

# O USO DA ROBÓTICA NO ENSINO DE MORFOLOGIA E FISIOLOGIA VEGETAL

THE USE OF ROBOTICS IN THE TEACHING OF PLANT MORPHOLOGY AND  
PHYSIOLOGY

Ciências Biológicas, Engenharias • 26/07/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/784693299](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/784693299)

---

Alexsandro Costa Damascena<sup>1</sup>

Kairon Breno Marinho da Silva Abreu<sup>2</sup>

Raissa de Sousa Silva<sup>3</sup>

Carlos Anderson Soares Bezerra-Pereira<sup>4</sup>

Cintia de Souza Clementino<sup>5</sup>

Tupinambá Coutinho Ferreira<sup>6</sup>

José Carlos de Carvalho Arraes<sup>7</sup>

Daniela Correia Grangeiro<sup>8</sup>

---

## RESUMO

O ensino de Morfologia e Fisiologia Vegetal ainda enfrenta desafios devido a abordagens muito teóricas e ao desinteresse dos estudantes, fenômeno conhecido como "cegueira botânica". Diante disso, este buscou observar como a robótica educativa pode contribuir como estratégia metodológica no ensino dos órgãos vegetais, integrando morfologia e fisiologia por meio da construção de modelos didáticos com LEDs. O referido estudo consiste em um relato de experiências com alunos do ensino médio do C.E.T.I. Miguel Lidiano, em Picos-PI. A metodologia englobou aulas dialogadas, organização de grupos para confeccionar maquetes de raiz, caule, folha e flor, além da montagem de circuitos elétricos simples para simular processos como absorção de água, transporte de seiva, fotossíntese e reprodução. A coleta de dados ocorreu via observação participante e registros descritivos das interações e produções dos estudantes. Os resultados apontaram maior engajamento, participação ativa e uma compreensão clara da relação entre estrutura e função nos órgãos vegetais. Conclui-se que a robótica associada à Botânica é uma ferramenta metodológica promissora, que favorece a aprendizagem significativa.

**Palavras-chave:** LEDs; Ensino de botânica; Metodologias ativas; Relato de experiência.

## ABSTRACT

Teaching plant morphology and physiology still faces challenges due to highly theoretical approaches and student disinterest—a phenomenon known as "plant blindness." In light of this, the present study sought to examine how educational robotics can serve as a methodological strategy for teaching plant organs, integrating morphology and physiology through the construction of didactic models using LEDs. The study reports on experiences with high

school students at C.E.T.I. Miguel Lídiano in Picos, Piauí. The methodology included interactive lessons, group activities to create models of roots, stems, leaves, and flowers, and the assembly of simple electrical circuits to simulate processes such as water absorption, sap transport, photosynthesis, and reproduction. Data collection involved participant observation and descriptive records of student interactions and work. The results indicated increased engagement, active participation, and a clear understanding of the relationship between structure and function in plant organs. It is concluded that robotics combined with botany is a promising methodological tool that fosters meaningful learning.

**Keywords:** LEDs; Botany education; Active methodologies; Experience report.

## 1. INTRODUÇÃO

O ensino de Botânica no contexto da educação básica tem sido historicamente marcado por abordagens excessivamente teóricas, centradas na memorização de nomenclaturas e classificações, o que contribui para o distanciamento dos estudantes em relação aos conteúdos relacionados às plantas (Arruda; Nascimento, 2024). Esse cenário favorece a consolidação do fenômeno denominado “cegueira botânica”, caracterizado pela dificuldade em reconhecer a importância das plantas no cotidiano e na dinâmica dos ecossistemas (Ursi *et al.*, 2018).

Tal problemática impacta diretamente a aprendizagem de conteúdos como morfologia e fisiologia vegetal, que passam a ser percebidos como abstratos e pouco significativos, distantes da realidade concreta dos alunos. O ensino de Botânica demanda estratégias que promovam maior aproximação entre o estudante e

o objeto de estudo, superando práticas exclusivamente expositivas (Ursi *et al.*, 2018).

Torna-se necessário repensar metodologias que favoreçam a compreensão integrada dos processos biológicos, articulando estrutura e função nos órgãos vegetais. A fragmentação entre morfologia e fisiologia contribui para uma aprendizagem compartimentalizada, dificultando a construção de uma visão sistêmica da planta como organismo integrado (Silva *et al.*, 2023; Arruda; Nascimento, 2024).

A necessidade de superação desse modelo tradicional dialoga com os pressupostos das metodologias ativas, que defendem o protagonismo discente. Bacich e Moran (2018) destacam que as metodologias ativas ganham efetividade quando associadas a projetos, práticas colaborativas e uso de recursos tecnológicos. Para Moran (2015), a transformação da prática pedagógica passa pela centralidade do estudante como sujeito ativo, cabendo ao professor o papel de mediador.

Nesse contexto, a inovação pedagógica estabelece-se como caminho promissor para revitalizar o ensino de Botânica, alinhando-se à necessidade de estratégias diversificadas e contextualizadas. A inserção da robótica educacional apresenta-se como estratégia capaz de materializar conceitos abstratos, tornando visíveis processos frequentemente abordados apenas de forma teórica e distante da percepção sensorial dos estudantes. Conforme Benitti (2012), a robótica como ferramenta metodológica favorece a aprendizagem ao estimular a investigação científica e a participação ativa do aluno no processo de construção do conhecimento.

Nessa lógica, ao envolver os estudantes na elaboração de modelos que representem funções vegetais, promove-se a externalização do pensamento e a construção ativa do saber, estimulando competências cognitivas, colaborativas e investigativas, aspectos também destacados por Anwar *et al.* (2019) ao evidenciarem o desenvolvimento do pensamento crítico e do trabalho colaborativo nesse tipo de abordagem.

A integração entre Robótica e ensino de Botânica possibilita que processos fisiológicos sejam representados por meio de dispositivos físicos, estabelecendo ponte entre conhecimento científico e experiência concreta. Vydra e Kovačik (2024) evidenciam que a visualização de estruturas abstratas eleva significativamente o conhecimento dos estudantes sobre conteúdos relacionados à anatomia vegetal, reforçando a importância de recursos que tornem os fenômenos biológicos mais perceptíveis. Nesse sentido, a utilização de modelos funcionais com LEDs contribui para reduzir a abstração excessiva dos conteúdos e articular conceitos morfológicos e fisiológicos em uma perspectiva integrada, favorecendo a compreensão sistêmica da planta como organismo vivo. Dessa forma, a proposta dialoga, ainda, com a concepção de educação como prática dialógica e emancipatória.

Entretanto, conforme Linhares (2008), a pedagogia inspirada em Paulo Freire propõe a superação da educação bancária por meio do diálogo e da construção coletiva do saber. Ao inserir os estudantes como protagonistas na elaboração de modelos que simulam funções vegetais, cria-se um ambiente de aprendizagem investigativo, colaborativo e crítico, no qual teoria e prática se articulam de maneira significativa.

Diante desse cenário, evidencia-se a necessidade de investigações que analisem, no contexto da escola pública, as contribuições da robótica educacional para o ensino de morfologia e fisiologia vegetal, considerando suas potencialidades para no favorecer a aprendizagem significativa e reduzir a abstração excessiva desses conteúdos. Entretanto, sua implementação também depende de fatores como formação docente e infraestrutura adequada. Embora existam discussões sobre metodologias ativas, ainda se observa carência de experiências sistematizadas que articulem robótica, morfologia e fisiologia vegetal.

Para tanto, o presente estudo teve como objetivo analisar as contribuições da robótica educativa no ensino de morfologia e fisiologia vegetal por meio de intervenção pedagógica com estudantes do ensino médio do Centro de Ensino em Tempo Integral (C.E.T.I.) Miguel Lidiano, em Picos-PI, buscando compreender como a construção de modelos com LEDs pode favorecer a aprendizagem significativa e o engajamento discente no estudo dos órgãos vegetais.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA OU REVISÃO DA LITERATURA**

O ensino de botânica na educação básica tem sido objeto de crescente preocupação entre pesquisadores, que apontam um cenário marcado por desinteresse, dificuldades de aprendizagem e distanciamento entre os conteúdos escolares e a realidade dos estudantes. Arruda e Nascimento (2024) destacam que os conteúdos de botânica são frequentemente abordados de maneira excessivamente teórica, centrados na memorização de nomenclaturas e classificações, sem articulação com o cotidiano dos alunos. Ursi *et al.* (2018) complementam essa análise ao enfatizarem

que a área ainda está distante de alcançar os objetivos esperados, sendo comum o desinteresse de estudantes e até de professores, que consideram a botânica difícil e pouco atrativa.

Esse fenômeno é discutido como “cegueira botânica”, caracterizado pela incapacidade de perceber as plantas no ambiente e reconhecer sua importância (Ursi *et al.*, 2018). Uma das causas desse desinteresse reside na forma como as plantas são tradicionalmente apresentadas. Nesse contexto, Krtková (2024) argumenta que, por serem organismos sésseis e não apresentarem movimentos rápidos como os animais, as plantas recebem menor atenção dos estudantes, reforçando uma percepção zoocêntrica e antropocêntrica do mundo.

Assim, a autora propõe ensinar botânica a partir dos “sentidos das plantas”, abordando como percebem luz, gravidade, estímulos químicos e mecânicos, integrando fisiologia, anatomia e ecologia de forma holística (Krtková, 2024). Essa mudança de perspectiva busca deslocar o olhar do aluno do animal para a planta, favorecendo uma conexão mais profunda com o mundo vegetal.

O ensino de morfologia vegetal enfrenta obstáculos significativos, sobretudo pelo uso de terminologias complexas que conduzem à memorização mecânica, sem estabelecer relações com o cotidiano (Santos; Lage, 2023). As autoras apontam que a abordagem tradicional e descontextualizada resulta em desinteresse e dificuldade de aprendizagem. A análise de livros didáticos revelou que o conteúdo de morfologia geralmente aparece em capítulos finais, com imagens meramente informativas e raras propostas de atividades práticas ou colaborativas, contribuindo para um ensino monótono (Santos; Lage, 2023).

Além disso, a “impercepção botânica” é agravada pela falta de interação com plantas vivas, mantendo o ensino restrito à teoria. A fisiologia vegetal apresenta desafios adicionais devido à sua natureza interdisciplinar, envolvendo conceitos de química, física e bioquímica, além da vasta terminologia especializada (Silva *et al.*, 2023). Entretanto, uma revisão sistemática identificou que a fotossíntese é o conteúdo mais abordado, enquanto temas como nutrição mineral e relações hídricas permanecem negligenciados, evidenciando lacunas pedagógicas (Silva *et al.*, 2023).

Diante desses desafios, diferentes estratégias didáticas como jogos, vídeos e experimentação vêm sendo empregadas com resultados positivos. Estudo experimental com rosas brancas demonstrou que a articulação entre aula expositiva e prática investigativa promoveu melhoria significativa na aprendizagem de conceitos como transpiração estomática, potencial hídrico e condução de seiva (Silva *et al.*, 2025). Os desafios no ensino de morfologia e fisiologia vegetal também se relacionam à necessidade de visualização tridimensional de estruturas e à compreensão de processos dinâmicos e invisíveis.

Carvalho *et al.* (2021) destacam que, diante da ausência de laboratórios e recursos para observação microscópica, os modelos didáticos tornam-se ferramentas essenciais, permitindo acesso visual a elementos que não podem ser vistos a olho nu. Gomes *et al.* (2024) evidenciam que a materialização de conceitos abstratos favorece significativamente a aprendizagem, elevando os índices de acerto em conteúdos que exigem alto grau de abstração.

Essa necessidade encontra respaldo nos mecanismos cognitivos estudados por Zander, Wetzel e Bertel (2016), que identificaram o *offloading* cognitivo (ou descarga cognitiva) como processo pelo

qual a manipulação física de objetos externaliza parte do processamento mental, reduzindo a carga na memória de trabalho e potencializando o desempenho quando o estudante já possui base conceitual.

Aspectos motivacionais também são relevantes. Wu, Lin e Yang (2013) evidenciam a importância da presença social e do *feedback* imediato para o engajamento dos estudantes. No campo da robótica educacional, Benitti (2012) realizou revisão sistemática identificando seu potencial como ferramenta de ensino, especialmente em áreas STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática).

De forma complementar, Anwar *et al.* (2019), ao analisarem ampla produção acadêmica, classificam a robótica educacional como promotora de aprendizagem ativa, compreensão de conceitos abstratos e desenvolvimento do pensamento crítico e da resolução de problemas. No entanto, permanecem dificuldades na compreensão do crescimento secundário de raízes e caules, da função mecânica do xilema e do processo de transpiração.

Além disso, 80% dos professores relatam problemas dos alunos na identificação de tecidos microscópicos (Vydra; Kovačik, 2025). A carência de materiais e infraestrutura adequada agrava esse cenário, impactando o entusiasmo docente e a aprendizagem (Vydra; Kovačik, 2024). A necessidade de superar o modelo excessivamente teórico encontra fundamentos na pedagogia crítica.

Franco (2017) afirma que a pedagogia não crítica transforma-se em tecnologia de regulação e domesticação. Higuera Ramos *et al.* (2024) situam a pedagogia crítica como postura transformadora

voltada à emancipação e à formação de sujeitos conscientes, fundamentada na investigação, reflexão e tomada de consciência. A oposição entre educação bancária e educação problematizadora é central nesse debate. Linhares (2008) explica que a educação bancária concebe o saber como doação unilateral, enquanto a educação libertadora baseia-se na dialogicidade e na construção coletiva do conhecimento.

Higuera Ramos *et al.* (2024) reforçam que a prática problematizadora planta o diálogo e a investigação como suportes fundamentais do processo educativo. Ursi *et al.* (2018) defendem que a superação dos desafios do ensino de botânica passa pela contextualização e diversificação de estratégias didáticas. Arruda e Nascimento (2024) apontam a necessidade de romper com a educação bancária e adotar metodologias que valorizem experimentação e reflexão crítica. Moran (2015) argumenta que colocar o aluno no centro do processo de aprendizagem promove engajamento mais autêntico, perspectiva reforçada por Bacich e Moran (2018), que destacam o papel do professor como mediador na construção de significados.

Nesse contexto, a robótica educacional apresenta-se como ferramenta capaz de materializar processos invisíveis da fisiologia vegetal, possibilitando simulações de fluxos e respostas estruturais. Conforme Benitti (2012) e Anwar *et al.* (2019), a robótica favorece aprendizagem ativa e desenvolvimento do pensamento crítico, ao mesmo tempo em que responde à necessidade de visualização apontada por Carvalho *et al.* (2021) e Gomes *et al.* (2024). Assim, a integração entre fundamentos da pedagogia crítica e metodologias ativas oferece caminhos consistentes para promover aprendizagem significativa em botânica.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. Contexto da Experiência**

A investigação assumiu caráter qualitativo (Santos; Lage, 2023; Carvalho *et al.*, 2021), buscando seguir o modelo de intervenção pedagógica no ensino de ciências. A intervenção organizou-se em etapas sucessivas que buscam a sinergia entre teoria e prática investigativa (Lins da Silva *et al.*, 2025): apresentação da proposta; aula dialogada sobre morfologia e fisiologia vegetal; divisão da turma em quatro equipes, cada uma responsável por representar um órgão vegetal (raiz, caule, folha e flor); construção de maquetes; montagem de circuitos elétricos simples com LEDs para simulação de processos fisiológicos; testes e socialização final.

As atividades articularam teoria e prática, possibilitando a representação concreta de fenômenos biológicos abstratos que não podem ser vistos a olho nu (Barros-Gomes *et al.*, 2024; Carvalho *et al.*, 2021). Essa abordagem estimula o protagonismo discente e a construção coletiva do saber, superando o modelo tradicional de ensino (Linhares, 2008; Higuera Ramos *et al.*, 2024; Ursi *et al.*, 2018).

#### **3.2. Seleção da Amostra**

O estudo foi realizado com estudantes do ensino médio do C.E.T.I. Miguel Lidiano, no município de Picos-PI. A seleção ocorreu de forma intencional, considerando a turma na qual a intervenção foi aplicada, garantindo a participação integral dos discentes.

#### **3.3. Descrição da Intervenção e Organização das Atividades**

A obtenção de informações e dados ocorreu por meio da observação direta dos participantes durante todas as etapas da intervenção, abordagem que permite a análise das metodologias e das relações entre os sujeitos no cotidiano escolar (Carvalho *et al.*, 2021). Foram realizados registros descritivos das interações, questionamentos, estratégias de resolução de problemas e atitudes cooperativas dos estudantes, visando analisar o engajamento e o comportamento discente diante de atividades tecnológicas (Anwar *et al.*, 2019).

## **4. ANÁLISE DOS DADOS**

A análise dos dados coletados ao longo da intervenção evidenciou mudanças no engajamento, na compreensão conceitual e na postura investigativa dos estudantes. Os registros foram organizados nas seguintes categorias temáticas: (i) engajamento e protagonismo; (ii) compreensão dos processos morfológicos e fisiológicos; (iii) dificuldades e resolução de problemas; e (iv) contribuições da robótica como mediação pedagógica.

### **4.1. Engajamento e Protagonismo Estudantil**

Durante a construção dos modelos, observou-se aumento progressivo da participação ativa. A maioria se envolveu diretamente na montagem dos circuitos elétricos e na estruturação dos modelos, enquanto os demais contribuíram com organização, pesquisa teórica e ajustes funcionais. Inicialmente, parte da turma apresentava postura mais passiva diante dos conteúdos teóricos; contudo, na etapa prática verificou-se maior iniciativa, colaboração e autonomia decisória.

Problemas como LEDs que não acendiam ou circuitos incompletos estimularam discussões coletivas e formulação de hipóteses. Tal

dinâmica dialoga com a perspectiva freireana apresentada por Linhares (2008), na qual o estudante assume papel ativo na construção do conhecimento.

#### **4.2. Compreensão dos Processos Morfológicos e Fisiológicos**

A maioria dos alunos explicou corretamente a função dos tecidos condutores, relacionando o xilema ao transporte de água e sais minerais e o floema à distribuição de substâncias orgânicas produzidas pela planta.

Foram consideradas corretas as respostas que identificaram adequadamente as funções do xilema e do floema e estabeleceram relação entre esses tecidos e os modelos construídos durante a atividade, o que reflete o ganho de conhecimento proporcionado pelo uso de recursos visuais (Vydra; Kováčik, 2024). Esse resultado sugere que a representação prática dos processos vegetais contribuiu para reduzir o nível de abstração dos conteúdos e favorecer a compreensão das relações entre estrutura e função vegetal (Barros Gomes *et al.*, 2024).

A construção dos modelos possibilitou transformar conceitos abstratos em representações concretas. No grupo da raiz, por exemplo, a diferenciação entre via apoplástica e simplástica foi representada por percursos distintos de condução luminosa, facilitando a visualização do fluxo de substâncias. Esse resultado converge com Krtková (2024), que defende estratégias integradoras entre fisiologia e anatomia para reduzir abstrações no ensino de botânica, e com Vydra e Kovačik (2024), que evidenciam a eficácia da visualização prática na aprendizagem de anatomia vegetal.

Os resultados observados demonstram que a utilização de modelos didáticos associados a componentes eletrônicos favoreceu a compreensão de processos fisiológicos que normalmente não podem ser observados diretamente (Anwar *et al.*, 2019). A possibilidade de visualizar o funcionamento representado pelos modelos permitiu aos estudantes estabelecer relações entre os conceitos teóricos discutidos em sala e sua aplicação prática.

Em especial, o acionamento dos LEDs e a simulação visual dos processos fisiológicos possibilitaram acompanhar de forma dinâmica fenômenos que normalmente não podem ser observados diretamente, favorecendo a compreensão dos conteúdos trabalhados (Vydra; Kováčik, 2024). Dessa forma, a atividade contribuiu para uma aprendizagem mais significativa dos conteúdos de morfologia e fisiologia vegetal (Barros Gomes *et al.*, 2024).

#### **4.3. Dificuldades Técnicas e Resolução Colaborativa**

Emergiram dificuldades relacionadas à polaridade dos LEDs e ao fechamento do circuito. Em alguns momentos, os dispositivos não funcionaram inicialmente, exigindo revisão das conexões. Esses episódios foram compreendidos como oportunidades de aprendizagem investigativa. Observou-se mobilização coletiva para identificar os erros, testar hipóteses e buscar soluções, incorporando a tentativa e erro ao processo formativo e fortalecendo o raciocínio lógico (Figura 1).

**Figura 1.** Momento da montagem e programação dos circuitos elétricos utilizados como modelos didáticos



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Tal dinâmica aproxima-se do que Benitti (2012) define como mediação tecnológica significativa, na qual a tecnologia atua como instrumento ativo de construção do conhecimento, além do que Anwar *et al.* (2019) apontam sobre a robótica como promotora de aprendizagem ativa e compreensão de conceitos abstratos.

#### **4.4. Robótica Educacional e Superação da Abstração**

A integração de componentes eletrônicos aos modelos mostrou-se primordial para a consolidação da aprendizagem (Figuras 1, 2 e 3). A ativação luminosa simulando transporte de seiva, fotossíntese e

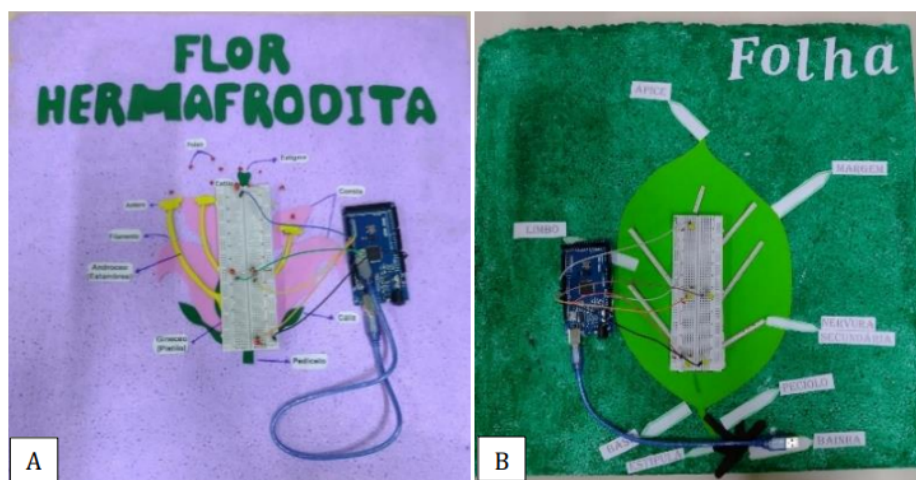
fecundação favoreceu a associação entre estrutura e função das estruturas da planta (Figura 2A-B). Na apresentação final, os estudantes demonstraram domínio conceitual, articulando termos científicos e justificando escolhas estruturais, com maior segurança na comunicação oral.

**Figura 2.** Fotos dos modelos didáticos e seus respectivos componentes eletrônicos: (A) representação da raiz; (B) representação do caule.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

**Figura 3.** Fotos dos Modelos didáticos e seus respectivos componentes eletrônicos: A. representação da flor; B. representação da folha.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

A atividade contribuiu ainda para o enfrentamento da “cegueira botânica”, discutida por Ursi *et al.* (2018), ao tornar os processos vegetais perceptíveis e dinâmicos. A planta passou a ser compreendida como sistema funcional integrado, aproximando-se da abordagem proposta por Krtková (2024) acerca dos “sentidos das plantas”.

Os resultados indicam que a robótica educacional potencializa a aprendizagem e o protagonismo estudantil (Benitti, 2012; Linhares, 2008). A visualização de processos por meio de modelos robóticos reduziu a abstração excessiva dos conteúdos (Vydra; Kováčik, 2024) e integrou teoria e prática de forma indissociável (Lins da Silva *et al.*, 2025). Os achados sugerem que essa estratégia é promissora para superar entraves históricos no ensino de Botânica (Arruda; Nascimento, 2024).

## 5. CONCLUSÃO

A experiência demonstrou que a articulação entre metodologias ativas e recursos tecnológicos (LEDs e pilhas) constitui alternativa pedagógica promissora para o ensino de morfologia e fisiologia vegetal, favorecendo a aprendizagem significativa, o protagonismo estudantil e a integração entre teoria e prática. E reforçam a

relevância de práticas educativas que promovam experimentação, colaboração e contextualização no ensino de ciências, contribuindo para a superação de desafios históricos associados ao ensino de Botânica e para a construção de uma aprendizagem mais integrada e significativa.

A integração de elementos da robótica ao ensino de botânica revelou-se eficaz como recurso mediador, ao possibilitar a representação concreta de processos fisiológicos complexos frequentemente abordados de maneira abstrata. A experiência contribuiu para reduzir dificuldades previamente identificadas e para estimular o raciocínio científico por meio da experimentação, da análise de erros e da reformulação de hipóteses, favorecendo a manipulação física como suporte à construção conceitual e ampliando o acesso visual a elementos que tradicionalmente permanecem abstratos no ensino de ciências.

Essa abordagem favoreceu não apenas a compreensão conceitual dos estudantes, mas também o desenvolvimento de habilidades relacionadas à criatividade, à resolução de problemas, ao trabalho em equipe e ao protagonismo estudantil. Dessa forma, a proposta apresenta potencial de replicação em diferentes contextos educacionais, constituindo uma alternativa pedagógica acessível e inovadora para o ensino de Botânica e de outras áreas das Ciências da Natureza.

Entretanto, é necessário considerar que o estudo foi desenvolvido em um contexto específico, com amostra delimitada e abordagem qualitativa, o que restringe a generalização dos resultados. Novas investigações, com diferentes delineamentos metodológicos e em outros contextos escolares, podem ampliar a compreensão sobre o

impacto da robótica educacional no ensino de ciências e aprofundar a análise de suas potencialidades e limites.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANWAR, S. *et al.* A systematic review of studies on educational robotics. **Journal of Pre College Engineering Education Research (J-PEER)**, v. 9, n. 2, p. 1-22, 2019. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1223>. Acesso em: 14 fev. 2026.

ARRUDA, K. M.; NASCIMENTO, M. C. Entraves ao ensino de Botânica: uma reflexão acerca do currículo de Ciências. **Revista Educação Pública**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 13, 16 abr. 2024. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/24/13/entraves-ao-ensino-de-botanica-uma-reflexao-acerca-do-curriculo-de-ciencias>. Acesso em: 15 fev. 2026. Acesso em: 14 fev. 2026.

BACICH, L.; MORAN, J. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BARROS GOMES, P. R. *et al.* Inserção de modelos didáticos no ensino de Biologia em uma escola do Ensino Médio em Pinheiro, Maranhão. **Revista Univap**, v. 30, n. 65, 2024. <https://doi.org/10.18066/revistaunivap.v30i65.4508>. Acesso em: 10 fev. 2026.

BENITTI, F. B. V. Exploring the educational potential of robotics in schools: a systematic review. **Computers & Education**, v. 58, n. 3, p. 978-988, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>. Acesso em: 10 fev. 2026.

CARVALHO, P. N. A. *et al.* Teaching biology in basic education: production of teaching models and use of ludic practices. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. e50101421667, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21667>. Acesso em: 14 fev. 2026.

FRANCO, M. A. R. S. Da necessidade/atualidade da pedagogia crítica: contributos de Paulo Freire. **Reflexão e Ação**, Santa Cruz do Sul, v. 25, n. 2, p. 150-168, 2017. <https://doi.org/10.17058/rea.v25i2.8891>. Acesso em: 10 fev. 2026.

HIGUERA RAMOS, C. *et al.* Review of critical pedagogy and the curriculum. **Form@re – Open Journal per la formazione in rete**, Firenze, v. 24, n. 2, p. 179-196, 2024. <https://doi.org/10.36253/form-16088>. Acesso em: 14 fev. 2026.

KRTKOVÁ, J. Teaching plant biology through "plant senses"—a more engaging, holistic approach and introduction. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, Cham, v. 36, p. 491-502, 2024. <https://doi.org/10.1007/s40626-023-00305-0>. Acesso em: 15 fev. 2026.

LINHARES, L. L. Paulo Freire: por uma educação libertadora e humanista. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (EDUCERE), 8., 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba: PUCPR, 2008. Disponível em: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58912525/pedagogia\\_libertadora20190415-67301-1gcd9w4-libre.pdf](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58912525/pedagogia_libertadora20190415-67301-1gcd9w4-libre.pdf). Acesso em: 15 fev. 2026.

LINS DA SILVA, J. *et al.* Experimentação no ensino de fisiologia vegetal para o ensino médio e a licenciatura em biologia. **Revista Eixo**, v. 14, n. 3, 2025. <https://doi.org/10.19123/REixo.v14.n3.04>. Acesso em: 10 fev. 2026.

MORAN, J. M. Mudando a educação com metodologias ativas. *In*: SOUZA, C. A.; MORALES, O. E. T. (orgs.). **Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**. Ponta Grossa: UEPG/PROEX, 2015. p. 15-33. Disponível em: [http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/mudando\\_moran.pdf](http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf). Acesso em: 15 fev. 2026.

SANTOS, T. A. dos; LAGE, D. de A. A morfologia vegetal na perspectiva dos livros didáticos do ensino médio. **Revista Prática Docente**, v. 8, n. 1, e23008, 2023. <https://doi.org/10.23926/RPD.2023.v8.n1.e23008.id1734>. Acesso em: 10 fev. 2026.

SILVA, J. F. *et al.* O ensino de fisiologia vegetal: uma revisão sistemática durante a pandemia da COVID-19. **Diversitas Journal**, v. 8, n. 3, p. 2867-2881, 2023. <https://doi.org/10.48017/dj.v8i3.2653>. Acesso em: 10 fev. 2026.

URSI, S. *et al.* Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 6-24, 2018. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0002>. Acesso em: 10 fev. 2026.

VYDRA, M.; KOVÁČIK, J. Teacher characteristics influencing plant biology education: age, perception, and practical engagement. **Theoretical and Experimental Plant Physiology, Cham**, v. 37, Article 9, 2025. <https://doi.org/10.1007/s40626-024-00351-2>. Acesso em: 10 fev. 2026.

VYDRA, M.; KOVÁČIK, J. Visual plant anatomy: from science to education and vice versa. **Journal of Biosciences**, Bengaluru, v. 49,

n. 2, p. 48, 2024. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/379541215\\_Visual\\_plant\\_anatomy\\_From\\_science\\_to\\_education\\_and\\_vice\\_versa](https://www.researchgate.net/publication/379541215_Visual_plant_anatomy_From_science_to_education_and_vice_versa). Acesso em: 15 fev. 2026.

WU, E.; LIN, W.-C.; YANG, S. C. An experimental study of cyber face-to-face vs. cyber text-based English tutorial programs for low-achieving university students. **Computers & Education**, v. 63, p. 52-61, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.018>. Acesso em: 10 fev. 2026.

ZANDER, S.; WETZEL, S.; BERTEL, S. Rotate it! – Effects of touch-based gestures on elementary school students' solving of mental rotation tasks. **Computers & Education**, v. 103, p. 158-169, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.10.007>. Acesso em: 10 fev. 2026.

---

<sup>1</sup> Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Piauí (UESPI), Picos, Piauí, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

<sup>2</sup> Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Piauí (UESPI), Picos, Piauí, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

<sup>3</sup> Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Piauí (UESPI), Picos, Piauí, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

<sup>4</sup> Mestre em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Floriano, Piauí, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

<sup>5</sup> Professora Doutora, Universidade Estadual do Piauí - UESPI, Picos, Piauí, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

<sup>6</sup> Mestre no ensino de Biologia, Universidade Estadual do Piauí (UESPI), Teresina, Piauí, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

<sup>7</sup> Mestre em Biodiversidade, Ambiente e Saúde, Universidade Estadual do Piauí (UESPI), Picos, Piauí, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

<sup>8</sup> Professora Doutora em Zoologia, Universidade Estadual do Piauí (UESPI), Picos, Piauí, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).