



Ecotoxicologia no Ensino Fundamental de Ciências: simulação experimental com dipirona como ferramenta de Educação Ambiental

Paulo Henrique Oliveira de Miranda^{1*}, André Monteiro Moraes²,
Maria Janiely de Siqueira Gomes³, Isadora Alves Soares Galvão⁴, Marcos Felipe Calado Jatobá⁴,
Nalanda Izabel Moreira⁴, Ana Paula Duarte Pires⁵

¹Doutor em Ciências Biológicas, Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas, UFPE, Docente Secretária de Educação e Esportes de Pernambuco, Brasil. (*Autor correspondente: paulo.homiranda@ufpe.br)

²Doutor em Educação pelo programa PPGED da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil.

³Doutoranda em Ensino de Ciências e Educação Matemática pelo programa PPGCECM da Universidade Estadual da Paraíba, Brasil.

⁴Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas, Autarquia de Ensino Superior de Arcoverde, Brasil.

⁵Doutora em Biologia de Fungos, docente da Autarquia de Ensino Superior de Arcoverde, Brazil

Histórico do Artigo: Submetido em: 12/03/2026 – Revisado em: 23/07/2026 – Aceito em: 31/08/2026

RESUMO

A presença de contaminantes emergentes no ambiente tem despertado crescente preocupação científica, especialmente devido ao potencial impacto dessas substâncias sobre organismos vivos e ecossistemas. No contexto educacional, a abordagem desse tema pode contribuir para o desenvolvimento da alfabetização científica e da consciência ambiental dos estudantes. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo desenvolver uma atividade investigativa no ensino de Ciências envolvendo conceitos de ecotoxicologia e contaminantes emergentes, utilizando metodologias ativas baseadas em problemas e projetos. A atividade foi realizada com estudantes do 7º ano do ensino fundamental e consistiu em uma simulação experimental de contaminação ambiental utilizando diferentes concentrações de dipirona monohidratada aplicadas sobre sementes de chia (*Salvia hispanica* L.). O experimento foi conduzido em ambiente controlado durante sete dias, sendo avaliados o processo de germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas. Os resultados indicaram que concentrações elevadas da substância apresentaram efeito inibitório sobre a germinação das sementes, enquanto concentrações menores permitiram o desenvolvimento das plântulas, porém com redução no crescimento quando comparadas ao grupo controle. A atividade possibilitou discutir com os estudantes os possíveis efeitos de substâncias químicas sobre organismos vegetais, bem como refletir sobre o papel dos contaminantes emergentes no ambiente. Os resultados indicam que a utilização de atividades experimentais investigativas pode representar uma estratégia pedagógica relevante para integrar conceitos de ecotoxicologia e educação ambiental no ensino de Ciências, promovendo o desenvolvimento do pensamento crítico e da alfabetização científica.

Palavras-Chaves: educação ambiental; contaminantes emergentes; ecotoxicologia; metodologias ativas; ensino de ciências.

Ecotoxicology in Elementary Science Education: an Experimental Simulation with Dipyrone as a Tool for Environmental Education

ABSTRACT

The presence of emerging contaminants in the environment has raised increasing scientific concern due to their potential impact on living organisms and ecosystems. In the educational context, addressing this topic can contribute to the development of students' scientific literacy and environmental awareness. In this sense, the present study aimed to develop an investigative activity in science education involving concepts of ecotoxicology and emerging contaminants using active learning methodologies based on problem- and project-based learning. The activity was carried out with 7th-grade students and consisted of an experimental simulation of environmental contamination using different concentrations of dipyrone applied to chia seeds (*Salvia hispanica* L.). The experiment was conducted under controlled conditions for seven days, evaluating seed germination and initial seedling development. The results indicated that high concentrations of the substance inhibited seed germination, while lower concentrations allowed seedling development, although with reduced growth compared to the control group. The activity enabled students to discuss the potential effects of chemical substances on plant organisms and reflect on the role of emerging contaminants in the environment. The findings suggest

Miranda, P.H.O., Moraes, A.M., Gomes, M.J.S., Galvão, I.A.S., Jatobá, M.F.C., Moreira, N.I., Pires, A.P.D. (2026). Ecotoxicologia no Ensino Fundamental de Ciências: simulação experimental com dipirona como ferramenta de Educação Ambiental. *Educação Ambiental (Brasil)*, v.7, n.1, p.47-54.



that investigative experimental activities can represent an effective pedagogical strategy for integrating ecotoxicology and environmental education concepts in science teaching, promoting critical thinking and scientific literacy.

Keywords: environmental education; emerging contaminants; ecotoxicology; active learning; science education.

1. Introdução

A Educação Ambiental constitui um importante instrumento para a formação de cidadãos conscientes e capazes de compreender as relações entre ser humano e meio ambiente. No Brasil, a Lei nº 9.795/1999 instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental, estabelecendo que a Educação Ambiental deve estar presente de forma integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades de ensino (Brasil, 1999). Essa política orienta que a abordagem das questões ambientais nas escolas ultrapasse a simples transmissão de conteúdos, promovendo a construção de conhecimentos, valores e atitudes voltadas à conservação do meio ambiente, bem como o desenvolvimento sustentável (Loureiro, 2012; Sorrentino et al., 2005). Diante deste cenário, o ensino de Ciências, no ensino fundamental, e da Biologia e da Química, no ensino médio, assume papel fundamental ao possibilitar a compreensão de fenômenos naturais e das consequências das ações humanas sobre os ecossistemas.

Desde a denúncia dos impactos ambientais decorrentes do uso e descarte inadequado de substâncias químicas na obra *Primavera Silenciosa* (Carson, 1962), a área da ecotoxicologia tem se desenvolvido significativamente, evidenciando problemáticas relacionadas à presença de contaminantes químicos no ambiente, incluindo substâncias provenientes de medicamentos e produtos de uso cotidiano. Esses compostos são frequentemente classificados como contaminantes emergentes, devido à sua ocorrência crescente em diferentes matrizes ambientais e ao potencial de causar impactos ecológicos mesmo em baixas concentrações (Montagner, Vidal e Acayaba, 2017). Nesse contexto, a ecotoxicologia consolida-se como uma área da ciência dedicada ao estudo dos efeitos de substâncias químicas sobre organismos vivos e ecossistemas, contribuindo para a avaliação de riscos ambientais e para a compreensão das interações entre poluentes e componentes bióticos (Newman, 2019). Ensaaios ecotoxicológicos utilizando sementes e plântulas têm sido amplamente empregados como ferramentas sensíveis para avaliar possíveis efeitos tóxicos de diferentes compostos sobre organismos vegetais (Lira et al., 2025).

No campo educacional, a abordagem de problemas ambientais complexos pode ser potencializada pela adoção de metodologias que favoreçam a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento. As chamadas metodologias ativas buscam promover o protagonismo dos discentes, incentivando a investigação, a experimentação e a resolução de problemas contextualizados (Bacich e Moran, 2018). Entre essas abordagens destacam-se a Aprendizagem Baseada em Problemas e a Aprendizagem Baseada em Projetos, estratégias pedagógicas que estimulam o desenvolvimento do pensamento crítico, da autonomia intelectual e das habilidades investigativas dos estudantes (Bender, 2014; Thomas, 2000).

No ensino de Ciências, a utilização dessas metodologias permite aproximar os estudantes do método científico, favorecendo a realização de atividades experimentais e investigações orientadas por problemas reais. Essa abordagem contribui para o desenvolvimento da alfabetização científica, permitindo que os estudantes compreendam fenômenos ambientais contemporâneos e analisem criticamente suas implicações socioambientais (Carvalho, 2013; Chassot, 2016; Sasseron e Carvalho 2011). Dessa forma, a integração de conceitos de ecotoxicologia ao ensino de Ciências por meio de metodologias ativas representa uma estratégia pedagógica relevante para promover uma Educação Ambiental crítica e contextualizada, alinhada com os princípios estabelecidos pela Política Nacional de Educação Ambiental (Loureiro, 2015).

Apesar da crescente discussão sobre poluição química e contaminantes emergentes no ensino de Ciências, muitos estudantes ainda apresentam dificuldades em compreender como determinadas substâncias presentes no ambiente podem exercer efeitos nocivos sobre organismos vivos. Em muitos casos, esses impactos ocorrem de forma pouco perceptível ou em concentrações que não produzem efeitos visíveis imediatos, o que dificulta a compreensão dos processos envolvidos. Embora os estudantes frequentemente

tenham contato com discussões gerais sobre poluição da água, a relação entre contaminantes e seus possíveis efeitos biológicos nem sempre se torna evidente no ensino de Ciências (Nascimento et al., 2023; Borille et al., 2026). Nesse contexto, a realização de atividades experimentais que permitam observar, ainda que de forma simulada, os efeitos de substâncias químicas sobre organismos vivos pode contribuir para tornar esses processos mais compreensíveis, favorecendo a construção de conexões entre conceitos científicos e problemas ambientais contemporâneos.

Diante deste contexto, o presente estudo teve como objetivo desenvolver e aplicar uma atividade experimental investigativa utilizando sementes de *Salvia hispanica* expostas à dipirona como modelo didático para abordar conceitos de ecotoxicologia, contaminantes emergentes e Educação Ambiental no ensino de Ciências.

2. Material e Métodos

O presente estudo caracteriza-se como um relato de experiência pedagógica de natureza descritiva, desenvolvido em contexto escolar com caráter exploratório. A atividade experimental foi realizada com 10 estudantes do 7º ano do ensino fundamental de uma escola do interior da rede estadual de Pernambuco, após o desenvolvimento prévio de conteúdos relacionados à temática ambiental presentes no currículo de Ciências do estado.

O experimento foi conduzido após estudo de conteúdos relacionados à temática ambiental presentes no currículo de Ciências de Pernambuco (Pernambuco, 2020), incluindo: seres bióticos e abióticos (BNCC EF07CI07APE), impactos ambientais e catástrofes naturais (BNCC EF07CI08APE), programas e indicadores de saúde pública (BNCC EF07CI09PE) e processos ambientais relacionados a mudanças de hábitos e migração de espécies (BNCC EF07CI08BPE). Esses conteúdos foram trabalhados previamente em sala de aula, na forma de aula expositiva dialogada e aprendizagem baseada em problemas, onde eram exibidos casos de impactos ambientais e os estudantes identificavam a origem e consequência dos impactos, desta forma promovendo uma melhor contextualização conceitos relacionados ao meio ambiente, poluição e contaminantes.

Antes da realização do experimento, os estudantes participaram de uma oficina introdutória sobre boas práticas laboratoriais, como uso de EPI, apresentação de algumas das vidrarias utilizadas, higienização de materiais, uso correto de objetos de manuseio como pinças e espátulas e pipetagem de soluções. E também sobre germinação de sementes e cultivo de plantas em microambientes controlados, destacando quebra de dormência de sementes, emergência dos primeiros órgãos das plantas, condições necessárias para crescimento como luz indireta, temperatura, água e umidade. O objetivo de familiarizá-los com os procedimentos experimentais e com os princípios básicos da investigação científica.

O experimento foi conduzido com base na metodologia descrita por Lira et al. (2025), com adaptações para aplicação em contexto educacional, todo ele foi conduzido pelos estudantes com orientação do professor, e eventuais intervenções quando necessárias. Para preparação das soluções, cinco comprimidos de 1.000 mg de dipirona monohidratada foram macerados em almofariz com auxílio de pistilo e posteriormente dissolvidos em 25 mL de água destilada, obtendo-se uma solução estoque com concentração aproximada de 200 mg/mL. A partir dessa solução foram realizadas diluições seriadas para obtenção das concentrações experimentais de 100 mg/mL e 10 mg/mL.

Para condução do experimento, uma folha de papel filtro foi posicionada no fundo de recipientes plásticos de 250 mL, nos quais foram distribuídas 25 sementes de chia (*Salvia hispanica* L.) com auxílio de pinça anatômica. Em seguida, foram adicionados 3 mL das soluções preparadas, sendo estabelecidos três tratamentos experimentais (200 mg/mL, 100 mg/mL e 10 mg/mL) e um grupo controle contendo apenas água destilada. Para cada tratamento foram preparados cinco recipientes experimentais, totalizando vinte unidades experimentais.

Os recipientes foram mantidos em ambiente climatizado, com temperatura média de aproximadamente 25 °C, sem incidência direta de luz solar, e monitorados diariamente durante sete dias. A germinação foi

considerada quando ocorreu a protusão da radícula, sendo posteriormente avaliado o desenvolvimento inicial das plântulas. Ao final do período experimental, o comprimento das plântulas foi mensurado com auxílio de régua milimetrada, sendo selecionadas aleatoriamente cinco plântulas por recipiente.

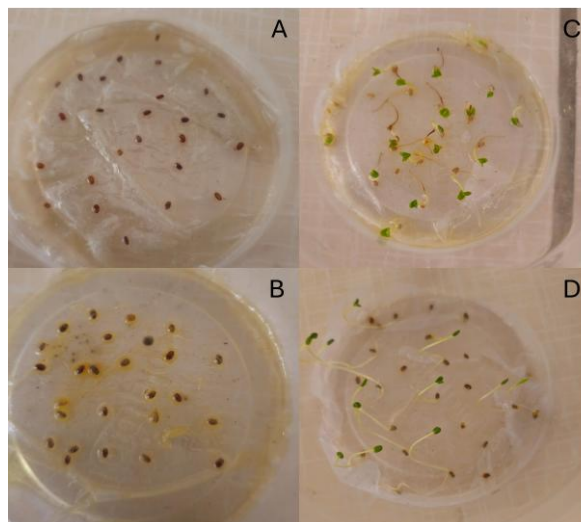
Os dados obtidos foram organizados em planilha eletrônica no software Excel, sendo calculadas médias e desvios padrão para cada grupo experimental. A análise foi conduzida de forma descritiva, considerando o caráter exploratório e pedagógico da atividade, não tendo como objetivo a realização de inferências estatísticas generalizáveis.

3. Resultados e Discussão

A análise dos resultados deste estudo contempla dois aspectos: a dimensão experimental, relacionada à observação dos possíveis efeitos da dipirona monohidratada sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de sementes de chia (*Salvia hispanica* L.), e a dimensão pedagógica, referente às contribuições da atividade para o processo de ensino e aprendizagem em Ciências. Nesse sentido, além de examinar as respostas biológicas observadas nas plântulas submetidas às diferentes concentrações da substância, também se buscou refletir sobre o potencial didático da experimentação como estratégia para abordar conceitos de ecotoxicologia, contaminantes emergentes e Educação Ambiental. A seguir, apresentam-se os principais resultados obtidos no experimento, bem como as discussões relacionadas às implicações científicas e educativas da atividade desenvolvida.

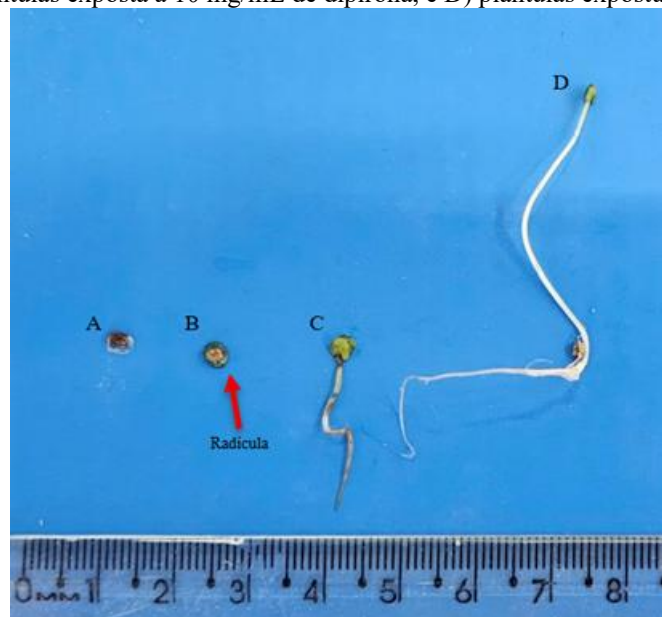
Os resultados obtidos indicam que a dipirona monohidratada apresentou efeito inibitório sobre a germinação das sementes de chia (*Salvia hispanica* L.) quando presente em concentrações elevadas. No tratamento com concentração de 200 mg/mL não foi observado desenvolvimento significativo das plântulas ao longo do período experimental, indicando possível interferência da substância no processo de germinação. Nas concentrações menores testadas, a germinação das sementes ocorreu, porém com alterações no desenvolvimento inicial das plântulas quando comparadas ao grupo controle. No tratamento com concentração de 100 mg/mL foi observada germinação inicial, contudo o crescimento das plântulas mostrou-se limitado, ocorrendo predominantemente a protrusão da radícula. Já no tratamento com concentração de 10 mg/mL houve desenvolvimento das plântulas, porém estas apresentaram tamanho reduzido e aspecto mais fragilizado quando comparadas ao grupo controle (figura 1).

Figura 1: Recipientes utilizados para cultivo de chia (*Salvia hispanica* L.) A) 200 mg/mL, B) 100 mg/mL, C) 10 mg/mL, D) grupo controle



A análise descritiva dos dados indicou que as plântulas do grupo controle apresentaram comprimento médio de $6,34 \pm 1,28$ cm, enquanto as plântulas expostas à concentração de 10 mg/mL apresentaram comprimento médio de $1,3 \pm 0,26$ cm, correspondendo a uma redução aproximada de 79,5% no crescimento. Esses resultados sugerem que a presença da substância pode interferir no desenvolvimento inicial das plantas, mesmo em concentrações menores dentro das condições experimentais adotadas (figura 2).

Figura 2: Sementes e plântulas de *Salvia hispanica* ao final do experimento, A) amostra de sementes exposta a concentração de 200 mg/mL de dipirona, B) Amostra de semente germinada exposta a concentração de 100 mg/mL de dipirona, C) Amostra de plântulas exposta a 10 mg/mL de dipirona, e D) plântulas expostas a apenas água.



Resultados semelhantes são descritos na literatura científica, que aponta que a presença de contaminantes químicos podem afetar processos fisiológicos essenciais ao desenvolvimento vegetal, incluindo germinação e crescimento inicial das plântulas (Rocha, 2017; Peduto, Jesus e Kohatsu, 2019). Esses efeitos podem estar associados à interferência dessas substâncias em processos metabólicos das plantas, afetando mecanismos relacionados à divisão celular, ao crescimento radicular e à absorção de nutrientes.

No contexto ambiental, diversos estudos indicam que resíduos de fármacos podem exercer efeitos ecotoxicológicos sobre organismos vegetais, especialmente nas fases iniciais de desenvolvimento. Fármacos e produtos de cuidado pessoal são atualmente classificados como contaminantes emergentes devido à sua ampla ocorrência em diferentes matrizes ambientais e ao potencial de causar impactos ecológicos mesmo em baixas concentrações (Montagner, Vidal e Acayaba, 2017; Osuoha, Anyanwu e Ejileugha, 2023). Esses compostos podem alcançar ambientes aquáticos e terrestres por meio de efluentes domésticos, descarte inadequado de medicamentos e limitações nos sistemas convencionais de tratamento de esgoto, sendo posteriormente detectados em solos, águas superficiais e até mesmo em plantas cultivadas (Santos, Rodriguez-Mozaz e Buttiglieri, 2026). Estudos recentes também indicam que diversos fármacos podem interferir em processos fisiológicos de organismos vegetais, incluindo alterações na germinação, crescimento radicular e desenvolvimento inicial das plantas (Pawłowska e Biczak, 2024; Lira et al., 2025).

Embora as concentrações utilizadas neste experimento sejam significativamente superiores às normalmente encontradas em ambientes naturais, essa estratégia foi adotada com finalidade didática, permitindo a observação de possíveis efeitos biológicos em um período experimental relativamente curto. Em atividades experimentais realizadas em contexto escolar, o uso de concentrações mais elevadas de

determinadas substâncias pode ser necessário para tornar os efeitos biológicos mais evidentes e favorecer a compreensão dos fenômenos investigados pelos estudantes. Dessa forma, o experimento não teve como objetivo reproduzir condições ambientais reais, mas sim simular cenários de contaminação que possibilitassem discutir conceitos relacionados à toxicidade ambiental e aos impactos de contaminantes emergentes.

Do ponto de vista pedagógico, a atividade experimental permitiu que os estudantes formulassem hipóteses sobre os efeitos de substâncias químicas em organismos vivos, acompanhassem o desenvolvimento das plântulas ao longo do experimento e interpretassem os resultados obtidos. Durante as discussões orientadas, os estudantes relacionaram os resultados observados à possibilidade de que determinados fármacos, quando presentes no ambiente, possam interferir no desenvolvimento de organismos vegetais. Esse processo favoreceu a construção de conexões entre conceitos científicos e problemas ambientais contemporâneos, contribuindo para o desenvolvimento da alfabetização científica e da consciência ambiental (Krasilchik, 2008; Sasseron e Carvalho, 2011).

Além disso, a atividade possibilitou ampliar o debate sobre o consumo e o descarte de medicamentos na sociedade contemporânea. A reflexão sobre o uso indiscriminado de fármacos, e o descarte inadequado desses produtos, permite relacionar experimentos realizados em sala de aula com problemas ambientais reais, aproximando os estudantes de discussões relacionadas à poluição química e a contaminantes emergentes, Nascimento et al. (2003), após a aplicação de uma sequência didática envolvendo conceitos ecotoxicológicos, também destacaram a importância de relacionar os conteúdos científicos às problemáticas ambientais presentes no cotidiano, como o descarte inadequado de resíduos e a contaminação dos ecossistemas. Dessa forma, a inserção da ecotoxicologia no ensino favorece a compreensão das relações entre as ações humanas, a dispersão de contaminantes no ambiente, seus potenciais efeitos sobre os organismos e qualidade ambiental.

Um outro ponto que vale destacar refere-se a utilizando de experimentos de germinação, como ferramenta didática, para abordar conceitos de ecotoxicologia e Educação Ambiental no ensino de Ciências. Como discutido por Rodrigues et al. (2022), diferentes espécies vegetais podem ser utilizadas como bioindicadores em estudos ecotoxicológicos, além de *L. sativa* (alfafa), como *Eruca sativa* (rúcula), *Phaseolus vulgaris* (feijão) e *Allium cepa* (cebola), como espécies bioindicadoras, utilizando os mesmos parâmetros, como germinação, desenvolvimento inicial, e crescimento da radícula. Nesse contexto, a realização de atividades investigativas em ambiente escolar contribui para aproximar os estudantes do método científico, estimulando a observação, a formulação de hipóteses e a interpretação de resultados experimentais. Entretanto, é importante ressaltar que os resultados obtidos neste estudo possuem caráter exploratório e pedagógico. Dessa forma, investigações adicionais conduzidas com maior rigor metodológico, maior número de repetições experimentais e análises estatísticas mais robustas são necessárias para avaliar de forma mais precisa os possíveis efeitos ecotoxicológicos da dipirona sobre o desenvolvimento vegetal.

Por fim, para além do avanço de investigações acerca do desenvolvimento vegetal e ambiental de modo geral, é importante que o professor, cumprindo o papel de mediador, oportunize aos seus alunos o protagonismo experimental na aprendizagem de Ciências. Deste modo, a partir do contato com situações reais, os estudantes poderão associar mais facilmente aspectos teóricos e metodológicos relevantes ao desenvolvimento científico que possam reverberar em efeitos positivos para o ambiente local e regional.

4. Conclusão

A atividade experimental desenvolvida demonstrou potencial como estratégia pedagógica para o ensino de Ciências e Educação Ambiental, permitindo a abordagem de temas contemporâneos relacionados à presença de contaminantes emergentes no ambiente. A utilização de um experimento simples de germinação possibilitou que os estudantes observassem, de forma prática, os possíveis efeitos de substâncias químicas sobre organismos vegetais, favorecendo a compreensão de conceitos associados à ecotoxicologia.

A realização da atividade investigativa também contribuiu para aproximar os estudantes do método científico, estimulando a formulação de hipóteses, a observação sistemática e a interpretação de resultados

experimentais. Além disso, a discussão dos resultados obtidos permitiu estabelecer conexões entre os conteúdos abordados em sala de aula e problemas ambientais contemporâneos, como o uso e descarte inadequado de medicamentos.

Os resultados observados durante a condução do experimentos indicaram que, nas condições da simulação experimental realizada, concentrações elevadas de dipirona monohidratada podem interferir no processo de germinação e no desenvolvimento inicial de plântulas de *Salvia hispanica*. Entretanto, considerando o caráter exploratório e pedagógico da atividade, ressalta-se que estudos adicionais conduzidos com maior rigor metodológico e maior número de repetições experimentais são necessários para avaliar de forma mais precisa os possíveis efeitos ecotoxicológicos dessa substância no ambiente.

Dessa forma, o estudo reforça o potencial das atividades experimentais investigativas como ferramentas didáticas para a integração entre ensino de Ciências, ecotoxicologia e Educação Ambiental no contexto escolar e reforça a relevância dos alunos se tornarem protagonistas de seu próprio aprendizado por meio da mediação do professor.

5. Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a EREF Cacilda Almeida (SEE/PE) pela concessão do espaço para realização dos experimentos. Ao Projeto Estadual Residência Docente da UPE, SEE/PE, pela concessão de bolsas.

6. Referências

- Bacich, L.; Moran, J. (2018). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**. Porto Alegre: Penso.
- Bender, W. (2014). **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso.
- Borille, M.E.; Braun, A.P.; Schuks, A.H.; Werus, G.; Krauss, I.; Moda, D.B.; Ribeiro, M.O.; Krawczyk, A.C.D.B. (2026). Sequência didática para o ensino de ecotoxicologia: muro de problemas e árvores de soluções na extensão universitária. **Revista da Extensão**. 50 – 57.
- BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental**. Diário oficial da união, 27 de abr. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm>. Acessado em: fevereiro/2026. 1999.
- Carson, R. (1962). **Silent Spring**. Boston: Houghton Mifflin.
- Carvalho, A.M.P. (2013). **Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning.
- Chassot, A. (2016). **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Unijuí.
- Krasilchik, M. **Prática de ensino de biologia**. (4. ed). São Paulo: EDUSP, 2008.
- Lira, E.C.O.S.; Silva, L.S.; Nunes, S.R.A.; Gomes, M.J.S.; Lima, J.R.D.M.; Vasconcelos, L.M.T.; Oliveira, G.A.A.S.; Miranda, P.H.O. Influência da losartana potássica na germinação, desenvolvimento inicial e níveis de clorofila sobre *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, (13) 052, 2025.
- Loureiro, C.F.B. (2012). **Trajetórias e fundamentos da educação ambiental**. São Paulo: Cortez.
- Loureiro, C.F.B. (2015) Educação ambiental e epistemologias críticas. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. (15) 1-15.

- Montagner, C.C.; Vidal, C., Acayaba, R.D. (2017). Contaminantes emergentes em matrizes aquáticas do Brasil: cenário atual e aspectos analíticos. **Química Nova**, (40) 1094–1110.
- Nascimento, Y.J.C.; Moutinho, D.S.; Carvalho, I.S.C.; Santos, E.M.; Costa, D.S.; Silva, A.J.; Borges, L.R.; Nascimento, H.M.F.; Amado, L.L. (2023). Ecotoxicologia na Educação Ambiental Básica: um relato de experiência. In: Fadel, C.B.; Oliveira, C.R. (Org.) **Saberes e Práticas Extensionistas**. 1 ed. Guarujá: Editora Científica Digital.
- Newman, M.C. (2019). **Fundamentals of ecotoxicology**. Boca Raton: CRC Press.
- Osuoha, J.O.; Anyanwu, B.O.; Ejileugha, C. (2023). Pharmaceuticals and personal care products as emerging contaminants: Need for combined treatment strategy. **Journal of Hazardous Materials Advances**, (118), 100206.
- Pawlowska, B.; Biczak, R. (2024) Drugs in the environment – Impact on plants: a review. **Environmental Toxicology and Pharmacology**. (111), 104557.
- Peduto, T.A.G.; Jesus, T.A.; Kohatsu, M.Y (2019). Sensibilidade de diferentes sementes em ensaios de fitotoxicidade. **Revista Brasileira de Ciências, Tecnologia e Inovação**, (4) 200–212.
- PERNAMBUCO. Secretaria de Educação e Esportes. *Organizador curricular trimestral: Ciências – ensino fundamental (anos finais)*. Recife: Secretaria de Educação e Esportes de Pernambuco, 2020.
- Rocha, B.S. (2017). **Fitotoxicidade do corante laranja reativo 64 como efluente têxtil tratado por oxidação avançada (US/H₂O₂)**. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- Rodrigues, V.D.; Cassimiro, G.D.; Orgura, A.P.; Paro, R.M.S.; Moreira, R.A. (2023). Construindo conceitos de ecotoxicologia no ensino básico: experimento com plantas. **Ecotoxicology and Environmental Contamination**. (17), 64-77.
- Santos, L.H.M.L., Rodriguez-Mozaz, S., Buttiglieri, G. (2026). Pharmaceutical contamination in edible plants grown on soils amended with wastewater, manure and biosolids: a review. **Environmental Chemistry letters**. (24), 61-84
- Sasseron, L.H.; Carvalho, A.M.P. (2011) Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, (26) 32-52.
- Sorrentino, M.; Trajber, R.; Mendonça, P.; Ferraro Junior, L.A. (2005) Educação ambiental como política pública. **Educação e Pesquisa**, (31), 285-299.
- Thomas, J.W. (2000). **A review of research on project-based learning**. San Rafael: Autodesk Foundation.