

EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA SUSTENTÁVEL INTERDISCIPLINARIDADE NO MONITORAMENTO DE COLMEIAS

Jurandir dos Santos Silva¹

Maria Karina Mendonça de Moraes²

INTRODUÇÃO

A crise ambiental global e o avanço das mudanças climáticas intensificaram a necessidade de reconfigurar as práticas educativas em direção a uma formação crítica, interdisciplinar e tecnologicamente sustentável (Morin, 2015). Nesse contexto, a educação tecnológica assume papel estratégico na promoção de uma consciência ambiental e na proposição de soluções inovadoras para a preservação dos ecossistemas, em especial na Amazônia, onde a biodiversidade é um dos principais patrimônios naturais.

As abelhas, fundamentais para os processos ecológicos e para a segurança alimentar mundial, vêm sofrendo severos impactos devido ao desmatamento, uso de agrotóxicos e desequilíbrios climáticos (Imperatriz-Fonseca; Nunes-Silva, 2010). A redução de populações de polinizadores ameaça a produtividade agrícola e compromete a estabilidade ambiental. Assim, iniciativas que unam educação, tecnologia e sustentabilidade tornam-se indispensáveis para o enfrentamento desses desafios.

O presente artigo tem como objetivo apresentar a experiência interdisciplinar desenvolvida no Instituto Federal do Amazonas (IFAM), que articula o ensino tecnológico, a sustentabilidade e o monitoramento ambiental de colmeias, a partir da utilização de sensores controlados por microcontroladores Arduino. A proposta integra as áreas de Biologia, Química, Física, Geografia, Agronomia e Informática, evidenciando a potência da educação tecnológica sustentável na formação cidadã e científica dos estudantes da rede federal.

REFERENCIAL TEÓRICO

A educação tecnológica na educação profissional e tecnológica brasileira configura-se como um campo estratégico para a formação de sujeitos críticos e socialmente comprometidos, ao integrar ciência, tecnologia e sociedade no processo

¹ Mestre em Ensino das Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Docente de Informática do IFAM – *campus* Humaitá, jurandir.santos@ifam.edu.br.

² Doutora em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Docente de Química do IFAM – *campus* Humaitá, maria.morais@ifam.edu.br.



educativo (Saviani, 2018). Essa abordagem ultrapassa a visão instrumental da tecnologia, promovendo autonomia intelectual e engajamento ético, em consonância com Morin (2015), ao incentivar a compreensão sistêmica da realidade e a articulação de saberes em torno de problemas concretos.

A sustentabilidade atua como princípio orientador das práticas pedagógicas e tecnocientíficas, abrangendo preservação ambiental, justiça social e responsabilidade intergeracional (Dornelas; Brandão, 2011; Leff, 2012). A interdisciplinaridade sustenta a integração entre ciência, tecnologia e sustentabilidade, favorecendo a compreensão de fenômenos complexos (Fazenda; Godoy, 2014), enquanto metodologias ativas, como a Aprendizagem Baseada em Projetos, promovem protagonismo discente, autonomia, criticidade e cooperação (Berbel, 2011).

A incorporação de tecnologias digitais no estudo da sustentabilidade adquire relevância pedagógica e científica, especialmente no monitoramento de abelhas, bioindicadores essenciais da qualidade ambiental e da polinização agrícola (Barbosa et al., 2017). O uso de plataformas de código aberto, como Arduino, permite o envolvimento dos estudantes em pesquisa aplicada e inovação tecnológica (Jeong et al., 2024), consolidando a educação tecnológica sustentável como instrumento de formação crítica, ambientalmente consciente e cientificamente autônoma no ensino técnico brasileiro.

METODOLOGIA

O projeto foi desenvolvido no Instituto Federal do Amazonas (IFAM) – Campus Humaitá, com a participação de docentes das áreas de Biologia, Química, Física, Geografia, Agronomia e Informática, e aluno bolsista de Iniciação Científica vinculados ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica Júnior (PIBICJr.). A abordagem metodológica adotada foi qualitativa e exploratória, fundamentada nos princípios da interdisciplinaridade e da aprendizagem ativa. As atividades foram estruturadas de modo colaborativo, integrando teoria e prática no desenvolvimento de um sistema de monitoramento de colmeias. Inicialmente, foram realizadas pesquisas teóricas sobre ecologia das abelhas, parâmetros ambientais relevantes e tecnologias digitais aplicáveis ao monitoramento, com o objetivo de subsidiar o processo de prototipagem e experimentação em ambiente escolar.

Na etapa seguinte, procedeu-se à construção dos equipamentos de monitoramento com o uso da plataforma Arduino, incorporando sensores de temperatura, umidade e som, que permitem a coleta contínua de dados sobre o ambiente interno e externo das colmeias.



O processo foi inteiramente realizado na área externa do IFAM - Campus Humaitá, com materiais de baixo custo, enfatizando a sustentabilidade e a autonomia tecnológica dos estudantes. Após a montagem, os dispositivos foram testados em campo, com coleta e análise preliminar de dados para verificação da eficiência dos sensores e da confiabilidade das informações registradas. A metodologia, ao integrar conhecimentos científicos e tecnológicos, buscou promover o protagonismo discente, a investigação experimental e a aplicação prática da ciência na resolução de problemas ambientais reais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados preliminares evidenciam o potencial da educação tecnológica como instrumento de sensibilização ambiental e de fortalecimento da pesquisa aplicada na educação técnica de nível médio.

A construção dos equipamentos de monitoramento no próprio instituto revelou a viabilidade de desenvolver tecnologia de baixo custo e impacto sustentável. Além disso, o uso do Arduino favoreceu a compreensão dos fenômenos físico-químicos e biológicos que afetam o comportamento das abelhas, permitindo a correlação dos dados com condições climáticas locais.

O caráter interdisciplinar da experiência consolidou a aprendizagem como um processo colaborativo, reforçando os princípios de uma educação emancipatória e ecológica. Destaca-se, ainda, que o projeto contribui para a promoção de práticas científicas entre alunos de baixa renda, ampliando o acesso à pesquisa e à inovação na Amazônia brasileira.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência de integração entre educação tecnológica, sustentabilidade e preservação ambiental, por meio do monitoramento de colmeias, demonstra que a interdisciplinaridade é uma via promissora para o fortalecimento da educação profissional na Amazônia. A utilização de tecnologias acessíveis, como o Arduino, favorece a democratização do conhecimento e o desenvolvimento de competências científicas nos estudantes.

O projeto reafirma a importância da pesquisa aplicada na formação técnica e o papel transformador da educação como promotora da consciência ecológica. Além disso, evidencia a necessidade de ampliação de investimentos públicos em ciência e tecnologia para o ensino técnico federal, especialmente nas regiões amazônicas.



Palavras-chave: Tecnologia Educacional; Sustentabilidade; Abelhas.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Deise Barbosa et al. As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 3, n. 4, p. 694-703, 2017.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências sociais e humanas**, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.

DORNELAS, Henrique Lopes; BRANDÃO, Eraldo José. Justiça ambiental e equidade intergeracional: a proteção dos direitos das gerações futuras. **Revista Jus Navigandi**, Teresina, ano, v. 16, 2011.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes; GODOY, Herminia Prado. Interdisciplinaridade: pensar, pesquisar e intervir. Interdisciplinaridade. **Revista do Grupo de Estudos e Pesquisa em Interdisciplinaridade**, n. 4, p. 98-101, 2014.

IMPERATRIZ-FONSECA, Vera Lucia; NUNES-SILVA, Patrícia. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica**, v. 10, p. 59-62, 2010.

JEONG, Kyungchang et al. Sistemas de IoT e IA para aumentar a força das colônias de abelhas na apicultura de precisão: uma pesquisa e futuras direções de pesquisa. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 12, n. 1, p. 362-389, 2024.

LEFF, E. Epistemologia ambiental. São Paulo: Cortez, 2012.

MORIN, E. **Introdução ao Pensamento Complexo**. Editora Sulina. Porto Alegre, 2015.

SAVIANI, Dermeval. **Sistema Nacional de Educação e Plano Nacional de Educação: significado, controvérsias e perspectivas**. Autores associados, 2018.

