobilizamos conhecimentos e conceitos derivados da biologia e da química, independentemente, mas que se relacionam na experiência e vivência de forma indissociáveis. Segundo Souza *et al.*,¹ a biologia e a química são complementares no que se refere aos conceitos, pois possuem muitos conteúdos que se relacionam e poderiam ser estudados juntos, favorecendo a compreensão do processo como um todo. Um exemplo é a bioquímica, um eixo temático no currículo do ensino médio que aborda conteúdos da química aplicados à biologia.

A concepção do micro e do submicroscópico, e quais os seus impactos no macroscópico, ainda são grandes desafios no ensino de muitos conteúdos trabalhados na biologia, uma vez que exigem elevado grau de abstração e a mobilização

de conceitos que se inter-relacionam, a fim de conferir significação conceitual durante o processo de aprendizagem.²

Ao integrar a intuição e a percepção sensorial, o processo de aprendizagem torna-se mais significativo e eficaz, favorecendo uma compreensão mais consistente e aprofundada do conhecimento. A base do método intuitivo é a “lição de coisas”, que consiste na oferta de experiências pautadas em dados sensíveis à observação, possibilitando uma trajetória de construção do entendimento e formação do conhecimento que vai do concreto experienciado ao racional que permite alcançar os conceitos abstratos, essenciais para a aprendizagem dos processos bioquímicos.³

O estabelecimento de conexões entre os temas trabalhados e o cotidiano dos alunos, promovendo debates e explorando a experiência dos discentes, gera interesse e motivação para o processo de aprendizagem. Nesse sentido, a biologia é privilegiada, oferecendo muitas oportunidades para uma abordagem mais próxima à vivência de cada um.⁴

Nesse contexto, estudar o metabolismo das plantas permite compreender o seu papel significativo, e podemos dizer que até mesmo condicional, para o surgimento de diversas outras formas de vida no nosso planeta.⁵ A incapacidade de locomoção das plantas, por exemplo, foi um fator decisivo no seu desenvolvimento e evolução, uma vez que essa condição favoreceu o surgimento de vias metabólicas que possibilitaram o desenvolvimento flexível sem o comprometimento das células e processos fisiológicos primários.⁶

Por meio do metabolismo primário e secundário, as plantas produzem grande diversidade de produtos químicos. Os metabólitos primários são aqueles que todas as plantas produzem e que fazem parte dos seus processos básicos de crescimento e desenvolvimento, como polissacarídeos, proteínas e ácidos graxos. Por sua vez, os metabólitos secundários (ou especializados), ao contrário dos primários, são altamente específicos e têm importante papel na adaptação das plantas aos diferentes ambientes, aumentando suas chances de sobrevivência.⁷ As plantas, assim como praticamente todos os seres vivos, precisam se defender de potenciais predadores, como insetos e fungos, ou até mesmo de outras plantas. Essa defesa, na maioria das vezes, tem natureza química e envolve as substâncias produzidas por meio do seu metabolismo secundário (como terpenos, substâncias fenólicas e substâncias nitrogenadas), subsequentemente armazenadas em suas folhas, caules, raízes, flores, frutos ou sementes.⁸

Considerando o ensino de bioquímica, a importância de conectar as diferentes dimensões do conhecimento de química (do submicroscópico ao macroscópico) e a possibilidade de utilizar o metabolismo de plantas como

ferramenta para esse processo, a atividade desenvolvida e discutida no presente trabalho teve como objetivo favorecer a percepção da bioquímica aplicada aos processos metabólicos vegetais de forma contextualizada. Esse processo possibilita a compreensão das propriedades das biomoléculas vegetais e a associação da sua estrutura química à sua função biológica por meio de evidências experimentais em um contexto investigativo, aproximando o conhecimento científico ao cotidiano dos estudantes do ensino médio.

2. Experimental

O presente trabalho consistiu no desenvolvimento de uma Sequência Didática Investigativa (SDI), alinhada à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) por meio do desenvolvimento das competências específicas 2 e 3 e habilidades EM13CNT205, EM13CNT301 e EM13CNT304. O projeto que deu origem à SDI foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), conforme o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) 70146323.0.0000.5149 e parecer, sob o número 6.184.583.

A proposta didática de ensino por investigação foi conduzida junto a 11 (onze) estudantes da segunda série do ensino médio tempo integral profissionalizante - técnico em química, da Escola Estadual Professor Clóvis Salgado, em Belo Horizonte, Minas Gerais. A SDI desenvolvida foi estruturada em seis aulas, conforme o Quadro 1.

A SDI foi planejada para desenvolver o pensamento crítico investigativo e a prática investigativa, mediante

Quadro 1. Descrição das atividades e objetivos de cada aula da Sequência Didática Investigativa aplicada

Aula	Atividade	Objetivo
01	Diagnóstico inicial.	Verificação dos conhecimentos prévios dos alunos.
02	“Se é natural, não faz mal?”: abordagem etnobotânica e análise de manchetes de notícias.	Contextualização do tema e apresentação da pergunta norteadora “Se é natural, não faz mal?”. As manchetes de notícias retiradas de sites de acesso comum devem instigar os alunos a pensarem, em níveis micro e submicroscópico, em diferentes substâncias produzidas pelas plantas.
03	“Quem vê planta, não vê ação”: atividades metabólicas das plantas.	Percepção das plantas como seres vivos ativos e com intensa ação metabólica por meio de vídeos e animações. Levantamento de hipóteses para a pergunta norteadora “As plantas são seres vivos ativos metabolicamente?”.
04	“Se é natural, não faz mal?”: percepção das evidências.	Formulação de hipóteses a partir das experimentações (os experimentos elucidam evidências que são registradas pelos alunos e analisadas para a formulação de hipóteses sobre os metabólitos secundários produzidos pelas plantas).
05	“Que substância é essa?”: conclusões a partir de evidências e comprovação de hipóteses.	Os alunos cruzam informações, ou seja, analisam os dados e evidências experimentais e técnico-científicas para identificação das substâncias e suas ações, estabelecendo conexões.
06	Diagnóstico final.	Verificar os conhecimentos após as aulas da Sequência Didática Investigativa.

sondagem de conhecimentos prévios e verificação da aprendizagem na última aula.

O presente trabalho abordará as aulas 4 e 5, quando os estudantes realizaram os experimentos investigativos e analisaram os resultados para estabelecer associação entre a estrutura química das biomoléculas, as evidências experimentais e suas funções biológicas. Maiores detalhes sobre as demais aulas podem ser encontrados no Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) que deu origem à presente discussão.⁹

2.1. Aula experimental: prática investigativa

Nesta aula, os alunos foram divididos em grupos para realização de experimentos com plantas que produzem diferentes metabólitos secundários. Os procedimentos para a evidênciação dos metabólitos através da experimentação foram apresentados a cada grupo, porém nenhum resultado esperado foi informado. Foram feitos experimentos para evidênciação de saponinas, alcaloides e óleos essenciais.

Para a realização da aula experimental, foram propostos cinco experimentos investigativos, utilizando-se duas plantas exóticas, *Panax ginseng* (ginseng) e *Mentha spp* (hortelã), e uma amostra de produto (água tônica) que contém a biomolécula presente na *Cinchona calisaya* (quina), contemplando assim os três tipos de biomoléculas (saponinas, óleos essenciais e alcaloides), por meio dos quais os estudantes puderam observar evidências e coletar dados para a formulação das hipóteses sobre as biomoléculas presentes nas plantas.

Alguns experimentos propostos foram adaptados do material *Ensinando sobre plantas medicinais na escola*, produzido pelo Centro Especializado em Plantas Aromáticas, Medicinais e Tóxicas da UFMG - CEPLAMT-UFMG, uma importante referência da área e que se dedica a estudos de recuperação e divulgação de informações históricas e técnico-científicas sobre as plantas, especialmente as plantas medicinais.¹⁰

Todos os experimentos realizados para evidênciação das biomoléculas contempladas na SDI, e outros propostos

para evidênciação de taninos e mucilagens, se encontram no Manual de Atividades Experimentais, um dos produtos finais do projeto de pesquisa realizado, publicado e disponibilizado gratuitamente através do QRCode da Figura 1.

Para evidenciar a presença de saponinas nas amostras, foram realizados os testes de detergente e de espuma. Para evidenciar a presença dos óleos essenciais, foram realizados os testes de extração e sensorial. E, por fim, para discutir a presença de alcaloides nas amostras trabalhadas, foi feito o teste de fluorescência.

Os alunos fizeram os experimentos e, a partir das evidências observadas nos resultados, responderam às seguintes perguntas:

1. O que aconteceu ou o que você observou?
2. Quais dados você obteve com este experimento?
3. Quais evidências você observou/obteve nesse experimento?
4. Que tipo de substância está presente na planta analisada? Quais as características desta substância? Formule sua(s) hipótese(s).

As respostas foram registradas em um relatório próprio e entregue ao professor, para preparar a apresentação aos alunos de forma comparativa na aula seguinte, juntamente com outras evidências técnico-científicas, quando foram feitos o compartilhamento das informações e a discussão coletiva.

2.2. Aula para análise e comprovação das hipóteses

A partir das respostas dos alunos aos questionamentos sobre os experimentos realizados na aula anterior, preparou-se uma projeção de slides com os resultados obtidos em cada experimento (observações, dados e evidências) e as hipóteses formuladas para a pergunta problema “*Quais são as características da substância presente na planta analisada?*”, com o intuito de promoção de debate junto aos alunos, consequentemente discutindo hipóteses. Após a discussão dos dados e evidências experimentais, foram apresentadas novas evidências técnico-científicas de cada



Figura 1. QRCode e ficha catalográfica do Manual de Atividades Experimentais. Fonte: figura elaborada pelos autores e adaptada de pluS do Brasil (Dimensões) [[Link](#)]

tipo de metabólito analisado, de forma que estas evidências possibilitassem aos alunos refutar ou comprovar as hipóteses formuladas por eles.

Para a conclusão sobre as características de cada tipo de metabólito experimentado e a identificação das biomoléculas presentes em cada planta, os alunos foram estimulados a relacionar as informações científicas (evidências e dados técnico-científicos) apresentadas com as evidências e dados coletados por meio dos experimentos realizados na aula anterior.

3. Resultados e Discussão

Os registros feitos pelos estudantes a partir dos experimentos executados foram analisados e forneceram informações relevantes, demonstrando a existência de habilidades e percepções desenvolvidas, principalmente no estabelecimento de relações entre as evidências e as características das biomoléculas, possibilitando a formulação das hipóteses. A realização da aula experimental em grupo foi importante para promover a discussão entre os alunos, o que traz riqueza de argumentação e aprimora a cultura na construção do conhecimento.⁴ Todos os grupos identificaram as evidências a partir dos experimentos realizados.

Aplicando-se a metodologia de Análise de Conteúdo,¹¹ destacamos alguns conteúdos manifestos, retirados dos registros feitos pelos alunos e transcritos sem alterações ou correções, que carregam significados importantes para a verificação da compreensão do processo investigativo:

“Os tubos possuem substância que favorece a mistura de água e óleo, como os tubos com detergente e com extrato de ginseng.”

“Todos com extrato de ginseng possuem espuma.”

“Depois de esfregar, o cheiro ficava nos dedos.”

“... no tubo 2, de água tônica, com a luz negra, ficou fluorescente e os outros continuaram normais.”

“No teste 2 esfregamos a hortelã e ela murchou e perdeu seu cheiro, e ficou um verde mais escuro.”

“No primeiro teste, a folha ficou escura, subiu algumas bolinhas e o álcool ficou verde.”

A partir da análise dessas respostas, ficou evidente que os alunos conseguiram compreender o que é “observar”. As respostas foram mais descritivas, com detalhes considerados importantes para a formulação das hipóteses:

“É uma substância que faz espuma, semelhante ao detergente.”

“O ingrediente quinino, que tem várias substâncias, provocou a alteração da cor.”

“Tubo 2 - água tônica: houve evidência, pois, tinha quinina, que era o ingrediente que não tinha nos outros.”

“A substância evaporava com facilidade, tinha cheiro e parecia ser oleosa, pois ficava como o óleo sobre a água”.

As conexões estabelecidas entre as evidências obtidas dos experimentos e as características relacionadas à biomolécula presente em cada planta ou amostra ficaram evidentes e são indicativas de que houve compreensão do conteúdo trabalhado (conceitos e processos), uma vez que para a realização das observações, identificação das evidências e formulação das hipóteses, os alunos tiveram que usar conceitos e habilidades trabalhados na aula anterior.

Na aula 5 da SDI, os alunos foram provocados com a questão norteadora da aula “Que substância é essa?”. Eles haviam percebido as evidências das biomoléculas nas plantas experimentadas sem identificar a biomolécula. Para possibilitar que os alunos identificassem o tipo de biomolécula presente em cada planta, foram apresentados dados e evidências adicionais (teórico/científicas) com informações que caracterizavam e identificavam os três tipos de biomoléculas (Figura 2).

Depois de conhecerem os novos dados e evidências, as hipóteses formuladas foram novamente apresentadas e os alunos agora tinham que identificar qual era a biomolécula presente em cada planta, relacionando os dados e evidências que eles haviam obtido com os experimentos, com os dados e evidências apresentados adicionalmente.

Durante esse momento da aula, algumas perguntas foram feitas para auxiliar os alunos no processo de conclusão da atividade:

- As hipóteses foram confirmadas ou refutadas?
- Qual tipo de biomolécula (metabólito secundário) estava presente nas plantas de cada experimento?
- As evidências experimentais foram suficientes para comprovar as hipóteses?
- Por que as plantas medicinais produzem os metabólitos secundários?

Após discutirem entre eles, os estudantes identificaram com facilidade as saponinas e concluíram que o experimento com o *ginseng* evidenciava essa biomolécula. As saponinas são biomoléculas que possuem caráter anfifílico, ou seja, uma parte da molécula é solúvel em água (hidrofílica), enquanto a outra parte é solúvel em ambiente hidrofóbico (lipídeos, por exemplo) (Figura 3).

Essa característica da estrutura química das saponinas confere a essas moléculas propriedades detergente e emulsificante, resultando na formação de espuma persistente quando em solução aquosa,¹⁰ a partir da redução da

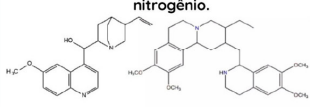
SAPONINAS	ÓLEO ESSENCIAL	ALCALOIDE
- Substâncias de caráter anfifílico, ou seja, parte é lipofílica, e outra é hidrofílica. - Propriedades detergentes e emulsificantes. - Formam espuma persistente e abundante quando em solução aquosa. - Função fitoprotetora: atuam nas membranas celulares de invasores, alterando a permeabilidade ou até mesmo destruindo-as.	- Substâncias com característica aromática, voláteis e lipofílicas. - São armazenados nas plantas em estruturas especializadas como tricomas glandulares. - São imiscíveis em água e solúveis em solventes orgânicos, como etanol. - Ação inseticida, antimicrobiana, antioxidante. 	- Substâncias de caráter básico, insolúveis em meio aquoso e solúveis em solventes orgânicos. - Na forma de sal, a solubilidade é maior em solventes polares, como água. - Substância orgânica cíclica, contendo nitrogênio. 

Figura 2. Dados e evidências técnico-científicas sobre as biomoléculas apresentadas aos alunos. Fonte: figura elaborada pelos autores utilizando o software Krita Versão 5.1.5 e a plataforma Canva e seus elementos gráficos licenciados (2026)

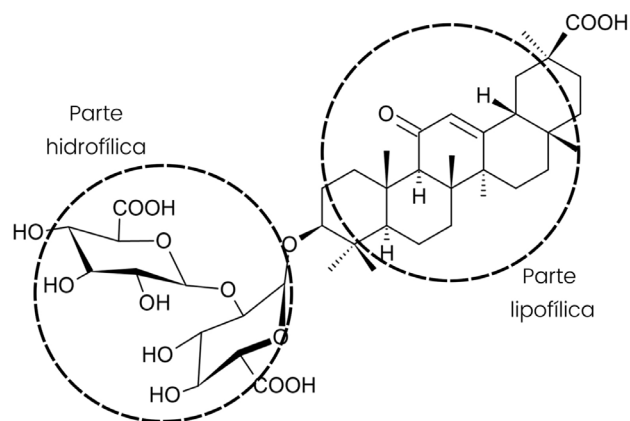


Figura 3. Estrutura química das saponinas, destacando a parte lipofílica e hidrofílica da biomolécula. Fonte: figura elaborada pelos autores utilizando o software ACD/ChemSketch e a plataforma Canva e seus elementos gráficos licenciados (2026)

tensão superficial dos líquidos. Os alunos relacionaram a característica detergente e a formação da espuma à molécula supostamente presente na planta utilizada nestes testes, e foram questionados sobre o papel ecológico das saponinas nas plantas (Figura 6).

A conexão entre estrutura química e função biológica torna-se evidente quando os conhecimentos químicos e biológicos se conectam, trazendo clareza sobre a importância dessas biomoléculas para as plantas e sua utilização pelo ser humano. Um exemplo são suas atividades antibacteriana e antifúngica, uma vez que se observou que as saponinas são capazes de causar o rompimento de células, como as hemácias, devido à interação dessas biomoléculas vegetais com o colesterol presente nas membranas dessas células.¹²

Os óleos essenciais também foram facilmente identificados pelos alunos, que perceberam a existência de uma fase que não se misturou com a água, sugerindo a existência de substâncias hidrofóbicas no meio. Essas

biomoléculas são voláteis devido à sua pequena massa molecular, difundindo-se facilmente na atmosfera quando expostas ao ambiente. Caracterizam-se como substâncias lipofílicas, geralmente odoríferas e, na maioria das vezes, derivadas de terpenoides (Figura 4). Essas características foram facilmente experimentadas pelos alunos no teste sensorial (Figura 6) e de extração.

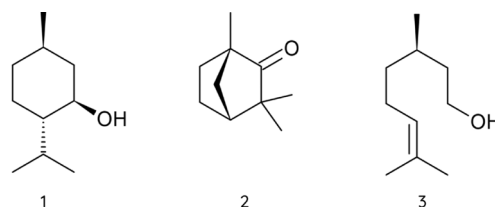


Figura 4. Estrutura química de derivados terpenoides presentes nos óleos essenciais. (1) mentol, (2) funchona e (3) citrônolol. Fonte: figura elaborada pelos autores utilizando o software ACD/ChemSketch

Uma vez que os derivados de terpenos estão presentes em muitas plantas utilizadas no cotidiano dos alunos para chás e temperos, estabelecer a relação entre a estrutura química, suas características e as evidências percebidas durante os experimentos foi fácil. No entanto, a função ecológica não foi rapidamente deduzida pelos estudantes, que só conseguiam estabelecer conexão com o uso dessas plantas pelos seres humanos.

Por agirem como supressores de apetite, inibidores enzimáticos e promoverem o aumento da permeabilidade de membranas (afetando sua integridade), os terpenos apresentam ação inseticida, antimicrobiana, antioxidante, entre outras.¹³⁻¹⁵ Isso confere aos óleos essenciais o potencial como agentes biológicos naturais, no combate a diversas doenças causadas por microrganismos, patogênicos e fitopatogênicos.¹⁶ Além disso, os óleos essenciais são importantes para atrair polinizadores e animais dispersores,

importante função para garantir o sucesso reprodutivo das plantas.

Para a identificação dos alcaloides, os alunos tiveram um pouco mais de dificuldade, pois as evidências adicionais teórico-científicas não eram facilmente relacionáveis à evidência da fluorescência, verificada na experimentação. Os alcaloides quinólicos são derivados do triptofano e dentre eles destaca-se a quinina, metabólito secundário produzido pela quina (*Cinchona calisaya*), planta sul-americana e exótica no Brasil (Figura 5).

Os alunos puderam perceber que apenas o tubo que continha a água tônica fluorescia na luz negra (Figura 6), pois a quinina possui a capacidade de fluorescer sob luz negra, uma vez que possui dois anéis aromáticos em um sistema plano que permite essa extensa deslocalização da densidade eletrônica, e é essa característica da molécula de quinina que foi explorada no experimento.

Os alcaloides formam um grupo de substâncias nitrogenadas, de caráter básico, e são encontrados nas plantas combinadas a ácidos orgânicos (insolúveis em meio aquoso e solúveis em solventes orgânicos). Na forma de sais, a solubilidade é maior em solventes polares, como a água.¹⁰ Ecologicamente, alcaloides como a quinina conferem um sabor amargo à planta (devido à presença das aminas), tornando a planta pouco palatável para insetos e outros possíveis predadores. Biologicamente, a quinina merece destaque pois, historicamente, relaciona-se ao tratamento

da Malária, além de possuir propriedades antipiréticas e analgésicas.

Após discutirem, os alunos foram questionados sobre as hipóteses que haviam formulado anteriormente. Verificaram que suas hipóteses foram confirmadas, e perceberam que nem sempre as evidências experimentais são suficientes para comprovar ou refutar uma hipótese.

4. Conclusão

Este trabalho permitiu aprofundar os conhecimentos sobre o metabolismo secundário das plantas de forma a aproximar o universo submicroscópico da bioquímica ao cotidiano dos alunos, sendo possível integrar a botânica e a bioquímica. Através das atividades trabalhadas, foi possível desenvolver as habilidades e competências previstas na BNCC, além de permitir que os alunos desenvolvessem seu protagonismo, uma vez que puderam tirar suas próprias conclusões sobre os dados e evidências e formular hipóteses, desenvolvendo o pensamento investigativo. O envolvimento dos alunos em práticas investigativas e experimentais possibilitou a compreensão mais ampla dos conteúdos trabalhados, contribuindo para a argumentação e alfabetização científica, alcançando os objetivos propostos neste trabalho.

A bioquímica significa mais do que um conteúdo escolar, ela faz parte do que somos e está intimamente ligada à

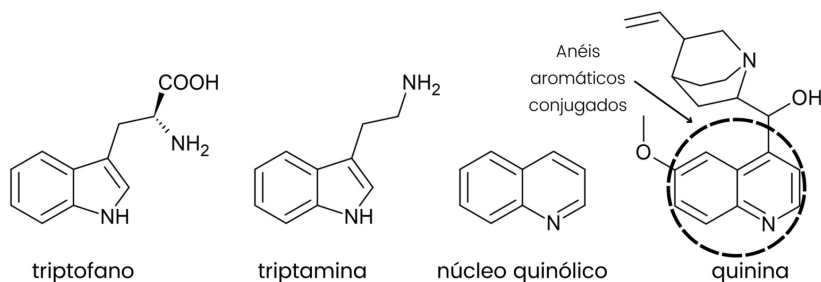


Figura 5. Estrutura química do triptofano, à esquerda, do qual deriva o núcleo quinólico dos alcaloides quinólicos, por exemplo, a quinina, à direita. Destaque para os anéis aromáticos conjugados. Fonte: figura elaborada pelos autores utilizando o software ACD/ChemSketch e a plataforma Canva e seus elementos gráficos licenciados (2026)

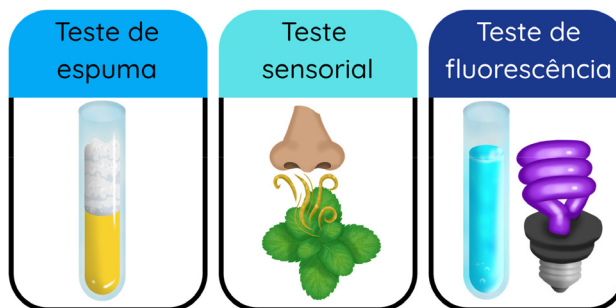


Figura 6. Evidências observadas pelos estudantes durante a realização dos experimentos. Fonte: figura elaborada pelos autores utilizando o software Krita Versão 5.1.5 e a plataforma Canva e seus elementos gráficos licenciados (2026)

nossa natureza: processos, substâncias, características, necessidades metabólicas e relações. Relações estas que nos permitem interagir com outros seres vivos e com o meio ambiente. Compreender a Bioquímica possibilita perceber o que não conseguimos enxergar. E possibilitar ir além do que se vê macroscopicamente, a olho nu, é parte fundamental das funções do professor.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), à PROEX-UFMG, CNPq, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG BDT-00013-25 e RED-00081-23) e PROFBIO.

Referências Bibliográficas

1. Souza, A. M. A.; Moura Júnior, A. M.; Oliveira, E. G.; Almeida, M. G. O.; Interdisciplinaridade entre Biologia e Química: a Bioquímica ligando disciplinas. *Revista Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica* **2018**, *4*, 197. [Link]
2. Wirzbicki, S. M.; Zanon, L. B.; *Resumos do VI Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia*, Santo Ângelo, Brasil, 2013. [Link]
3. Zanatta, B. A.; O método intuitivo e a percepção sensorial como legado de Pestalozzi para a geografia escolar. *Cadernos CEDES* **2005**, *25*, 165. [Crossref]
4. Scarpa, D. L.; Campos, N. F.; Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. *Estudos Avançados* **2018**, *32*, 25. [Crossref]
5. Santos, K. G. S.; *Monografia de Especialização*, Universidade Federal de Minas Gerais, 2012. [Link]
6. Borges, L. P.; Amorim, V. A.; Metabólitos Secundários de Plantas. *Revista Agrotecnologia* **2020**, *11*, 54 [Link].
7. Fumagali, E.; Gonçalves, R. A. C.; Machado, M. F. P. S.; Vidoti, G. J.; Oliveira, A. J. B.; Produção de metabólitos secundários em cultura de células e tecidos de plantas: o exemplo dos gêneros *Tabernaemontana* e *Aspidosperma*. *Revista Brasileira de Farmacognosia* **2008**, *18*, 627. [Crossref]
8. Coutinho, A.; *Monografia de Graduação*, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013. [Link]
9. Zanetti, N. N. S.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de Minas Gerais, 2024. [Link]
10. Brandão, M. G. L.; Almeida, J. M. A.; *Ensinando sobre plantas medicinais na escola*. Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG: Belo Horizonte, 2011.
11. Bardin, L.; *Análise de conteúdo*. Edições 70: São Paulo, 2011.
12. Diniz, L. R. L.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de Minas Gerais, 2006. [Link]
13. Viegas Júnior, C.; Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. *Química Nova* **2003**, *26*, 390. [Crossref]
14. Pichersky, E.; Raguso, R. A.; Why do plants produce so many terpenoid compounds? *New Phytologist* **2018**, *220*, 692. [Crossref]
15. Elshafie, H. S.; Camele, I.; Mohamed, A. A.; A Comprehensive Review on the Biological, Agricultural and Pharmaceutical Properties of Secondary Metabolites Based-Plant Origin. *International Journal of Molecular Sciences* **2023**, *24*, 3266. [Crossref]
16. Silva, V. P.; *Atividades biológicas de óleos essenciais de espécies da família Myrtaceae*. Dissertação de Mestrado, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, 2017.