

MODELOS DIDÁTICOS COMO FERRAMENTA NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL SOBRE PESTICIDAS PRESENTES NA ÁGUA

Marciana Rubira da Silva Maciel¹

Antonio Sergio Varela Junior²

Bruna da Rosa Curcio³

Carine Dahl Corcini⁴

Resumo: Este estudo utilizou métodos didáticos para a Educação Ambiental, focando nos efeitos do herbicida Diuron na água no crescimento embrionário do peixe zebrafish. Modelos tridimensionais ilustraram a evolução dos peixes, evidenciando problemas causados pelo Diuron. Durante as aulas práticas, os estudantes tiveram contato com os modelos, o que os auxiliou a compreender os conceitos teóricos. Os feedbacks positivos dos educadores indicaram que os modelos permitiram uma conexão eficaz entre teoria e prática. Atividades complementares, como os guias didáticos, complementaram o aprendizado. As aulas-piloto incentivaram a curiosidade e o envolvimento dos alunos, o que contribuiu para uma compreensão crítica dos impactos ambientais dos pesticidas.

Palavras-chave: Educação Ambiental; Diuron; Desenvolvimento Zebrafish; Modelo Didático, Impacto Pesticida.

Abstract: This study utilized didactic methods for environmental education, focusing on the effects of the herbicide Diuron in water on the embryonic growth of zebrafish. Three-dimensional models illustrated the development of the fish, highlighting problems caused by Diuron. During practical classes, students interacted with the models, which helped them understand theoretical concepts. Positive feedback from educators indicated that the models effectively bridged theory and practice. Complementary activities, such as didactic guides, reinforced learning. Pilot classes stimulated students' curiosity and engagement, contributing to a critical understanding of the environmental impacts of pesticides.

Keywords: Environmental Education; Diuron; Zebrafish Development; Didactic Models; Pesticide Impact.

¹ Universidade Federal de Pelotas. E-mail: marcianamaciell@yahoo.com.br ,

Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6708138578876073>

² Universidade Federal de Rio Grande. E-mail: varelaejas@gmail.com ,

Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8041711996066835>

³ Universidade Federal de Pelotas. E-mail: curciobruna@hotmail.com,

Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1670738049534162>

⁴ Universidade Federal de Pelotas. E-mail: corcinicd@gmail.com,

Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7340307576119827>

Introdução

A Educação Ambiental emerge como uma nova pedagogia, que responde à necessidade de alinhar e integrar a educação ao contexto social, ecológico e cultural em que os alunos e educadores estão inseridos. Muitas vezes, os conteúdos são vistos de maneira fragmentada, em disciplinas como geografia, biologia e história, o que dificulta o pensamento da totalidade na criança ou indivíduo. Este processo educativo não apenas dissemina conhecimentos, mas também molda consciências e responsabilidades através de experiências concretas com o ambiente físico e social. Em vez de seguir modelos homogêneos e importados que, muitas vezes, não se adequam às realidades locais, a Educação Ambiental busca soluções específicas para os problemas ambientais de cada comunidade, promovendo uma abordagem mais contextualizada e pertinente, pois os efeitos são estudados e visualizados na prática; além de propor o que pode ser alterado ou modificado através de soluções pensadas como cidadão (Leff, 2012, p. 257).

A construção da Educação Ambiental tem que estar pautada no diálogo constante entre o saber epistemológico e as metodologias pedagógicas aplicadas e ajustadas à realidade. No campo epistemológico, ela envolve a compreensão das complexas relações entre seres humanos e o meio ambiente, integrando conhecimentos das ciências naturais, sociais e humanas. Essa integração permite uma visão holística dos problemas ambientais, considerando tanto os aspectos ecológicos quanto os socioeconômicos e culturais. Segundo Tardif (2000), a epistemologia na prática docente está relacionada com um conjunto de saberes (conhecer, criar habilidades, atitudes e competências), buscando o cotidiano do aluno. As teorias que sustentam a epistemologia da Educação Ambiental exploram temas como sustentabilidade, ecologia, ética ambiental e cidadania, fornecendo uma base sólida para a formação de indivíduos críticos e conscientes.

No campo metodológico, a Educação Ambiental adota estratégias pedagógicas que incentivam a investigação, a participação ativa dos alunos e a resolução de problemas reais. As práticas pedagógicas não apenas transmitem conhecimentos, mas também desenvolvem habilidades críticas e práticas nos alunos, capacitando-os a identificar e resolver problemas ambientais de maneira eficaz. A combinação entre epistemologia e metodologia é crucial para criar um ambiente educacional que seja informativo e transformador. De acordo com Justino (2011), os recursos didáticos são “recursos humanos e materiais utilizados para auxiliar e beneficiar o processo de ensino aprendizagem”. Assim, os materiais podem ser chamados de recursos de ensino, recursos didáticos, meios auxiliares, meios didáticos, materiais didáticos ou recursos audiovisuais. Justino afirma, ainda, que tais recursos podem ser encontrados dentro ou fora do ambiente educacional. O Parecer n.º 9/2001 do Conselho Nacional de Educação trata das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores, destacando a importância da dimensão investigativa na prática educativa. A elaboração de projetos pedagógicos, programas de curso e planos

de aula envolve pesquisa e seleção de materiais pedagógicos, que precisam ser valorizados como atividade investigativa (Brasil, 2001).

Além disso, cabe ao professor ser um facilitador do processo de ensino e aprendizagem. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais, o professor deve, além de organizar, proporcionar dados essenciais que os estudantes não podem obter por si só, fornecendo explicações e materiais adequados (BRASIL, 1998). Nesse contexto, o papel do professor é crucial: ele deve planejar e ministrar metodologicamente as aulas, sendo especialista na área, com visão educacional e habilidades pedagógicas efetivas (Silva et al., 2017).

A utilização de materiais didáticos em sala de aula proporciona aos alunos uma ligação entre a teoria e a prática (Justino, 2011). No entanto, esses materiais devem ser utilizados com objetivos educativos claros para promover a aprendizagem. Silva et al. (2017) e Gonzaga et al. (2021) enfatizam a relevância de combinar os objetivos educacionais com o uso desses materiais para efetivar a aprendizagem. Ademais, o tempo de interação dos estudantes com o material didático é crucial, de acordo com Rêgo e Rêgo (2006). Os autores sugerem que os alunos tenham a oportunidade de conhecer o conteúdo, encorajar a comunicação e a troca de ideias, discutir processos e resultados, e conduzir as atividades com perguntas e recursos de apoio.

A ação educativa deve ser reflexiva, permitindo que os alunos aprendam significativamente, desenvolvendo atividades que os façam raciocinar, compreender e elaborar o seu conhecimento. Os materiais didáticos são essenciais nesse processo por auxiliarem os alunos a visualizarem e entenderem conceitos teóricos complexos (Fiorentini; Miorim, 1990).

Segundo Graells (2000), quase tudo que facilita a aprendizagem, se utilizado num contexto de formação específica, pode ser considerado um recurso educativo. Todos os materiais que facilitam os processos de ensino e aprendizagem são recursos educativos (Silva et al., 2017). Eles auxiliam na concretização de conceitos teóricos difíceis de compreender, auxiliando os estudantes a visualizarem e entenderem conteúdos complexos (Setuval et al., 2009).

A utilização de materiais didáticos possibilita que os alunos rompam com o aprendizado tradicional, adquirindo novos conhecimentos científicos. Menezes et al. (2016) destacam três estados do saber científico: concreto, concreto-abstrato e abstrato. No estado concreto, os alunos manuseiam o material didático; no estado concreto-abstrato, relacionam o material com a teoria; e no estado abstrato, analisam as complexidades do problema e constroem novos conhecimentos.

O uso de materiais didáticos promove a socialização e cooperação entre os alunos, incentivando a formação de espaços de discussão e facilitando a observação do professor para comparar resultados, buscar soluções e produzir novas ideias para facilitar a aprendizagem (Rêgo; Rêgo, 2006). No entanto, nem

sempre os cursos de graduação oferecem disciplinas que proporcionam o uso de materiais didáticos, essencial para a formação profissional.

A presente pesquisa se concentra na Educação Ambiental e na criação de materiais didáticos que mostrem os efeitos de produtos químicos no desenvolvimento de peixes, contribuindo para a conscientização e a formação crítica dos alunos sobre a importância da preservação ambiental e os efeitos dos contaminantes químicos nos ecossistemas aquáticos.

Descrição do material produzido

O desenvolvimento de materiais didáticos é importante para a Educação Ambiental; neste caso, para mostrar os efeitos de pesticidas como o Diuron no desenvolvimento de peixes. Este material apresenta os problemas enfrentados pelos peixes ao serem expostos à contaminação da água, facilitando o aprendizado e a conscientização dos alunos sobre a importância da preservação ambiental e os riscos de não observar os sinais de contaminação.

O primeiro passo para o desenvolvimento desse material é a pesquisa e a coleta de informações. Uma revisão da literatura científica sobre os efeitos do Diuron em peixes, com foco na zebra fish (*Danio rerio*), incluindo estudos de toxicidade e malformações no seu desenvolvimento (Bailone et al., 2020; Zaluski et al., 2022). Com base nessas informações, o plano de ensino foi elaborado. Foram estabelecidos objetivos educacionais claros, tais como a compreensão dos efeitos dos pesticidas nos ecossistemas aquáticos e a relevância da conservação ambiental. Foram selecionados os principais tópicos a serem tratados, incluindo malformações morfológicas, crescimento e desenvolvimento (Bailone et al., 2020; Zaluski et al., 2022).

A etapa seguinte foi a elaboração dos modelos em biscuit (Figura 1). Inicialmente, foram elaborados modelos de zebrafish em diferentes estágios de desenvolvimento. Modelos de peixes que não foram expostos ao Diuron mostraram um crescimento saudável, enquanto os que foram expostos ao Diuron mostraram malformações e deformidades, como alterações na coluna vertebral, nadadeiras e desenvolvimento craniofacial. Estes modelos foram cuidadosamente pintados para enfatizar características específicas e as diferenças entre peixes normais e aqueles expostos ao Diuron, utilizando cores e texturas que facilitam a visualização das alterações. Os modelos foram finalizados com tinta de verniz para garantir sua durabilidade e resistência.

Os animais de diferentes idades eram colocados em ambientes contaminados e suas alterações eram facilmente detectadas após um período (Figura 2 e 3). Em conjunto com os modelos em biscuit, foram elaborados guias didáticos (Figura 4) e manuais de instrução para professores e alunos. Os materiais continham explicações detalhadas sobre cada modelo, seus significados e os efeitos do Diuron no crescimento dos peixes.



Figura 1: Exemplos de esculturas em Biscuit das etapas de desenvolvimento do zebrafish.
Fonte: Autoria própria.



Figura 2: Modelo do ambiente que simula o local onde o embrião entrará em contato com o contaminante. **Fonte:** Autoria própria.



Figura 3: O material completo com o ambiente contaminado e as etapas de desenvolvimento.
Fonte: Autoria própria.

Contaminantes na água



Figura 4: O material complementar com as instruções e observações do que pode ocorrer com o ambiente. **Fonte:** Autoria própria.

A fase seguinte consistiu na análise e avaliação do material didático. O material foi implementado em um ambiente de aula piloto para avaliar a sua eficácia e aceitação pelos alunos. Feedback dos professores e alunos foi coletado para identificar pontos fortes e áreas de melhoria, permitindo ajustes e refinamentos do material conforme as opiniões recebidas.

O desenvolvimento de materiais didáticos voltados à Educação Ambiental em relação aos efeitos de pesticidas (como o Diuron) é crucial para sensibilizar e educar os alunos sobre os impactos ambientais. Este material utiliza modelos visuais e atividades interativas para promover uma compreensão profunda e duradoura, incentivando atitudes conscientes e responsáveis em prol do meio ambiente.

Resultados e discussão

A criação de modelos tridimensionais em *biscuit* e o fato de estes facilitarem a interação foram aspectos cruciais para a compreensão dos efeitos do herbicida Diuron no desenvolvimento e na funcionalidade do peixe *zebrafish*. Esses modelos foram criados para representar de forma visual as diferentes fases de crescimento dos peixes, tanto em condições normais quanto sob a influência de herbicidas, fornecendo uma ferramenta pedagógica eficiente e acessível. A Educação Ambiental é uma forma de educação que une ciência, tecnologia, arte e cultura para criar uma nova consciência sobre o meio ambiente e valorizar os seres humanos e os recursos naturais (Menezes et al., 2016). Essa abordagem pode resultar em atitudes ecológicas mais conscientes (Soares et al., 2004).

Os modelos de *biscuit* foram bastante eficazes como instrumentos de ensino. Ao ter contato com uma demonstração visível a olho nu sobre as malformações e deformidades causadas pelo Diuron, os estudantes puderam ver e compreender de forma mais aprofundada os efeitos danosos do pesticida. Esses modelos mostraram que a coluna vertebral, as nadadeiras e a região craniofacial são diferentes do que podemos observar em imagens ou conhecer nos textos. Durante as aulas práticas, a interação ativa dos estudantes com os modelos auxiliou na compreensão dos conceitos teóricos abordados. Os estudantes mostraram-se capazes de relacionar as alterações físicas nos modelos de *biscuit* com os processos ambientais subjacentes afetados pelo Diuron. Essa ligação ficou mais clara quando os estudantes compararam os peixes que estavam expostos ao herbicida com os não expostos, o que permitiu uma compreensão mais aprofundada dos efeitos tóxicos dos pesticidas.

Os educadores enfatizaram que os modelos de *biscuit* permitiram uma conexão eficiente entre teoria e prática, demonstrando conceitos complexos de toxicologia ambiental de forma tangível e acessível. Os alunos, por sua vez, relataram que a manipulação dos modelos tornou o aprendizado mais fácil e envolvente. Além dos modelos, foram desenvolvidas atividades interativas e materiais complementares, como guias didáticos. Essas tarefas reforçaram o aprendizado, incentivando discussões em equipe e atividades práticas que incentivaram a participação ativa dos estudantes.

A implementação do material didático em um ambiente de aula piloto permitiu aferir a sua eficiência e aceitação. A observação direta do uso dos modelos em *biscuit* revelou que eles estimularam a curiosidade e o envolvimento

dos alunos. A interação e os modelos foram fundamentais para consolidar o conhecimento adquirido. Os materiais didáticos desenvolvidos proporcionaram uma ferramenta relevante para a Educação Ambiental, aumentando a consciência sobre os efeitos dos pesticidas em ecossistemas aquáticos. Ao manipular os modelos, os estudantes puderam ver diretamente as consequências do uso de herbicidas, como o Diuron, o que permitiu uma compreensão crítica e mais aprofundada da relevância da preservação ambiental.

Conclusões

A criação e aplicação de materiais didáticos em biscuit mostraram-se eficazes para a Educação Ambiental. Eles facilitaram o entendimento dos efeitos dos pesticidas no desenvolvimento dos peixes e proporcionaram um aprendizado mais envolvente. Este estudo evidencia a relevância de empregar recursos didáticos inovadores para educar e informar sobre questões ambientais, contribuindo para a formação de uma geração mais consciente e responsável.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro à pesquisa e as bolsas de produtividade Carine Dahl Corcini, Antonio Sergio Varela Junior e Bruna da Rosa Curcio; à CAPES pela bolsa de doutorado da primeira autora.

Referências

BAILONE, Ricardo Lacava; FUKUSHIMA, Hirla Costa Silva; VENTURA FERNANDES, Bianca Helena; AGUIAR, Luis Kluwe de; JANKE, Helena; SETTI, Princia Grejo; ROÇA, Roberto de Oliveira; BORRA, Ricardo Carneiro. Zebrafish as an alternative animal model in human and animal vaccination research. **Lab Anim Res** v.36, p.13, 2020.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Matemática. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília. 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/matematica.pdf>>. Acesso em 25 mai 2024.

BRASIL, Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. **Parecer n.9, de 8 de maio de 2001**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 Jan 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/009.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2024.

FIORENTINI, Dario; MIORIM, Maria Angela. Uma reflexão sobre o uso dos materiais concretos e jogos no ensino da matemática. **Boletim da Sociedade Brasileira de Educação Matemática**, São Paulo: SBEM-SP, n.7, p. 5-10, 1990.

Revbea, São Paulo, V. 19, Nº 8: 55-63, 2024.

GONZAGA, Luis Francisco Oliveira Pereira; ARAÚJO, Michel Pedruzzi Mendes; CORTE, Viviana Borges. Jogo Superaves: popularizando a ciência e promovendo a sensibilização ambiental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v.16 n. 2, 2021.

GRAELLS, Pere Marqués. **Los medios didácticos**. 2004. Disponível em: <<https://orion2020.org/archivo/docencia/05%20Medios%20didacticos.htm>>. Acesso em: 03 jan 2024.

JUSTINO, Marinice Natal. Pesquisa e recursos didáticos na formação e prática docente. Curitiba: Ibpx, 2011.

LEFF, Enrique. 2012. **Saber Ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexibilidade, poder. 9ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes.

MENEZES, Isira Silva; FREITAS, Stephanio Henning Silva da; CARA, Patricia Araujo de Abreu, COUTO-SANTOS, Ana Paula Lima do. Jogo didático como ferramenta para a Educação Ambiental no município de Itapetininga (BA). **Revista Brasileira de Educação Ambiental**. v.11, n. 5. 2016.

RÊGO, Rômulo Marinho; RÊGO, Rogéria Gaudencio. Desenvolvimento e uso de materiais didáticos no ensino de matemática. In: LORENZATO, Sérgio. **Laboratório de Ensino de Matemática na formação de professores**. Campinas: Autores Associados, 2006. p.39-56.

SETUVAL, Francisco Antônio Rodrigues; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Os Modelos Didáticos com Conteúdos de Genética e a sua Importância na Formação Inicial de Professores para o Ensino de Ciências e Biologia. **Anais do VII ENPEC**. Anais... Florianópolis, 2009. Online. Disponível em: <<http://axpfep1.if.usp.br/~profis/arquivos/viiienpec/VII%20ENPEC%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/1751.pdf>> Acessado em: 21 jan. 2024.

SILVA, Karen Caroline Nascimento Rodrigues da; VICTER, Eline das Flores. Uso De Materiais Didáticos no Ensino De Matemática: Algumas Reflexões. **Revista EDUC**-Faculdade de Duque de Caxias. v. 04, n. 2 ed. Jul-Dez, 2017.

SOARES, A.M.D.; OLIVEIRA,L.M.T.; PORTILHO,E.S.; CORDEIRO,L.C.; CAVALCANTE, D.K. Educação Ambiental: Construindo Metodologias e Práticas Participativas. **Anais do II Encontro da ANPPAS**. Indaiatuba –São Paulo –Brasil. 2004.

TARDIF, Maurice. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas consequências em relação à formação para o magistério. **Revista Brasileira de Educação**, v.13, jan./fev./mar./abr. 2000, p. 5-24. 2000.

ZALUSKI, Amanda B.; WIPRICH, Melissa T.; DE ALMEIDA Luiza F.; DE AZEVEDO, Andressa P.; BONAN, Carla D.; VIANNA, Monica R.M. Atrazine and Diuron Effects on Survival, Embryo Development, and Behavior in Larvae and Adult Zebrafish. **Front. Pharmacol**. V.13, pp.841826. 2022.