

FITORMÔNIOS NO ENSINO DE QUÍMICA: PRODUÇÃO DE UM "HORMÔNIO ENRAIZADOR" CASEIRO A PARTIR DE TUBÉRCULOS DE TIRIRICA (CYPERUS ROTUNDUS)

DOI: 10.5281/zenodo.17822540

Francisco José Mininel¹

Silvana Márcia Ximenes Mininel²

RESUMO

O tema dos fitormônios pode ser utilizado no ensino de Química como uma excelente ferramenta para a interdisciplinaridade com a Biologia, contextualizando conceitos químicos em processos biológicos reais e visíveis. A abordagem permite explorar a química orgânica, as funções orgânicas e a relação entre estrutura molecular e função biológica. Os fitormônios (auxinas, giberelinas, citocininas, etileno e ácido abscísico) são substâncias orgânicas com estruturas químicas distintas. Nesse trabalho discutiu-se como essas substâncias são sintetizadas (rotas metabólicas) e degradadas nas plantas, envolvendo reações químicas como oxidação, redução e esterificação. Utilizou-se de experimentos para consolidação do aprendizado, onde os alunos extraíram auxinas dos tubérculos da tiririca (*Cyperus rotundus*) e também sobre fototropismo. Percebeu-se um forte engajamento dos alunos, tanto no processo de pesquisa, quanto na realização

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

dos experimentos. Dessa forma, ficou claro que a inclusão dos fitormônios no ensino de química permite uma aprendizagem mais significativa e contextualizada, conectando a teoria da sala de aula com fenômenos do cotidiano e aplicações práticas.

Palavras-chave: Fitormônios. Interdisciplinaridade. Funções orgânicas. Fototropismo.

ABSTRACT

The topic of phytohormones can be used in Chemistry teaching as an excellent tool for interdisciplinarity with Biology, contextualizing chemical concepts in real and visible biological processes. This approach allows for the exploration of organic chemistry, organic functions, and the relationship between molecular structure and biological function. Phytohormones (auxins, gibberellins, cytokinins, ethylene, and abscisic acid) are organic substances with distinct chemical structures. This work discussed how these substances are synthesized (metabolic pathways) and degraded in plants, involving chemical reactions such as oxidation, reduction, and esterification. Experiments were used to consolidate learning, where students extracted auxins from the tubers of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) and also discussed phototropism. A strong engagement from the students was observed, both in the research process and in carrying out the experiments. Thus, it became clear that the inclusion of phytohormones in chemistry teaching allows for more meaningful and contextualized learning, connecting classroom theory with everyday phenomena and practical applications.

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Keywords: Phytohormones. Interdisciplinarity. Organic functions. Phototropism.

1. INTRODUÇÃO

A contextualização no ensino de Química vem sendo defendida por orientações oficiais, educadores e pesquisadores como um princípio norteador de uma educação voltada para a cidadania que possibilite a aprendizagem significativa de conhecimentos científicos e a intervenção consciente.

Lutfi (1992) aponta diferentes interpretações atribuídas ao cotidiano, ou seja, à contextualização, que vão desde a simples resposta a uma curiosidade do aluno e a exemplificação, à elaboração de projetos de ensino que informam sobre a ciência, a tecnologia e suas aplicações (sociedade), até a perspectiva de conhecer para poder transformar a realidade.

Nesse sentido, autores como Freire (2014); Santos e Schnetzler (1996); Silva e Marcondes (2010), dentre outros, apontam para a necessidade de novas perspectivas e abordagens, que ultrapassem a mera transmissão de conhecimentos científicos, desconexos da realidade social e do dia a dia dos alunos, e assim, promover um ensino contextualizado com princípio norteador de uma educação voltada para a cidadania que possibilite a aprendizagem significativa de conhecimentos científico-tecnológicos e a intervenção consciente. Além disso, um ensino que mobiliza competências e habilidades para solucionar problemas da vida real.

Dessa forma, partindo do interesse manifestado por alunos de uma sala do terceiro ano do Ensino Médio, muitos moradores na zona rural, buscou-se estudar os fitormônios, também conhecidos como reguladores de crescimento vegetal. Durante uma aula de Química, os alunos mostraram um entusiasmo notável ao explorar o fascinante mundo dos fitormônios. A curiosidade foi aguçada ao descobrir como essas substâncias químicas minúsculas, ou "hormônios vegetais", desempenham papéis gigantescos no controle de praticamente todos os aspectos do crescimento e desenvolvimento das plantas - desde a germinação de uma semente, passando pelo crescimento em direção à luz, até a queda das folhas no outono. Os fitormônios são compostos orgânicos produzidos naturalmente pelas plantas, que atuam em baixas concentrações, controlam processos fisiológicos para o crescimento, desenvolvimento e adaptação aos diferentes ambientes e estímulos externos (SAMPEDRO-GUERRERO et al., 2024).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os fitormônios são compostos orgânicos produzidos naturalmente pelas plantas, que atuam em baixas concentrações, controlam processos fisiológicos para o crescimento, desenvolvimento e adaptação aos diferentes ambientes e estímulos externos.

A classificação dos fitormônios baseia-se em três critérios principais:

- Estrutura química;
- Vias biossintéticas;

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

- Funções fisiológicas.

Esses parâmetros ajudam a organizar e compreender a diversidade hormonal existente nas plantas. Do ponto de vista estrutural, os fitormônios apresentam composições químicas distintas, que servem como base para sua categorização. As classes mais estudadas incluem as auxinas, giberelinas, citocininas, etileno e ácido abscísico. Além delas, compostos como os brassinosteroides e os jasmonatos também desempenham papéis fisiológicos importantes, embora nem sempre sejam incluídos nas categorias principais. No que diz respeito à biossíntese, esses compostos se originam de três principais precursores metabólicos:

- Aminoácidos;
- Isoprenóides;
- Lipídios.

Por exemplo, as auxinas derivam-se do triptofano (Figura 1), enquanto as giberelinas e citocininas têm origem em vias metabólicas de isoprenóides (Figura 2). Essa diversidade biossintética reflete a complexidade dos mecanismos regulatórios que controlam a produção hormonal nas plantas. Quanto às funções fisiológicas, cada classe hormonal exerce ações específicas.

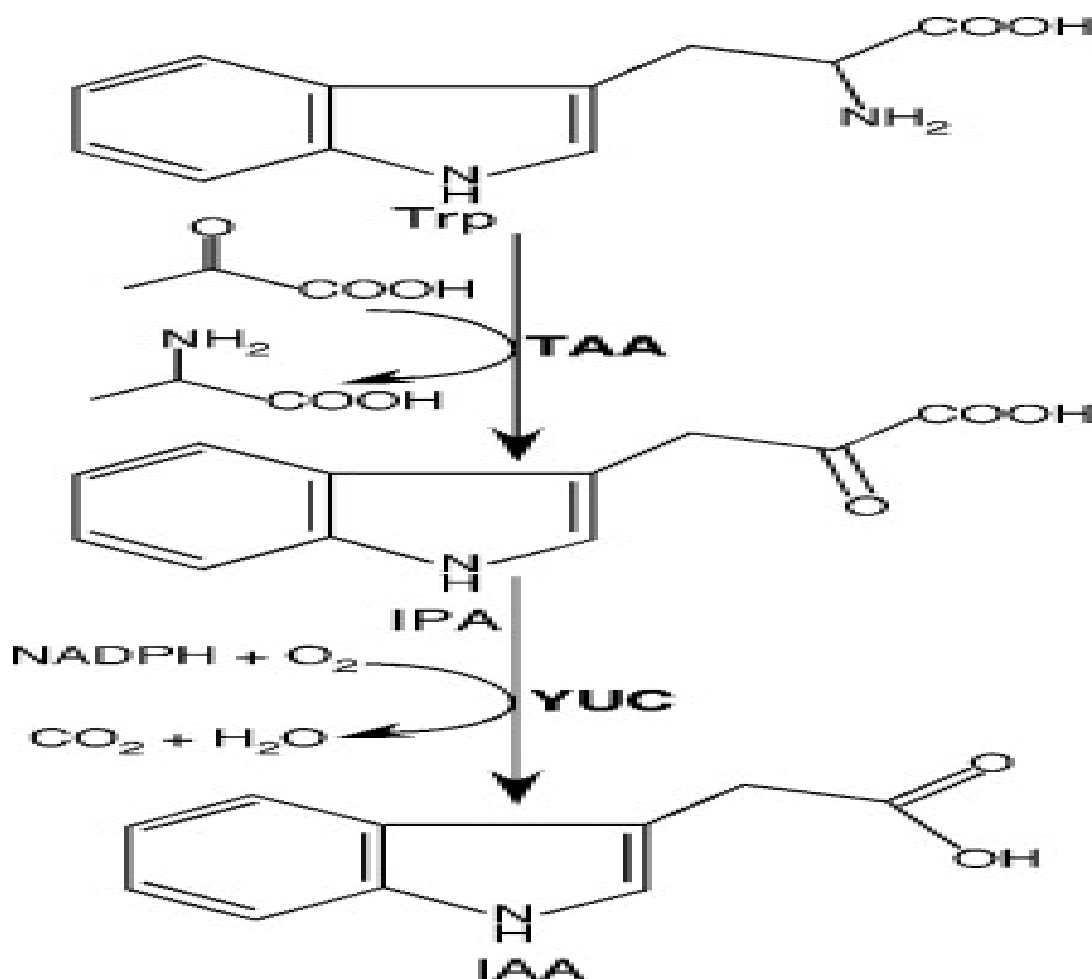


Figura 1. Biossíntese das auxinas.

Fonte: ZAO, 2012.

Biossíntese das Giberilinas

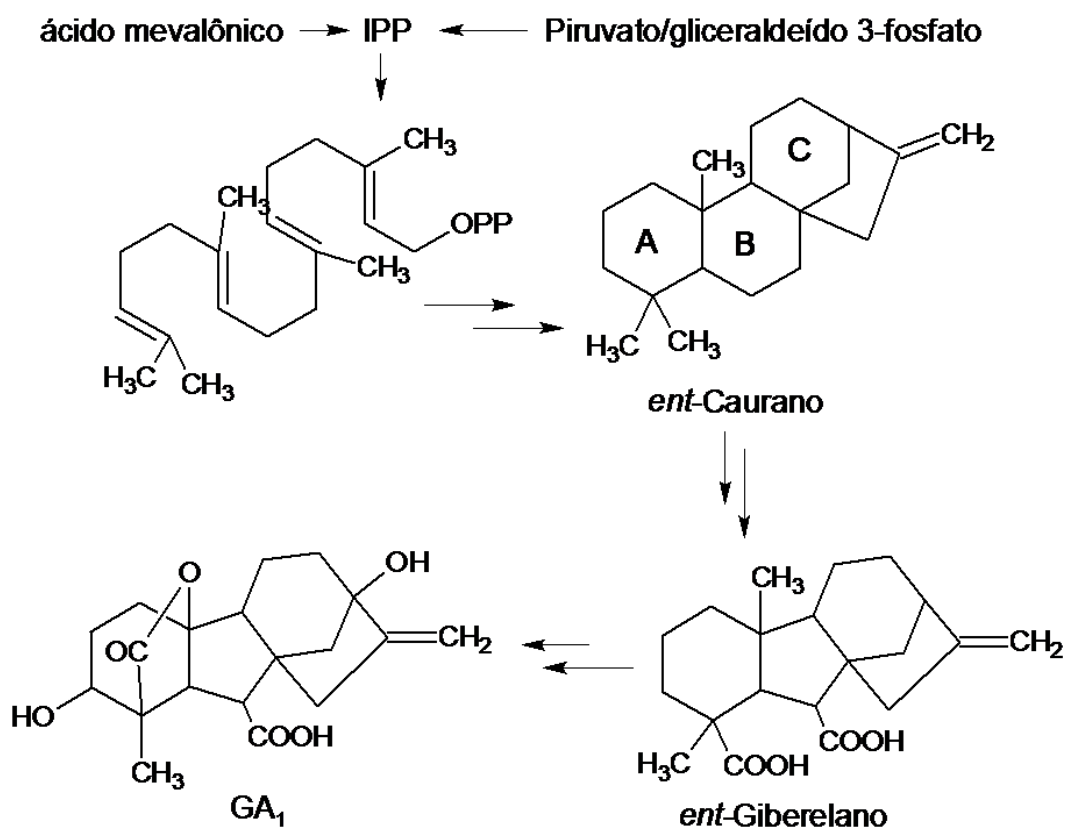


Figura 2. Biossíntese de Giberilinas.

Fonte: https://qnint.sbq.org.br/qni/popup_visualizarMolecula.php?id

- As auxinas estão envolvidas principalmente no alongamento celular e na dominância apical;
- As giberelinas promovem o crescimento do caule, germinação e floração;
- As citocininas estimulam a divisão celular;

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

- O etileno regula a maturação de frutos e senescência;

O ácido abscísico atua principalmente na resposta a estresses ambientais como seca, pois promove o fechamento estomático.

O uso de fitohormônios no manejo agrícola representa uma estratégia eficiente para fortalecer a resiliência das plantas frente a estresses e melhorar o desempenho produtivo.

Na fisiologia pós-colheita, esses compostos retardam a senescência e ajudam a manter a qualidade de frutas e hortaliças durante o armazenamento. Outra frente inovadora envolve os microrganismos promotores de crescimento (PGPR), que sintetizam fitohormônios na rizosfera, favorecendo o enraizamento e a tolerância a estresses.

Incorporar essas abordagens hormonais ao manejo contribui para uma agricultura mais sustentável, produtiva e adaptada aos desafios atuais.

Os conceitos de substâncias reguladoras do crescimento e hormônio vegetal remontam há vários anos, desde os clássicos experimentos de Charles e Francis Darwin sobre a inclinação em direção à luz (fototropismo) em plântulas de alpiste (*Phalaris canariensis*) e aveia (*Avena sativa*), descritas em *The Power of Movement in Plants*, publicado em 1881 (RAVEN et al., 1976). Por definição, o hormônio vegetal ou fitormônio é uma substância química biologicamente ativa, produzida por uma planta que, em baixas concentrações (10^{-15} a 10^{-9} M) regula determinados processos fisiológicos, sendo em geral produzida em uma certa parte da planta e translocada para

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

promover a ação em outra parte (BIASI, 2002). Os hormônios ou fitormônios são, portanto, substâncias naturais produzidas pelo próprio vegetal, enquanto os termos, regulador de crescimento ou regulador vegetal são empregados para todas as substâncias, naturais (produzidas por fungos, por exemplo) ou artificiais, que possuem efeito no crescimento e desenvolvimento das plantas. A descoberta dos hormônios e reguladores de crescimento vegetal promoveu grandes avanços na área de fisiologia, principalmente no entendimento do controle da diferenciação celular, o que permitiu o surgimento da cultura de células e tecidos isolados in vitro, uma das principais ferramentas para o desenvolvimento da agricultura (TORRES et al., 1998). Os reguladores de crescimento também são utilizados em aplicações diretas em plantas no campo para obtenção de diversos efeitos, tais como o de promover, retardar ou inibir o crescimento vegetativo, promover ou inibir o florescimento, aumentar a frutificação efetiva, provocar o raleio de frutos, aumentar o tamanho dos frutos, evitar a abscisão de frutos, controlar a maturação e a senescência, promover o enraizamento e quebrar a dormência de sementes e gemas, entre outros. Por outro lado, as principais moléculas ou grupo, que têm efeitos conhecidos sobre alguns aspectos do crescimento e desenvolvimento vegetal são as auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico, etileno, brassinosteróides, salicilatos, jasmonatos, poliaminas e o polipeptídeo sistemina. Dentre essas moléculas, as auxinas, giberelinas, citocininas, o ácido abscísico e o etileno são reconhecidos como hormônios vegetais. O polipeptídeo sistemina é também um hormônio vegetal e deve ser adicionado à lista anterior (FOSKET, 1994). A sistemina é produzida em resposta a injúria ou ataque de insetos, sendo rapidamente transportada através da planta para ativar a síntese de inibi

dores de proteinase. As demais substâncias citadas anteriormente apresentam algum tipo de efeito regulador sobre o crescimento das plantas e, em breve, poderão constituir novas classes de reguladores.

3. METODOLOGIA

A abordagem de fitormônios no ensino de Química oferece uma excelente oportunidade para a contextualização dos conteúdos, tornando a aprendizagem mais significativa e interdisciplinar (Química e Biologia). Elencamos abaixo, os benefícios no Ensino de Química:

- **Contextualização:** Permite a ligação entre conceitos químicos abstratos (estrutura molecular, funções orgânicas, reações) e fenômenos fisiológicos reais das plantas, presentes no cotidiano dos alunos e na agricultura.
- **Interdisciplinaridade:** Facilita a integração natural dos conteúdos de química orgânica e bioquímica com a botânica e fisiologia vegetal, superando a fragmentação curricular.
- **Motivação:** O uso de temas do cotidiano e a possibilidade de atividades práticas ou demonstrativas (observação do crescimento de plantas, amadurecimento de frutos) atraem o interesse e a participação ativa dos estudantes.
- **Aprendizagem Significativa:** Ajuda os alunos a relacionarem novos conhecimentos químicos com o que já sabem sobre plantas e natureza, construindo significados mais profundos e duradouros.

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

No transcorrer do trabalho, após a pesquisa, os alunos deveriam utilizar a proposta didática descrita na Figura 3.

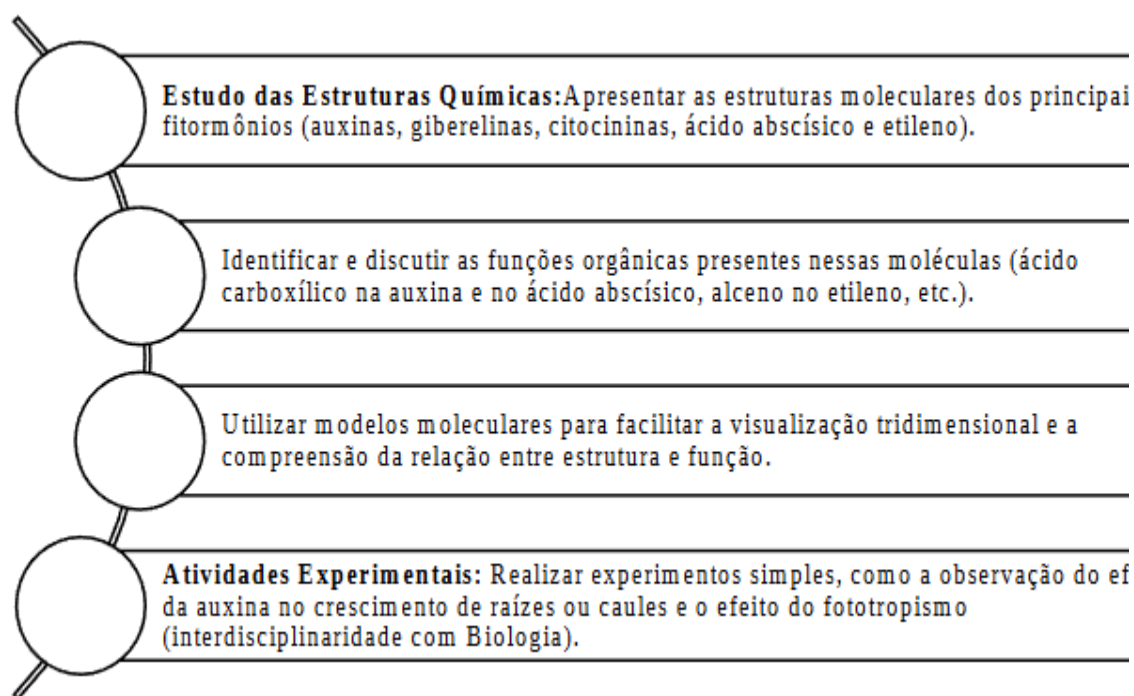


Figura 3. Proposta didática adotada neste trabalho.

Fonte: Os autores.

A integração dos fitormônios no currículo de Química, especialmente na Química Orgânica, permite um ensino mais dinâmico, visual e aplicado, facilitando a compreensão dos alunos sobre a relevância da química nos processos biológicos e no mundo real.

A experimentação é uma ferramenta essencial no ensino de química para tornar o aprendizado mais prático, engajador e contextualizado, promovendo a curiosidade e a compreensão de conceitos. Ela estimula o raciocínio investigativo, a tomada de decisão e a colaboração, aproximando o conteúdo

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

do cotidiano dos alunos. É fundamental que os experimentos sejam bem planejados, alinhados aos objetivos pedagógicos, e que o professor esteja capacitado para conduzir as aulas de forma a estimular a reflexão e a ligação entre a teoria e a prática. Dessa forma, foram propostos aos alunos dois experimentos para consolidação dos conhecimentos. Para obter fitohormônios de forma simples no laboratório escolar, o método mais acessível envolve a produção de um "hormônio enraizador" caseiro (Figura 5) a partir de tubérculos de tiririca (*Cyperus rotundus*), Figura 4, que são naturalmente ricos em auxinas (especificamente ácido indolacético).



Figura 4. Aspecto geral dos tubérculos e planta inteira de tiririca (*Cyperus rotundus*).

Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9b/Cyperus_rotundus_tuber01.jpg

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

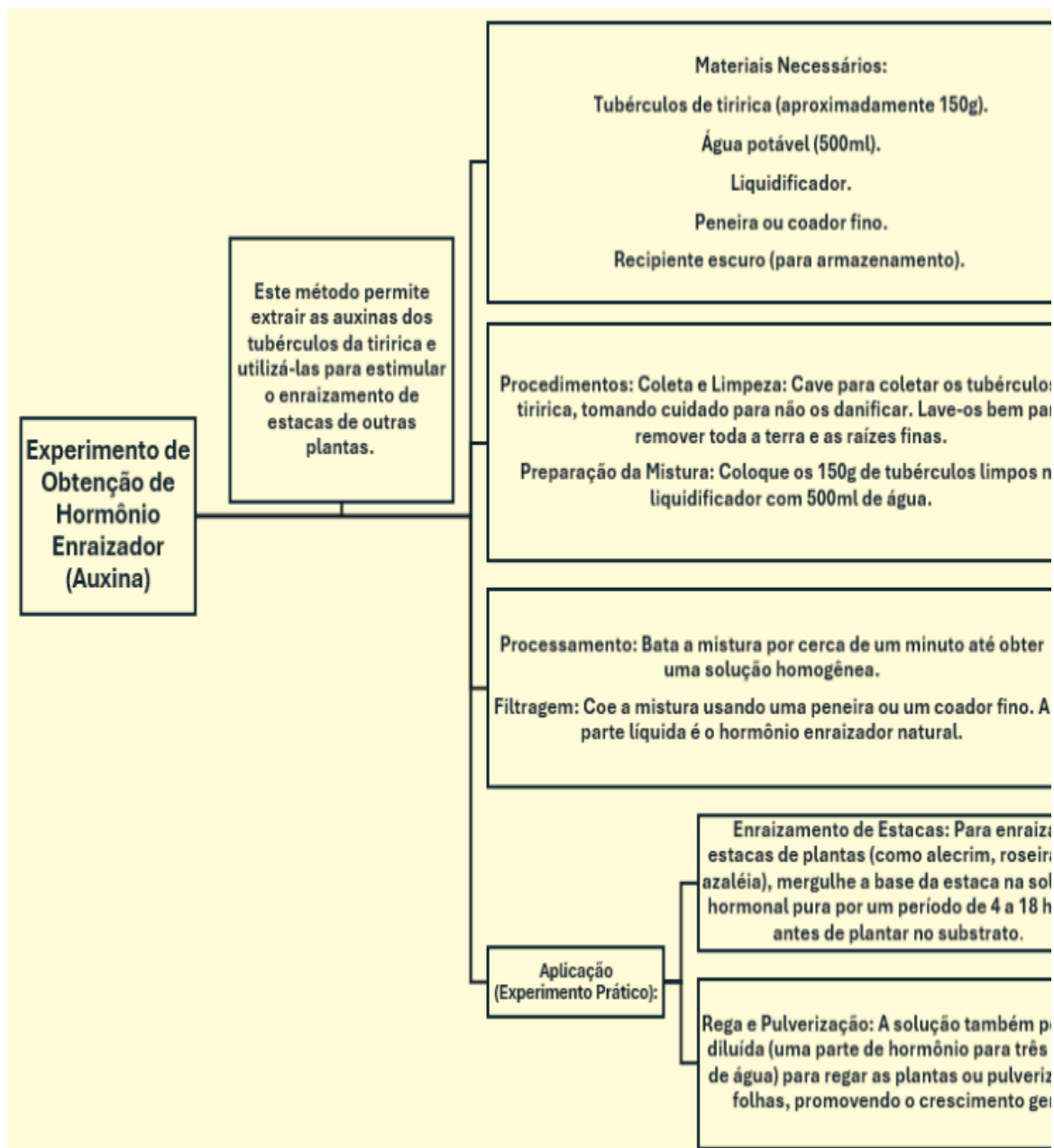


Figura 5. Experiência 1: Obtenção de hormônio enraizador (auxina).

Fonte: ARRUDA et al., 2009.

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

O estudo do fototropismo (o crescimento direcionado das plantas em resposta à luz) foi fundamental para a descoberta e compreensão dos fitormônios, em particular as auxinas. Ele serviu como um dos primeiros sistemas modelo para demonstrar a existência de substâncias químicas reguladoras no crescimento vegetal. Dessa forma, com o intuito de estudar o fenômeno, foi proposto o experimento descrito na Figura 6.

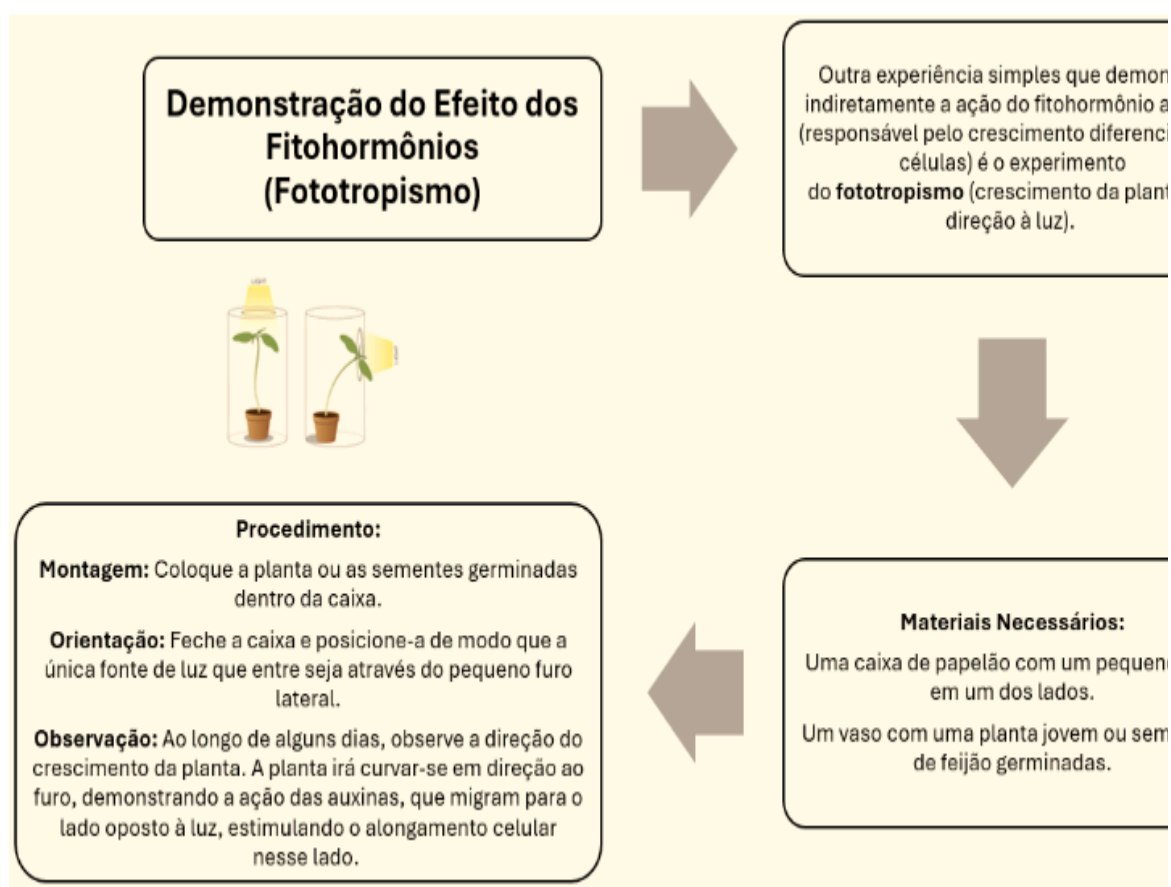


Figura 6. Experiência 2: Demonstração do Fototropismo.

Fonte: JÚNIOR & SOATO, 2019.

Durante todo o processo, a observação participante foi utilizada como técnica de coleta de dados qualitativos, registrando as interações dos alunos, suas estratégias de resolução de problemas e reações às atividades propostas. O professor-pesquisador documentou, em um diário de campo, impressões e anotações sobre o comportamento e as respostas dos estudantes, buscando identificar elementos que indicassem o grau de compreensão e engajamento dos participantes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Iniciou-se o trabalho a partir da montagem de grupos para realização de práticas de laboratório, bem como facilitar a interação entre os estudantes. Inicialmente, os alunos pesquisaram nos grupos menores. Cada um dos grupos trouxe suas anotações e observações para discussão mais ampla com toda a turma.

A partir da mediação da professora, os estudantes foram orientados a buscarem em diferentes fontes de pesquisa, acessando a sala de informática e o acervo da biblioteca. Para facilitar o processo, a professora indicou os nomes dos fitohormônios que deveriam pesquisar. A pesquisa na internet é crucial para acesso a informações recentes, vastas e de fácil acesso. O acesso imediato a pesquisas de ponta, artigos científicos recentes (via bases de dados como SciELO), e as últimas tendências e inovações na aplicação de fitormônios na agricultura são importantes para o entendimento do tema. Assim sendo, a pesquisa ideal sobre fitormônios, que tem grande importância na otimização da agricultura moderna, deve ser híbrida. O pesquisador deve utilizar a internet para se manter atualizado e buscar um

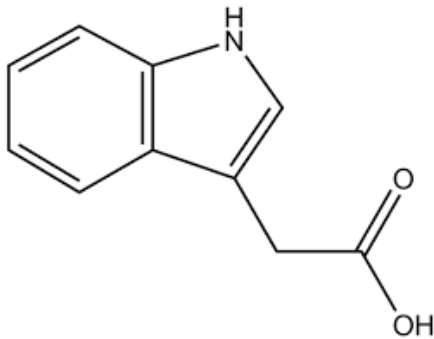
REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

amplo leque de dados, e as bibliotecas físicas para aprofundar o conhecimento teórico em fontes consagradas e confiáveis, garantindo a qualidade e a robustez do seu trabalho.

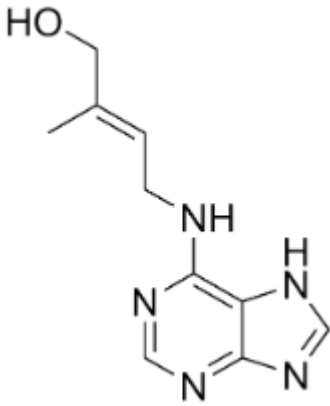
Dessa forma, foram encontradas várias informações, conforme segue na Tabela 1, abaixo:

Tabela 1. Fitormônios e sua função no vegetal.

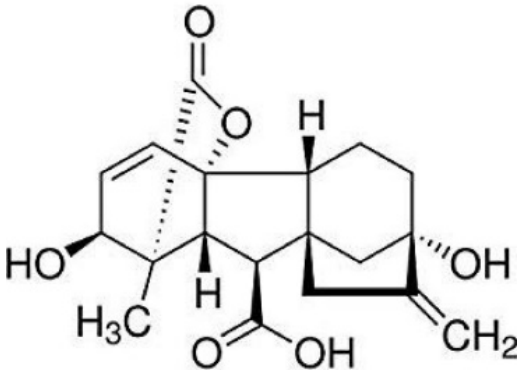
Principais grupos de fitormônios e suas funções		
Auxinas (IAA)	Sua principal atuação está no alongamento celular (crescimento de caules e raízes). Também regulam a dominância apical, impedem o crescimento de gemas laterais, além de estarem envolvidas na formação de raízes	 (IAA) ácido indol-3-acético

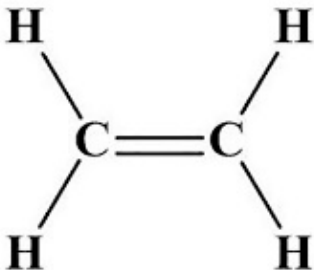
REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

	adventícias, diferenciação vascular e respostas tropísticas (fototropismo e gravitropismo). Na agricultura, as auxinas são comumente utilizadas em técnicas de propagação vegetal e enraizamento de estacas.	
Citocininas	Atuam principalmente na divisão celular e na regulação do desenvolvimento de gemas laterais, ou seja, exercendo efeito antagônico às auxinas. Também retardam a senescência	

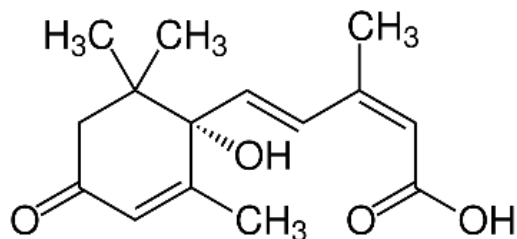
foliar e participam da diferenciação dos tecidos. Além disso, promovem a mobilização de nutrientes e participam na resposta a estresses. Na prática agrícola, são utilizadas na propagação in vitro para promover a multiplicação de brotações, e em aplicações foliares para prolongar a vida útil de folhas e flores, especialmente em hortaliças e plantas ornamentais.

Gibere linas (GAs)	Estimulam o alongamento dos caules, a germinação de sementes e a quebra da dormência. Também estão envolvidas na indução de florescimento em algumas espécies e no desenvolvimento dos frutos. Na fruticultura, essas práticas são empregadas para alongamento de cachos, aumento do tamanho dos frutos e uniformização da germinação.	
--------------------------	---	---

Etileno	É um hormônio gasoso envolvido no amadurecimento de frutos, abscisão de folhas e flores, senescência e respostas ao estresse mecânico. Embora seu papel esteja associado ao amadurecimento, o etileno também está envolvido em respostas rápidas a estresses, como ataques patogênicos. Seu uso agrícola é notável no controle do amadurecimento e sincronização da colheita, como banana e tomate.	 <chem>H2C=CH2</chem>
---------	--	--

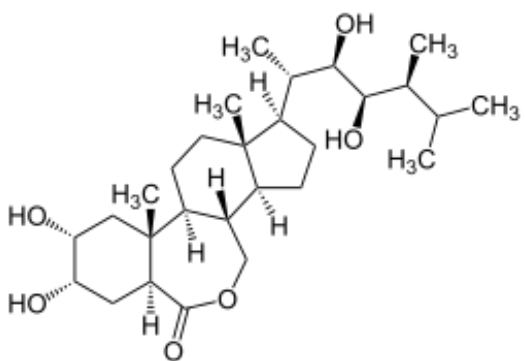
Ácido
abscísico
(ABA)

Atua em respostas ao estresse hídrico, uma vez que promove o fechamento dos estômatos para reduzir a perda de água. Além disso, regula a dormência de sementes e brotos, além de modular processos de desenvolvimento em condições adversas. Seu papel protetor torna este hormônio importante para a tolerância das plantas a ambientes desfavoráveis, sendo foco de pesquisas voltadas à adaptação das culturas à seca. Além dos grupos clássicos de



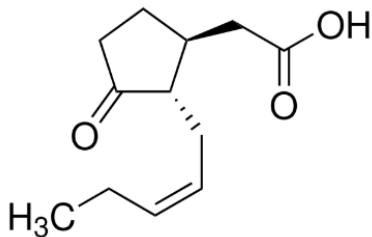
REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

	fitormônios, outros possuem destaque por desempenharem funções específicas nos mecanismos de crescimento, defesa e adaptação das plantas.	
Brassinosteróides	São esteroides vegetais que atuam em múltiplos processos do desenvolvimento, como alongamento celular, divisão celular e diferenciação do xilema. Também estão envolvidos na regulação da fotomorfogênese, na germinação de sementes e na resistência a	 <chem>CC(C)[C@H](O)[C@@H](O)[C@H](C)[C@H]1CC[C@@H]2[C@@]1(CC[C@H]3[C@H]2CC=C4[C@@]3(CC[C@@H](C4)O)C)C</chem>

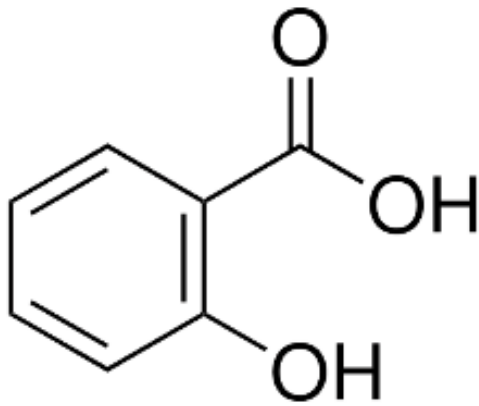
REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

	estresses abióticos, como salinidade, frio e calor.	
Ácido jasmônico	Conhecidos como jasmonatos, são usados nas respostas de defesa contra herbivoria e infecções por patógenos, além de regularem processos como senescência, formação de tubérculos e fechamento estomático. Seu papel na comunicação entre partes da planta e na sinalização de estresses bióticos o torna um componente-chave	

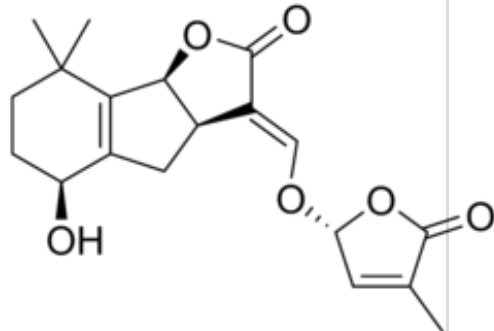
REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

	da resposta adaptativa vegetal.	
Ácido salicílico	Está ligado à resistência sistêmica adquirida (SAR), que é um mecanismo de defesa que prepara a planta para enfrentar futuras infecções. Além disso, influencia a fotossíntese, a termogênese, a germinação e o florescimento. Sua aplicação exógena é usada para induzir tolerância a estresses e aumentar a resiliência das culturas, sobretudo frente a desafios	 <chem>O=C(O)c1ccccc1O</chem>

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

	fitossanitários crescentes.	
Estrigolactonas	Atuam como reguladores da arquitetura da planta e inibem principalmente o crescimento de ramos laterais, em interação com auxinas e citocininas. Também participam da simbiose com micorrizas arbusculares e das respostas a estresses nutricionais, como a deficiência de fósforo. Nessa condição, as raízes liberam estrigolactonas como sinalizadores	

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

químicos, que ativam mecanismos fisiológicos que melhoram a capacidade da planta de adquirir fósforo do solo.

Fonte: Os autores

Após a coleta de dados sobre os diferentes fitormônios, os estudantes foram orientados a escreverem em cartazes suas observações, bem como inserir a estrutura química de cada uma das substâncias pesquisadas. Alguns alunos preferiram desenhar as estruturas químicas e outros imprimiram e colaram nos cartazes. Esse momento de coleta de dados foi extremamente importante, uma vez que, a coleta e análise de dados pelos estudantes são fundamentais para o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e tomada de decisões informadas, além de tornar o aprendizado mais engajador e relevante para a vida real. Ao coletar e analisar dados, os alunos aprendem a questionar, avaliar informações, identificar padrões, tendências e relacionamentos, desenvolvendo um raciocínio crítico essencial para a vida acadêmica e profissional. A prática envolve os alunos de forma ativa no processo de aprendizagem, em vez de apenas receberem informações passivamente. Isso aumenta o interesse e a motivação, pois eles se tornam "mini-pesquisadores" descobrindo o conhecimento por si próprios. A experiência de usar dados e evidências para chegar a conclusões ajuda os

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

estudantes a entenderem a importância de basear decisões em fatos, em vez de suposições ou opiniões, uma habilidade valiosa em qualquer área do conhecimento e na vida cotidiana. A atividade permite aos alunos vivenciarem, na prática, as etapas do método científico: formular hipóteses, coletar dados, analisá-los e tirar conclusões. Isso é crucial para a compreensão de disciplinas como ciências e, em especial a Química.

Ao analisar dados sobre seu próprio desempenho ou sobre fenômenos estudados, os alunos podem identificar suas dificuldades e pontos fortes, permitindo-lhes buscar estratégias de aprendizado mais adequadas às suas necessidades individuais. A competência em dados é uma habilidade cada vez mais exigida no mercado de trabalho em diversas áreas. Expor os alunos a essa prática desde cedo os prepara para os desafios do século XXI. A análise de dados permite que os estudantes abordem problemas complexos de forma estruturada, dividindo-os em partes menores e usando as informações disponíveis para encontrar soluções eficazes. Em resumo, a coleta e análise de dados transformam o estudante de um receptor passivo de informações em um agente ativo e competente na construção do conhecimento e na resolução de problemas, desenvolvendo habilidades essenciais para a sua formação integral.

Assim sendo, à medida que as aulas avançavam, os estudantes iam se apropriando de conceitos até então abstratos para eles. Por exemplo, foi interessante observar que muitos dos estudantes dialogavam sobre os grupamentos funcionais presentes nas estruturas químicas dos fitohormônios (álcoois, éteres, ésteres, ácido carboxílico etc), bem como escreviam as

fórmulas moleculares dos compostos a partir da fórmula estrutural com maior facilidade do que quando o conteúdo foi dado em aula expositiva.

No entanto, alguns alunos apresentaram dificuldades específicas, principalmente relacionadas à identificação de grupamentos funcionais, tetravalência do átomo de carbono e valências dos demais elementos e também sobre a classificação de algumas das reações apresentadas no processo de biossíntese da auxina e das giberilinas. Tais dificuldades indicam a necessidade de um reforço pedagógico para consolidar esses aspectos ainda não dominados, especialmente no que diz respeito à análise crítica dos dados representados visualmente. Esses desafios sugerem que, apesar de o ensino significativo contribuir para a compreensão conceitual, alguns conteúdos podem demandar maior tempo de exposição e prática para serem plenamente assimilados.

Dessa forma, em relação às reações do processo biossintético, a professora necessitou ministrar uma aula sobre a classificação das reações envolvidas no processo de formação das auxinas e giberilinas. Foi necessário classificar as reações envolvidas na produção (biossíntese) de auxinas (principalmente Ácido Indolil-3-Acético - AIA) e giberelinas (GAs) classificando-as principalmente como vias metabólicas complexas, que incluem uma série de reações enzimáticas, como oxidações, reduções, descarboxilações e conjugações.

As atividades práticas propostas, suscitaram bastante participação e engajamento dos estudantes (Figura 7). O uso da experimentação no ensino de Química aguça a curiosidade científica e o levantamento de hipóteses

entre estudantes no decorrer da educação básica, fator que diretamente fornece significados de aprendizagem para conteúdos abstratos.

Dessa forma, os alunos executaram a atividade prática 1, onde extraíram o fitormônio enraizador auxina do tubérculo da tiririca (*Cyperus rotundus*). Todo material foi disponibilizado na bancada e a professora atuava como mediadora do processo, auxiliando na solução de dúvidas, quando requerida. No processo de observação, os alunos puderam notar que em concentrações adequadas, o extrato de tiririca pode funcionar como um bioestimulante ou enraizador natural, similar aos produtos sintéticos. Os resultados foram positivos no enraizamento de estacas das plantas regadas, com aumento no número e qualidade das raízes. Observou um maior enraizamento nas estacas de alecrim do que em estacas de azaléas. A própria tiririca tem um vigoroso sistema de enraizamento, o que sugere a presença de indutores de crescimento em seus tubérculos. O período de observação foi de 30 dias.

Alguns estudantes trouxeram informações de que em concentrações muito elevadas, o extrato pode ter um efeito contrário. A tiririca é uma planta daninha agressiva, que libera compostos alelopáticos para inibir o crescimento de plantas concorrentes. Em um estudo, a concentração de 100% de extrato de tiririca causou um efeito alelopático negativo no enraizamento de estacas de guaco. O mesmo efeito inibitório em altas concentrações já foi observado em sementes de milho e trigo, afetando o desenvolvimento inicial das raízes. Em resumo, a expectativa é de um potencial enraizador, mas a eficácia prática requer a otimização da concentração e do método para a espécie específica que está sendo tratada (SILVEIRA et al., 2010).



Figura 7. Alunos executando a atividade experimental no laboratório de Química.

Fonte: Os autores.

Em relação ao experimento de Fototropismo, os alunos pesquisaram que os experimentos pioneiros sobre fototropismo, foram realizados por cientistas como Charles Darwin e seu filho Francis, e posteriormente por Boysen-Jensen e Frits Went, levaram à hipótese da existência de uma substância mensageira. Eles observaram que a curvatura da planta em direção à luz era causada por um sinal químico produzido na ponta (coleóptile) e transportado para baixo. O fototropismo forneceu um fenômeno observável e mensurável que podia ser manipulado experimentalmente (bloqueando a luz, cortando a ponta, inserindo barreiras de mica, etc.). Isso permitiu testar a natureza do sinal (se era físico ou químico) e, finalmente, isolar a auxina (especificamente o ácido indolilacético - AIA). Ao longo da

observação do experimento, os alunos observaram a ação da auxina na promoção do alongamento celular. Quando a luz incide de um lado, a auxina migra para o lado menos iluminado do caule. A maior concentração de auxina nesse lado promove um alongamento celular mais acentuado, fazendo com que a planta se curve em direção à luz (fototropismo positivo). O fototropismo ilustrou perfeitamente como a distribuição desigual de um hormônio pode resultar em uma resposta de desenvolvimento coordenada e direcional em toda a planta. Entenderam que os estudos do fototropismo solidificaram o campo da fisiologia vegetal, demonstrando que o crescimento e o desenvolvimento das plantas são controlados por processos químicos internos, e não apenas por fatores ambientais diretos.

A observação participante revelou comportamentos e interações que enriqueceram a análise qualitativa do processo de aprendizagem. Durante as atividades, os alunos demonstraram curiosidade e interesse, especialmente quando as tarefas envolviam dados que diziam respeito a temas familiares, relacionados a agricultura, plantio, crescimento vegetal. Essa motivação, fomentada pela contextualização dos conteúdos, corroborou a importância de relacionar o ensino de Química com elementos próximos ao universo dos estudantes, facilitando a construção de significados duradouros.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos reafirmam a eficácia da aprendizagem significativa no ensino de conteúdos abstratos, como as funções orgânicas, que podem se tornar desafiadores para alunos do Ensino Médio quando apresentados de forma tradicional. A utilização de atividades práticas e contextualizadas

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

contribuiu para que os alunos construíssem um entendimento prático e conceitual, demonstrando que a aprendizagem significativa vai muito além do que a simples memorização de fórmulas e cálculos.

Em síntese, os achados desta pesquisa corroboram a importância de uma abordagem significativa para o ensino de Química, que vá além da mera transmissão de conteúdo e promova uma construção ativa e contextualizada do conhecimento. Espera-se que os resultados aqui obtidos possam inspirar práticas pedagógicas inovadoras, contribuindo para a formação de cidadãos críticos e aptos a interpretar e utilizar dados com autonomia e discernimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M., ANDRÉ, C. F., & MÉNDEZ, N. D. D. Microlearning na educação corporativa e em tempos de Geração C. Revista Intersaberes, 15(34), 2020.

ARRUDA, Leonardo Albuquerque Marenga de et al. Atividade hormonal do extrato de tiririca na rizogênese de estacas de sapoti. Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFRPE. An. CD JEPEX, 2009.

BIASI, L.A. Reguladores de crescimento vegetal. In: Wachowicz, C.M.; Carvalho, R.I.N. (eds.). Fisiologia Vegetal: Produção e Pós-colheita. Curitiba: Editora Champagnat, p.63-94, 2002.

FOSKET, D.E. Plant growth and development: a molecular approach. San Diego: Academic Press, 580p., 1994.

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

JÚNIOR, Alvaro Lorencini; SOATO, Alessandra Maziero Lalin. Interações discursivas e a elaboração do conceito de fototropismo. Revista de Educação, Ciências e Matemática, v. 9, n. 2, 2019.

LUTFI, M. Os Ferrados e Cromados: produção social e apropriação privada do conhecimento químico. Ijuí: UNIJUÍ, 1992.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; CURTIS, H. Biologia Vegetal, 2ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois, 724p., 1976.

SAMPEDRO-GUERRERO, J. et al. The effectiveness of encapsulated salicylic acid as a treatment to enhance abiotic stress tolerance stems from maintaining proper hormonal homeostasis. Physiologia Plantarum, v. 176, n. 4, p. e14459, jul., 2024.

SILVEIRA, H. R. O. et al. Alelopatia e homeopatia no manejo da tiririca (*Cyperus rotundus*). Planta Daninha, v. 28, p. 499-506, 2010.

TORRES, A.E.; CALDAS, L.S.; BUSO, J. A. Técnicas e aplicações da cultura de tecidos de plantas. v.1. 2ª Edição. Brasília: Embrapa Hortaliças, 508 p., 1998.

ZHAO, Yunde. Auxin biosynthesis: a simple two-step pathway converts tryptophan to indole-3-acetic acid in plants. Molecular plant, v. 5, n. 2, p. 334-338, 2012.

¹ Docente do Curso Superior de Farmácia da Universidade Brasil, Campus de Fernandópolis-SP. Doutor em Química pelo Instituto de Química UNESP,

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Campus de Araraquara-SP. E-mail: kmininel17@gmail.com

² Docente do Curso Superior de Farmácia da Universidade Brasil, Campus de Fernandópolis-SP. Mestre em Química pelo Instituto de Química UNESP, Campus de Araraquara-SP. E-mail: silvana.mininel@ub.edu.br