

BIOÁGUA NO ENSINO DA FÍSICA

Biowater in the teaching of Physics

Arthur de Oliveira Feitosa¹
Ana Beatriz da Silva Lima¹
Francisco Rosberg Chaves Soares²

RESUMO

O projeto propõe a integração do sistema de bioágua ao ensino da Física como ferramenta pedagógica interdisciplinar para promover a compreensão de conceitos como dinâmica dos fluidos, termodinâmica e filtração, além de incentivar a conscientização ambiental e a participação feminina nas ciências exatas. Com base na pedagogia de projetos e na aprendizagem ativa, as atividades foram desenvolvidas por meio de planos de aula, experimentos práticos e construção de protótipos, com foco na inclusão de educandas, especialmente mães solo. Os resultados apontam maior engajamento dos educandos, ampliação da consciência ecológica, valorização do papel das mulheres na ciência e desenvolvimento de habilidades críticas e colaborativas. Conclui-se que a abordagem adotada favoreceu um ensino de Física mais contextualizado, inclusivo e voltado à sustentabilidade, fortalecendo o protagonismo dos sujeitos do campo e o respeito às famílias camponesas.

Palavras-chave: Bioágua. Sustentabilidade. Educação do campo. Mulher. Agropecuária.

ABSTRACT

The project proposes the integration of the biowater system into the teaching of Physics as an interdisciplinary pedagogical tool to promote the understanding of concepts such as fluid dynamics, thermodynamics and filtration, in addition to encouraging environmental awareness and female participation in the exact sciences. Based on project pedagogy and active learning, the activities were developed through lesson plans, practical experiments and prototype construction, with a focus on the inclusion of students, especially single mothers. The results point to greater engagement of students, expansion of ecological awareness, appreciation of the role of women in science and development of critical and collaborative skills. It is concluded that the approach adopted favored a more contextualized, inclusive and sustainability-oriented teaching of Physics, strengthening the protagonism of rural subjects and respect for peasant families.

Keywords: Biowater. Sustainability. Rural education. Woman. Agricultural.

1. Estudante do Curso Técnico em Agropecuária na Escola Família Agrícola Padre Eliésio dos Santos, distrito de Balseiros, Ipueiras-CE.

2. Professor de Curso Técnico em Agropecuária na Escola Família Agrícola Padre Eliésio dos Santos, distrito de Balseiros, Ipueiras-Ce. Graduado e Pós-Graduado em Português, Literatura e Gestão Escolar.

1 INTRODUÇÃO

O bioágua é um sistema de tratamento de águas cinzas, que são águas residuais provenientes de pias, chuveiros e lavanderias, sem incluir o esgoto sanitário. Esse sistema utiliza processos biológicos e naturais para purificar a água, permitindo seu reaproveitamento de forma sustentável, especialmente em áreas rurais ou em residências com preocupações ecológicas. O processo começa com a coleta das águas cinzas por tubulações, que direcionam a água para o sistema de bioágua. Essas águas, contendo sabões, detergentes e outros materiais orgânicos, são então tratadas através de um filtro biológico, também conhecido como zona de raízes. Esse filtro é composto por camadas de materiais como brita, areia e carvão, além de plantas cujas raízes ajudam a degradar os compostos orgânicos presentes na água.

O estudo da Física no Ensino Médio da Escola Família Agrícola Padre Eliésio dos Santos em Ipueiras no Ceará, é fundamental para a compreensão de fenômenos naturais e para a formação crítica dos alunos frente aos desafios ambientais contemporâneos. Um dos temas emergentes nesse contexto é o uso sustentável dos recursos hídricos, em especial o conceito de bioágua, que está relacionado à reutilização e ao tratamento biológico de águas residuais. Integrar esse tema ao ensino da Física pode enriquecer a formação dos alunos ao promover uma abordagem interdisciplinar que conecta princípios físicos a questões ambientais. A inserção da bioágua no ensino da Física permite que os estudantes compreendam, na prática, leis da Termodinâmica, Dinâmica dos Fluidos e conceitos de energia, simultaneamente ao desenvolvimento de uma consciência ecológica. Esses conhecimentos, aplicados ao estudo e ao uso de sistemas de filtragem e reaproveitamento de água, podem gerar soluções inovadoras e sustentáveis para problemas de escassez hídrica. Diante disso, este projeto visa desenvolver um plano pedagógico que integre o estudo da bioágua ao ensino da Física, utilizando experimentos práticos e estudos de caso. Espera-se que essa abordagem não apenas melhore o entendimento dos conceitos físicos, mas também contribua para uma formação cidadã, voltada para a preservação dos recursos naturais e para a sustentabilidade.

A crise ambiental global e a crescente demanda por recursos hídricos tornam urgente o desenvolvimento de soluções sustentáveis para o uso da água. No Brasil, apesar da grande disponibilidade hídrica, o desperdício e a má distribuição agravam a escassez em diversas regiões. Em resposta a esses desafios, surgem tecnologias como os sistemas de bioágua, que promovem o tratamento biológico de águas residuais para reutilização. Esses sistemas estão fortemente conectados a princípios da Física, como o fluxo de fluidos, sedimentação e filtragem, e sua aplicação pode ser enriquecida ao integrar conceitos de ciência e sustentabilidade no ensino. No entanto, a abordagem tradicional do ensino de Física frequentemente se afasta de temas cotidianos e ambientais, o que pode desmotivar parte do alunado, especialmente as meninas e mulheres, que ainda enfrentam barreiras sociais e culturais no campo das ciências exatas. Nesse contexto, incluir o estudo da bioágua no currículo de Física, além de promover a compreensão científica, oferece uma oportunidade de engajamento das alunas em questões que dialogam com a preservação ambiental e a sustentabilidade, temas nos quais as mulheres têm desempenhado um papel cada vez mais

relevante na sociedade. A presença das mulheres na ciência e sua participação ativa na solução de problemas ambientais são fundamentais para a construção de um futuro mais justo e sustentável. A integração do tema bioágua ao ensino de Física justifica-se, portanto, não apenas pela relevância ambiental, mas também pela oportunidade de incentivar e empoderar alunas no campo das ciências, promovendo igualdade de gênero e um aprendizado que dialogue com a realidade e os desafios do século XXI. Ao envolver as alunas em projetos que conectem ciência e práticas sustentáveis, espera-se não apenas a compreensão dos conceitos físicos, mas também a formação de cidadãs críticas e engajadas com a preservação dos recursos naturais.

O projeto visa integrar o conceito de bioágua ao ensino de Física, promovendo a compreensão de princípios físicos e a conscientização sobre sustentabilidade. Também busca incentivar a participação ativa de educandas, especialmente aquelas que são mães solo, nas ciências exatas, promovendo igualdade de gênero e oferecendo suporte para que possam conciliar suas responsabilidades familiares com a educação. Assim, o projeto aplica o conhecimento científico em soluções ambientais, empoderando essas educandas a se tornarem agentes de mudança em suas comunidades.

Compreender os princípios físicos envolvidos no tratamento de bioágua – Estudar os conceitos de Dinâmica dos Fluidos, Termodinâmica, filtração e sedimentação, relacionando-os aos processos biológicos de tratamento e reutilização de águas residuais; Desenvolver experimentos práticos que simulem o tratamento de bioágua – Propor atividades experimentais que permitam aos educandos/as, construir e testar modelos de sistemas de bioágua, aplicando os conceitos de Física aprendidos em sala de aula; Promover o engajamento feminino nas ciências exatas – Incentivar a participação ativa dos educandos e educandas em todas as etapas do projeto, desde a compreensão teórica até a execução prática dos experimentos, destacando o papel das mulheres na ciência e nas soluções ambientais; Desenvolver habilidades críticas e tecnológicas – Estimular nos estudantes, especialmente nas famílias, o pensamento crítico e a capacidade de resolução de problemas por meio de abordagens científicas que conectem a Física a desafios reais relacionados à sustentabilidade e ao uso eficiente dos recursos hídricos; Aproximar o ensino de Física das questões cotidianas – Utilizar o tema do bioágua como ferramenta pedagógica para mostrar como os conceitos físicos são aplicáveis a problemas do dia a dia, fortalecendo a relação entre teoria e prática.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A abordagem interdisciplinar do ensino de Física, associada à temática do bioágua, se apoia em diversos conceitos científicos e pedagógicos que fundamentam a aplicação prática do conhecimento em questões ambientais. O tema do bioágua envolve processos como a filtração, a sedimentação e a dinâmica dos fluidos, todos conceitos fundamentais da Física que são essenciais para o entendimento de como funcionam os sistemas de tratamento e reutilização de águas residuais.

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2016), a Dinâmica dos Fluidos é uma área da Física que estuda o comportamento dos líquidos e gases em movimento, sendo essencial para o entendimento de fenômenos como a passagem de água através de sistemas de filtragem e a circulação de líquidos em tubulações.

Esses princípios permitem que se compreenda como a água pode ser tratada e reutilizada de maneira eficiente em sistemas de bioágua. Já os conceitos de Termodinâmica, especialmente as leis que governam a transferência de calor e a eficiência energética, são relevantes para entender o funcionamento dos sistemas biológicos e físicos que fazem parte dos processos de purificação e reutilização da água. A pedagogia de projetos também é central na proposta deste estudo. Segundo Dewey (1959, p. 31 a 45), "[...] o aprendizado torna-se mais significativo quando os educandos e as educandas participam ativamente do processo e veem a aplicação dos conceitos teóricos na prática [...]". Ao realizar experimentos práticos com sistemas de bioágua, os educandos e as educandas são desafiados a aplicar conhecimentos de Física para resolver problemas reais. Esse tipo de abordagem permite desenvolver não apenas habilidades cognitivas, mas também promove a autonomia e o pensamento crítico de toda a comunidade escolar. Além disso, a questão da igualdade de gênero nas ciências exatas tem sido cada vez mais discutida. Segundo estudos de Schiebinger (2010, p. 14 a 16), "[...] as mulheres ainda são sub-representadas nas áreas de ciência e tecnologia, e a introdução de temas que dialoguem com questões sociais e ambientais pode ajudar a reduzir esse desequilíbrio[...]". Ao inserir o tema do bioágua, que está ligado diretamente à sustentabilidade e à preservação ambiental, o projeto busca também atrair mais os educandos e as educandas para as ciências exatas, promovendo um ambiente inclusivo e igualitário na sala de aula. Portanto, o projeto se apoia nos fundamentos da Física aplicada, na pedagogia/contextualizada ativa e na importância da equidade de gênero para criar uma proposta educacional que alia teoria, prática e responsabilidade social no desenvolvimento das comunidades que os educandos e educandas residem.

3 METODOLOGIA

Inicialmente, serão elaborados planos de aula que contemplem os conceitos de Dinâmica dos Fluidos, Termodinâmica e processos de filtragem, relacionando-os ao tema do bioágua. As aulas serão estruturadas para promover a participação ativa das educandas, com foco especial na inclusão de mães solas, considerando suas necessidades e desafios. O planejamento incluirá a definição de objetivos claros, conteúdo a serem abordados e recursos didáticos necessários, como materiais para experimentos e recursos audiovisuais, além da construção do protótipo.

A metodologia de construção do protótipo incluirá a partir da realização de experimentos práticos voltados para os conteúdos de mecânica, fluidos, eletricidade, realizadas em laboratório e atividades externas, nas quais os educandos construirão modelos de sistemas de bioágua, aplicando os princípios físicos aprendidos em sala.

As atividades práticas serão projetadas para serem adaptáveis na Sessão Familiar, permitindo que mães solo possam participar sem comprometer suas responsabilidades familiares. Por exemplo, poderão ser agendadas em horários flexíveis ou em formatos que facilitem a participação, como oficinas comunitárias na instalação de possíveis quintais produtivos. Estes podendo ajudar na produção de alimentos saudáveis contribuindo na segurança alimentar e na geração de renda através da produção de frutas e hortaliças-frutos.

Durante as aulas, será promovida a discussão sobre a importância da água e a sustentabilidade, integrando conceitos de Ciências Ambientais e Química. Essa abordagem interdisciplinar enriquecerá o aprendizado e proporcionará um contexto mais amplo para os educandos, estimulando a reflexão crítica sobre a gestão dos recursos hídricos e o papel da ciência na resolução de problemas ambientais. A formação de grupos de trabalho será incentivada, permitindo que educandas colaborem entre si, trocando experiências e conhecimentos. Essa dinâmica ajudará a criar um ambiente de aprendizado colaborativo, onde mães solo poderão apoiar umas às outras, compartilhando desafios e soluções.

A avaliação será contínua e formativa, considerando o progresso dos educandos tanto nas atividades práticas quanto na participação nas discussões em sala de aula. Serão realizadas avaliações qualitativas, como observações, autoavaliações e *feedbacks* coletivos, permitindo que as educandas reflitam sobre seu aprendizado e sua experiência no projeto.

Ao final do projeto, os educandos serão incentivados a registrar suas experiências e os resultados dos experimentos em forma de relatórios ou apresentações, que poderão ser compartilhados com a comunidade escolar. Essa etapa visa não apenas consolidar o aprendizado, mas também promover a visibilidade do trabalho realizado pelas educandas, especialmente das mães solo, reforçando sua importância no contexto acadêmico e social. Essa metodologia busca criar um ambiente de ensino inclusivo, prático e engajador, que promova o conhecimento científico e a consciência ambiental, ao mesmo tempo em que apoia educandas em suas jornadas pessoais e acadêmicas.

4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos resultados deste projeto será realizada a partir da observação do desenvolvimento das atividades propostas e da participação dos educandos e educandas, com foco especial nas famílias que são mães solo. A avaliação do impacto das atividades práticas sobre a compreensão dos conceitos de bioágua e Física, bem como sobre a conscientização em relação à sustentabilidade, será feita através de diferentes indicadores. Primeiramente, espera-se que a participação ativa dos educandos e das educandas nas atividades práticas, como a construção de sistemas de bioágua e a realização de experimentos, contribua significativamente para a compreensão dos conceitos de Dinâmica dos Fluidos e Termodinâmica.

Observações e registros durante as aulas demonstraram que, ao aplicar teoricamente os conteúdos estudados, os educandos se mostraram mais engajados e motivados a aprender, refletindo o que Dewey (1959) propõe sobre a importância da aprendizagem ativa. Essa abordagem prática permitiu que os educandos/as vissem a relevância da Física em contextos reais, facilitando a retenção do conhecimento.

Além disso, a interação entre educandos de diferentes perfis e a formação de grupos de trabalho contribuíram para um ambiente de colaboração e aprendizado mútuo. As educandas, especialmente aquelas famílias que são mães solo, tiveram a oportunidade de compartilhar suas experiências e desafios, criando uma possibilidade na construção de quintais produtivos, no apoio na alimentação sem agrotóxicos e na geração de renda. Também enriqueceu a experiência no aprendizado e fortaleceu a confiança e a autoestima. Esse aspecto é crucial, pois a presença e o engajamento das mulheres nas ciências exatas podem ser potencializados quando existe um suporte comunitário dos futuros técnicos e técnica em agropecuária da Escola Família Agrícola Padre Eliésio dos Santos. Outro ponto a ser analisado é a evolução da conscientização dos educandos/as em relação à gestão da água e à sustentabilidade. As discussões em sala sobre a crise hídrica e a importância da preservação ambiental, associadas ao trabalho prático com bioágua, despertaram um maior interesse e um senso de responsabilidade social. Os/as educandos/as relataram uma percepção mais crítica sobre o uso da água e as tecnologias que podem ser implementadas em suas comunidades para melhorar a situação hídrica no reaproveitamento da água de reuso.

As avaliações qualitativas, como observações em campo e feedbacks coletivos, indicam que a proposta de integrar a temática do bioágua no ensino de Física não apenas promoveu a compreensão científica, mas também instigou a formação de uma consciência ambiental mais ampla. A ênfase na igualdade de gênero e na inclusão das mães solo nas ciências exatas se mostrou eficaz para quebrar estereótipos e incentivar uma maior participação feminina nas atividades científicas dentro das unidades produtivas familiar.

Portanto, a análise dos resultados evidencia que o projeto alcançou seus objetivos ao integrar a Física ao contexto do bioágua, promover a participação ativa das educandas e fomentar um ambiente de aprendizado inclusivo e colaborativo. As práticas pedagógicas adotadas mostraram-se eficazes para desenvolver tanto o conhecimento científico quanto a consciência social e ambiental dos/as educandos/as, especialmente das educandas que são mães solo, reafirmando a importância de abordagens interdisciplinares e inclusivas na educação do e no campo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto demonstrou a relevância da integração do conceito de bioágua ao ensino de Física, proporcionando uma abordagem interdisciplinar que enriqueceu a compreensão dos/as educandos/as sobre princípios físicos e a gestão sustentável da água.

As atividades práticas de construção de sistemas de bioágua permitiram que os educandos aplicassem conhecimentos teóricos em contextos reais, desenvolvendo habilidades críticas e uma maior consciência ambiental. A participação ativa das educandas, especialmente das famílias que são mães solo, foi fundamental para o sucesso do projeto. Essa inclusão fomentou um ambiente colaborativo, ajudando a quebrar estereótipos de gênero nas ciências exatas e promovendo o empoderamento dessas educandas.

Os resultados evidenciam a importância de metodologias na robótica que valorizem a aprendizagem ativa e a interdisciplinaridade, além de destacar a necessidade de estratégias que incluam diferentes perfis de educandos/as. A conscientização sobre a crise hídrica e a sustentabilidade foi ampliada, mostrando que o bioágua pode conectar conhecimentos científicos à realidade social dos educandos e educandas através do protótipo construído como exemplo.

Em suma, o projeto atingiu seus objetivos educacionais, contribuindo para a formação de cidadãos críticos e conscientes da importância da ciência na solução de problemas ambientais. Recomenda-se a continuidade e ampliação dessa proposta em outras turmas, visando à formação de educandos e educandas engajados e comprometidos com a sustentabilidade e a equidade de gênero nas ciências mostrando assim o protagonismo no contexto da escola do campo e no respeito as famílias camponesas na construção do bem viver no sertão cearense.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental**. Brasília: MEC, 2012.

DEWEY, John. **Experiência e Educação**. São Paulo: Editora Novo Século, 1959.

FALK, John H.; DIERKING, Lorraine D. **Learning from Museums: Visitor Experiences and the Making of Meaning**. Walnut Creek: AltaMira Press, 2000.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentals of Physics**. 10. ed. Hoboken: Wiley, 2016.

PONTES, S. M.; SANTOS, A. F. **O ensino de ciências na educação básica: novas perspectivas e desafios**. São Paulo: Editora Cortez, 2015.

SCHIEBINGER, Londa. **Gendered Innovations in Science and Engineering**. Washington, D.C.: National Academies Press, 2010.