PROPOSTAS DE ENSINO, INVESTIGAÇÕES EDUCACIONAIS E APLICAÇÕES DE PESQUISAS CIENTÍFICAS

Organizadores:

Alessandra Nascimento Braga
Lelio Favacho Braga
Carlos Alberto Brito da Silva Júnior
Josiney Farias de Araújo

thesis editora científica

2025 - Thesis Editora Científica
Copyright © Thesis Editora Científica
Copyright do texto © 2025 Os autores
Copyright da edição © 2025 Thesis Editora Científica
Direitos para esta edição cedidos à Thesis Editora Científica pelos autores.
Open access publication by Thesis Editora Científica
Editor Chefe: Felipe Cardoso Rodrigues Vieira
Diagramação, Projeto Gráfico e Design da Capa: Thesis Editora Científica
Revisão: Os autores

Licença Creative Commons

Propostas de ensino, investigações educacionais e aplicações de pesquisas científicas da Thesis Editora Científica está licenciada com uma Licença Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional. (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo da obra e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, não representando a posição oficial da Thesis Editora Científica. É permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares (*blind peer review*), membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

ISBN: 978-65-83199-19-5

Thesis Editora Científica
Teresina – PI – Brasil
contato@thesiseditora.com.br
www.thesiseditora.com.br

2025

Propostas de ensino, investigações educacionais e aplicações de pesquisas científicas

Organizadores

Alessandra Nascimento Braga (Doutora em Física/UFPA)
Lelio Favacho Braga (Doutor em Educação/UNINOVE)
Carlos Alberto Brito da Silva Júnior (Doutor em Engenharia Elétrica/UFPA)
Josiney Farias de Araújo (Doutorando em Botânica/UFRA)

Conselho Editorial

Felipe Cardoso Rodrigues Vieira – lattes.cnpq.br/9585477678289843
Adilson Tadeu Basquerote Silva – lattes.cnpq.br/8318350738705473
Andréia Barcellos Teixeira Macedo – lattes.cnpq.br/1637177044438320
Eliana Napoleão Cozendey da Silva – lattes.cnpq.br/2784584976313535
Rodolfo Ritchelle Lima dos Santos – lattes.cnpq.br/8295495634814963
Luís Carlos Ribeiro Alves – lattes.cnpq.br/9634019972654177
João Vitor Andrade – lattes.cnpq.br/1079560019523176
Bruna Aparecida Lisboa – lattes.cnpq.br/1321523568431354
Júlio César Coelho do Nascimento – lattes.cnpq.br/7514376995749628
Ana Paula Cordeiro Chaves – lattes.cnpq.br/4006977507638703
Stanley Keynes Duarte dos Santos – lattes.cnpq.br/3992636884325637
Brena Silva dos Santos – lattes.cnpq.br/8427724475551636
Jessica da Silva Campos – lattes.cnpq.br/7849599391816074
Milena Cordeiro de Freitas – lattes.cnpq.br/5913862860839738
Thiago Alves Xavier dos Santos – lattes.cnpq.br/4830258002967482
Clarice Bezerra – lattes.cnpq.br/8568045874935183
Bianca Thaís Silva do Nascimento – lattes.cnpq.br/4437575769985694
Ana Claudia Rodrigues da Silva – lattes.cnpq.br/6594386344012975
Francisco Ronner Andrade da Silva – lattes.cnpq.br/5014107373013731
Maria Isabel de Vasconcelos Mavignier Neta – lattes.cnpq.br/8440258181190366
Anita de Souza Silva – lattes.cnpq.br/9954744050650291
Sara Milena Gois Santos – lattes.cnpq.br/6669488863792604
Leônidas Luiz Rubiano de Assunção – lattes.cnpq.br/4636315219294766
Jose Henrique de Lacerda Furtado – lattes.cnpq.br/8839359674024233
Noeme Madeira Moura Fé Soares – lattes.cnpq.br/7107491370408847
Luciene Rodrigues Barbosa – lattes.cnpq.br/2146096901386355
Mário Cézar de Oliveira – lattes.cnpq.br/8924508898024445
Antonio da Costa Cardoso Neto – lattes.cnpq.br/9036328153320126

2025 - Thesis Editora Científica
Copyright © Thesis Editora Científica
Copyright do texto © 2025 Os autores
Copyright da edição © 2025 Thesis Editora Científica
Direitos para esta edição cedidos à Thesis Editora Científica pelos autores.
Open access publication by Thesis Editora Científica
Editor Chefe: Felipe Cardoso Rodrigues Vieira
Diagramação, Projeto Gráfico e Design da Capa: Thesis Editora Científica
Revisão: Os autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Propostas de ensino, investigações educacionais e aplicações de pesquisas científicas [livro eletrônico] / organizadores Alessandra Nascimento Braga...[et al.]. -- Teresina, PI : Thesis Editora Científica, 2025.
PDF

Vários autores.
Outros organizadores: Lelio Favacho Braga, Carlos Alberto Brito da Silva Júnior, Josiney Farias de Araújo.
Bibliografia.
ISBN 978-65-83199-19-5

1. Educação - Finalidade e objetivos 2. Pesquisa científica 3. Prática de ensino 4. Prática pedagógica 5. Professores - Formação I. Braga, Alessandra Nascimento. II. Braga, Lelio Favacho. III. Silva Júnior, Carlos Alberto Brito da. IV. Araújo, Josiney Farias de.

25-267275 CDD-370

Índices para catálogo sistemático:

1. Educação 370

Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380

Thesis Editora Científica
Teresina – PI – Brasil
contato@thesiseditora.com.br
www.thesiseditora.com.br

2025

APRESENTAÇÃO

Os capítulos reunidos nesta coletânea, *"Propostas de ensino, investigações educacionais e aplicações de pesquisas científicas"*, apresentam combinação significativa entre propostas de ensino, investigações educacionais e aplicações de pesquisas científicas. As diversas áreas do conhecimento como Astronomia, Botânica, Mecânica Quântica e Geociências, abordadas nesta obra demonstram relação ao compromisso comum da promoção do ensino e a pesquisa em Ciências por meio de abordagens mais contextualizadas, interdisciplinares e alinhadas aos desafios contemporâneos da pesquisa e educação brasileira.

O e-book tem início com temas voltados ao uso de estratégias **(maquetes** e **sequências didáticas)**, que articulam os conteúdos de ensino com ações do cotidiano escolar, promovendo aprendizagem mais significativas. Enquanto, o uso de **plataformas (videoaulas)** reforça o potencial da tecnologia educacional como suporte à prática pedagógica. A seguir, a discussão do ensino de Astronomia, a partir da análise de documentos oficiais, amplia o escopo ao abordar os desafios curriculares que impactam os conteúdos das aulas na educação básica.

A análise de políticas públicas encontra em paralelo ao estudo aplicado da **modelagem hidrológica**, que reforça ainda mais a relevância da ciência como ferramenta na compreensão e resolução de problemas socioambientais, em especial no contexto amazônico. Ademais, a **nanotecnologia e educação ambiental** faz uma proposta de síntese entre temas da inovação científica e a formação cidadã, ao apresentar um produto de ensino com conexões nos temas de alta complexidade e abordagem mais acessível com as questões socioambientais atuais.

Por fim, o último capítulo aborda o tema de **CTS no plantio de Cacau** como a finalidade de aprendizagem dos conteúdos científicos de maneira mais contextualizada. Portanto, os capítulos desta obra complementam ao relatar processos de ensino e pesquisas sob as mais diversas perspectivas da sala de aula no espaço ou ambiente escolar à pesquisa aplicada, revelando como os processos de teoria e prática no ensino de Ciências demonstram cada vez mais a capacidade de articulação entre as propostas que fortalecem tanto o ensino e aprendizado quanto o papel social da ciência.

Desejamos uma boa leitura a todos!

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - O USO DE MAQUETES EM SALA DE AULA COMO UMA ESTRATÉGIA DIDÁTICA DESENVOLVIDA PARA O ENSINO DE FÍSICA E BIOLOGIA 7

CAPÍTULO 2 - UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA APLICADA AS TRANSFORMAÇÕES DE ENERGIA EM UMA PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA (PCH) 19

CAPÍTULO 3 - INVESTIGAÇÃO SOBRE O USO DE PLATAFORMAS DE VIDEOAULAS COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA 30

CAPÍTULO 4 - ABORDAGENS DO TEMA ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO COM BASE NOS DOCUMENTOS OFICIAIS: UM PANORAMA DO PERÍODO ENTRE 2013 E 2022 41

CAPÍTULO 5 - APLICAÇÃO DA MODELAGEM HIDROLÓGICA E SIG PARA A PREVENÇÃO DE INUNDAÇÕES EM ÁREAS URBANAS: ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ SANTANA, TUCURUÍ/PA 53

CAPÍTULO 6 - NANOTECNOLOGIA NO ENSINO DE FÍSICA: E-BOOK DIDÁTICO PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO MÉDIO 65

CAPÍTULO 7 - PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ENFOQUE CTS: EXPLORANDO OS CONCEITOS FÍSICOS DO PLANTIO DE CACAU (*THEOBROMA CACAO* L.) 77

CAPÍTULO 8 - A INTEGRAÇÃO DA TEORIA SOCIOINTERACIONISTA DE VYGOTSKY E DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO ESTUDO DE ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES 89

CAPÍTULO 9 - ANÁLISE DE PRINCÍPIOS PERSUASIVOS PARA TECNOLOGIAS PERSUASIVAS APLICADAS À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFÍCIOS ESCOLARES 100

CAPÍTULO 1 - O USO DE MAQUETES EM SALA DE AULA COMO UMA ESTRATÉGIA DIDÁTICA DESENVOLVIDA PARA O ENSINO DE FÍSICA E BIOLOGIA

Tayana Yngrid da Silva de Brito[1]
Fabiana Rosário Costa[2]
Tamilis Lima de Almeida[3]
Josiney Farias de Araújo[4]
Shirsley Joany dos Santos da Silva[5]
Vicente Ferrer Pureza Aleixo[6]

[1]tayanayngrid@gmail.com, Mestranda em Biologia Ambiental, Instituto de Estudos Costeiros, UFPA
[2]fabianarosario691@gmail.com, Licencianda Ciências Biológicas, Instituto de Estudos Costeiros, UFPA
[3]tamilisalmeida810@gmail.com, Licencianda em Ciências Biológicas, Instituto de Estudos Costeiros, UFPA
[4]josineyaraujo@yahoo.com.br, Doutorando em Botânica, UFRA
[5]shirsley@ufpa.br, Doutora, Campus de Ananindeua, UFPA
[6]ferrer@ufpa.br, Doutor, Campus de Ananindeua, UFPA

RESUMO

A interdisciplinaridade entre Física e Biologia (Biofísica) é importante porque melhora o processo de ensino e aprendizagem, além de fortalecer outras disciplinas dependendo da abordagem didática. Essas abordagens permitem que os alunos enxerguem o todo, inter-relacionando as partes, compreendendo que um mesmo tema pode ser estudado a partir de diferentes perspectivas, desenvolvendo habilidades de pensamento crítico, comparação e contraste de conceitos. Portanto o objetivo deste trabalho é apresentar uma Sequência Didática (SD) que utilize diferentes estratégias de ensino, com o intuito de despertar o interesse dos alunos e ajudá-los a conectar os fenômenos naturais ao seu cotidiano, promovendo uma abordagem interdisciplinar dos conteúdos, fundamental para o ensino de ciências. Logo, busca-se criar e avaliar uma atividade interdisciplinar que una Biologia e Física por meio da construção de maquetes. As atividades são voltadas para alunos do ensino médio, que participarão das seguintes etapas: aplicação de questionários para medir o conhecimento prévio, aulas expositivas, exibição de vídeos online sobre os temas, elaboração das maquetes e reaplicação dos questionários. Espera-se que o interesse dos alunos seja estimulado ao longo das atividades e que a adoção de abordagens inovadoras contribua para a formação de indivíduos críticos, com uma compreensão mais holística dos conteúdos científicos.
Palavras-chaves: Ensino-aprendizagem, Interdisciplinaridade, Biofísica.

ABSTRACT

Interdisciplinarity between Physics and Biology (Biophysics) is important because it improves the teaching and learning process, in addition to strengthening other subjects depending on the didactic approach. These approaches allow students to see the whole, interrelate the parts, and understand that the same topic can be approached from different perspectives, developing critical thinking skills and comparing and contrasting concepts. Thus, the objective of this work is to present a Didactic Sequence (DS) that uses different teaching strategies to awaken students' interest and help them connect natural characteristics to their daily lives, promoting an interdisciplinary approach to the content, which is fundamental for teaching science. In this sense, the aim is to create and evaluate an interdisciplinary activity that unites Biology and Physics through the construction of models. The activities are aimed at high school students, who will participate in the following stages: application of questionnaires to measure prior knowledge, expository classes, viewing of online videos on the topics, creation of models, and reapplication of questionnaires. It is expected that students' interest will be stimulated throughout the activities and that the adoption of innovative approaches will contribute to the formation of critical individuals and a more holistic understanding of scientific content.
Keywords: Teaching-learning; Interdisciplinarity; Biophysics.

INTRODUÇÃO

Ensinar Ciências de forma eficaz requer uma abordagem pedagógica criativa que vá além da simples memorização (Pozo & Crespo, 2009; Hammes *et al.*, 2017). No modelo tradicional, o professor centraliza o conhecimento, o que ainda é comum nas salas de aula e resulta em uma aprendizagem mecânica, com os alunos apenas reproduzindo o conteúdo ensinado (Pozo & Crespo, 2009).

Na abordagem metodológica ativa, o estudante deixa de assumir o papel passivo de mero ouvinte das aulas tradicionais e passa a ser o protagonista do processo de ensino (Berbel, 2011). Nesse contexto, a aprendizagem está diretamente ligada ao engajamento do próprio estudante, enquanto o professor atua como facilitador ou guia, auxiliando no estímulo dos alunos através da abordagem de situações problema contextualizadas dentro da realidade ao qual o estudante está inserido (Diesel *et al.*, 2017). Muitos pesquisadores estão adotando a metodologia ativa e a interdisciplinaridade como estratégias de ensino (Gonçalves *et al.*, 2020; Costa, 2022).

Neste cenário, a interdisciplinaridade poderia ser vista como um caminho em direção à transdisciplinaridade, no qual as fronteiras entre as disciplinas desapareceriam, buscando compreender o todo a partir de suas partes (Varela, 2016). Ela reestabelece conexões entre os conteúdos das diversas disciplinas, situando-os em um contexto (Sousa & Pinho, 2021). Nesse contexto, a área da Educação em Ciências encara um desafio que se concentra na criação de indivíduos críticos, uma vez que, a ciência é ensinada no ambiente escolar de forma monótona (Carvalho & Gil-Pérez, 2011).

Há diversas estratégias e atividades que promovem uma interação dinâmica em sala de aula, tais como experimentação, elaboração de projetos, uso de vídeos, jogos, realização de seminários, pesquisa, debates, simulações e outros (Cavalcanti, 2011). Atualmente, o currículo escolar ainda permanece fragmentado, havendo uma divisão de séries com separação por disciplina. Esse cenário impede que os alunos possam estabelecer conexões dos conhecimentos adquiridos em diversas disciplinas, resultando na falta de relação com a realidade e na ausência aprendizagem significativa (Motokane & Trivelato, 2015).

A Biofísica dos sistemas é uma área interdisciplinar que mescla os princípios da Física com a fisiologia visando compreender os processos físicos e o funcionamento do

organismo humano. Essa área procura explicar e quantificar as características físicas associadas ao funcionamento dos sistemas corporais (Costa, 2022).

O organismo humano é composto por diversos sistemas responsáveis por desempenhar funções vitais indispensáveis. Todos esses processos biológicos têm bases físicas integradas em seu funcionamento, exemplificando, como o transporte dentro das células, a dinâmica dos fluidos sanguíneos, a física dos gases na respiração. E os potenciais de membrana pelo sistema nervoso e pelas atividades celulares, a permeabilidade da membrana, que são o foco principal deste estudo (Giménez, 2020).

Inúmeras práticas lúdicas podem contribuir para a compreensão aprimorada dos alunos em relação aos assuntos discutidos em sala de aula, promovendo uma compreensão mais aprofundada dos processos biológicos e físicos, visto que a Ciências é vista como de difícil compreensão (Costa, 2022).

Quando analisamos as dificuldades de aprendizagem que os alunos enfrentam no seu dia a dia, a utilização de maquetes traz benefícios, permitindo capturar a atenção dos alunos, estimular a curiosidade e promover a aquisição de conhecimento, graças aos elementos presentes na própria maquete. Nesse contexto, o uso de recursos lúdicos em geral contribui para uma melhor assimilação do conteúdo (Gonçalves *et al.*, 2020).

Assim sendo, o objetivo deste estudo é propor a utilização de maquetes como ferramenta educacional, além disso, aplicação da interdisciplinaridade e metodologia ativa no ensino das ciências da natureza, com ênfase em Física e Biologia. Em sala de aula, serão abordados os assuntos a qual envolve o processo que ocorre o potencial de uma membrana celular e o potencial de ação, impulsos elétricos onde estão relacionadas às disciplinas de sistema nervoso, biologia celular e molecular. A intenção é promover maior engajamento dos estudantes e aprimorar a eficácia do processo de aprendizagem, quando comparado ao método tradicional de ensino.

MATERIAIS E MÉTODOS

A preparação da sequência didática envolverá tanto aspectos teóricos quanto práticos, sendo aplicada em sala de aula. Antes das atividades, será aplicado um questionário sobre as temáticas para avaliar o conhecimento prévio dos alunos. Ao final das atividades, o mesmo questionário será reaplicado com o objetivo de verificar a percepção dos discentes sobre o conteúdo trabalhado. O questionário conterá cinco perguntas que remetem aos conceitos básicos apresentados em sala.

As atividades poderão ser desenvolvidas nas turmas do 1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio e as atividades deverão ser realizadas em dois dias com encontros de no mínimo 3 aulas de 45 minutos para cada turma, vale destacar que o tempo de cada etapa fica a critério do professor. O **Quadro 1** apresenta a estrutura das etapas que compõem o desenvolvimento e a aplicação da sequência didática planejada.

Quadro 1 - Etapas da Sequência Didática.

ETAPA	AÇÃO	OBJETIVO
Questionário	Aplicação de questionários prévios	Analisar o grau de conhecimento ou dificuldade do estudante referente aos temas que serão apresentados
Aula teórica	Ministração de aula teórica	Apresentar conteúdos de forma expositivas através de aulas com uso de slide, livros didáticos.
Vídeos	Utilização de vídeos	Usar mídias como estratégias de fixação do conteúdo, visando a melhor compreensão do aluno acercar do conteúdo.
Maquete	Utilizar a maquete para simular o funcionamento do processo e mecanismos do biológicos e físicos	Através da visualização da teoria na prática o aluno se sentirá ais interessado nas temáticas abordadas
Questionário	Aplicação do questionário ou dinâmicas avaliativas	Verificar o nível de conhecimentos adquiridos ao longo de aulas teóricas e práticas.

Fonte: Dos próprios autores.

Os fundamentos dos temas deverão ser introduzidos durante as aulas expositivas, de modo que os alunos possam adquirir um conhecimento inicial sobre os tópicos abordados. Nas aulas teóricas, será discutido conceitos como potencial de membrana, potencial de repouso, impulsos elétricos, campo elétrico, diferença de potencial elétrico, transporte de íons e a estrutura das membranas celulares.

Deverá ser utilizado vídeos online para abordar os temas e facilitar a compreensão, destacando a interdisciplinaridade presente nas Ciências da Natureza para

os estudantes do Ensino Médio. No primeiro dia, será ministrada uma aula teórica com o conteúdo apresentado em slides contendo figuras, com o intuito de facilitar a compreensão dos estudantes. Antes da aula, deverá ser aplicado o questionário de múltiplas escolhas (**Quadro 2**) acerca do assunto para que possamos analisar imediatamente o nível de conhecimentos deles. Tais resultados serão imediatos e permitirão ao professor identificar o grau de aprofundamento acerca do assunto poderá ser abordado.

Quadro 2 – Questionário a ser aplicado antes e depois das atividades.

PERGUNTA	ALTERNATIVA
1°) A membrana plasmática é uma estrutura que reveste as células de todos os seres vivos, composta principalmente por fosfolipídios e proteínas. Suas funções não incluem:	a) Barreira seletiva. b) Transporte de substâncias. c) Envolver o material genético.
2°) A membrana plasmática, também chamada de membrana lipoproteica, é uma das estruturas básicas da célula. Identifique qual dos componentes abaixo NÃO compõe a membrana plasmática.	a) Fosfolipídios b) Citosol c) Colesterol
3°) Assinale a única alternativa correta, para qual se refere ao potencial de uma membrana?	a) Diferença de voltagem através de uma membrana. b) Interação entre células por membrana. c) Polarização de uma membrana.
4°) Canais dependentes de voltagem se abrem na membrana, permitindo que muitos íons de sódio entram rapidamente na célula, qual alternativa define esse processo?	a) Polarização b) Potencial de íons c) Despolarização

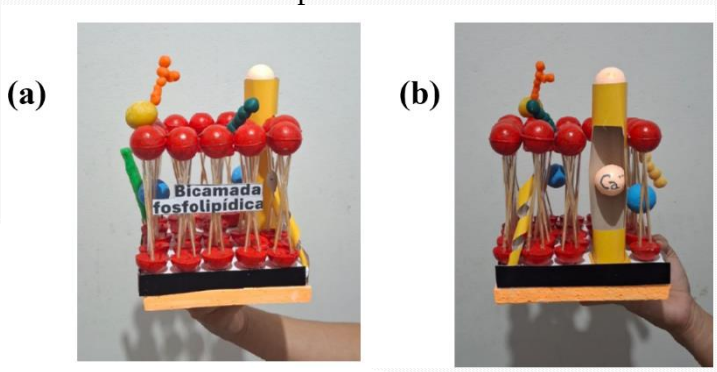
5°) O impulso nervoso é responsável por todas as nossas ações no dia a dia. Sobre esse fenômeno biológico, é verdadeiro que sua natureza é:	a) Elétrica. b) Eletromecânica. c) Química.

Fonte: Dos próprios autores.

Posteriormente, serão apresentados vídeos ilustrativos, a saber, *"Potencial de Ação"* disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=GAU4r0XleR>*, "Impulso Nervoso"* disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=s8_nSoO4CJA> *e "Transporte pela membrana plasmática"* disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=buJcS8gcAL4> que estão relacionados ao assunto com o intuito de oferecer uma visão global e enriquecer a explicação anterior sobre o tema. No segundo dia de aula, será dada continuidade ao processo de ensino utilizando maquetes para explorar conceitos fundamentais da biologia celular e da física. Os estudantes serão apresentados aos materiais necessários para a construção de duas maquetes que simulam processos celulares importantes: uma representando o funcionamento do potencial elétrico em uma membrana celular e outra que ilustra a estrutura da bicamada fosfolipídica.

A "Maquete 1" representa a bicamada fosfolipídica de forma simples e eficaz, demonstrando a organização da membrana celular. Para sua construção, utiliza-se uma base de isopor, sobre a qual são colocadas bolinhas de isopor pintadas de vermelho e cortadas ao meio, simbolizando a parte hidrofílica dos fosfolipídios na região intracelular. Palitos de madeira são inseridos nessas bolinhas para representar as caudas hidrofóbicas, e, na outra extremidade, bolinhas de isopor inteiras e pintadas de vermelho representam a parte hidrofílica da região extracelular (**Figura 1** (**a**)).

Figura 1 - Maquete referente a bicamada fosfolipidica: **(a)** Visão frontal e **(b)** visão posterior.

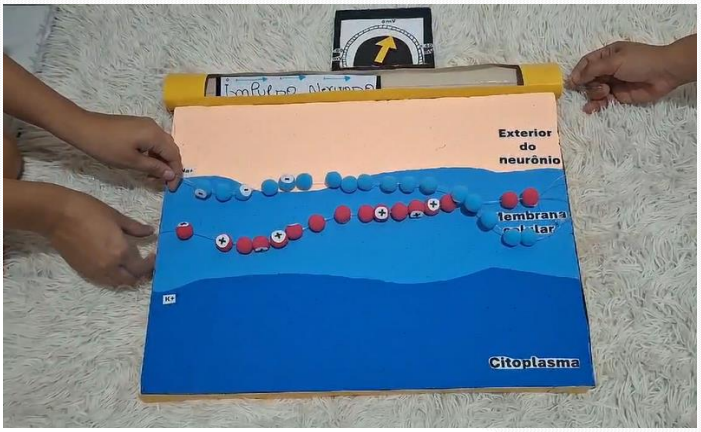


Fonte: Dos próprios autores.

Para complementar, bolinhas de isopor menores e de cores variadas foram distribuídas ao longo da maquete para simbolizar glicolipídios, colesterol e proteínas globulares, elementos essenciais da membrana celular. Adicionalmente, foi incorporada uma cartolina com uma bolinha de isopor rosa, simulando uma proteína de canal para o cálcio ionizado (Ca++), como mostrado na (**Figura 1** (**b**)).

Os materiais utilizados na construção da "Maquete 2" representativa do potencial elétrico em uma membrana celular (**Figura 2**) foram: bolinhas vermelho e azul que representam íons positivos e negativos, respectivamente; Isopor e papel cartão colorido (para criar as camadas da membrana e os canais iônicos); Tintas artesanais (para demarcar diferentes regiões e composições da membrana); Fios de nylon para ilustrar o transporte de íons e movimentar a ilustração "Impulso Nervoso" dentro de um tubo de cartolina.

Figura 2 - Maquete representativa do potencial elétrico em uma membrana celular.



Fonte: Dos próprios autores.

Após a confecção da Maquete 2, a ênfase recai sobre sua interatividade, destacando o potencial elétrico em uma membrana celular. A maquete requer a participação de dois alunos: um movimenta fios de nylon com bolinhas que representam íons positivos e negativos, enquanto outro puxa lentamente um fio conectado à palavra "Impulso Nervoso", simulando a propagação do impulso nervoso de forma dinâmica e visual, acompanhando as explicações.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O processo de ensinar e aprender é, por natureza, complexo, mesmo em seus aspectos mais superficiais. Essa complexidade está enraizada na subjetividade das interações sociais e nas variadas formas de discurso comunicacional entre os seres humanos, um fenômeno que continua a desafiar pesquisadores em todo o mundo (Carlesso & Neto, 2017). Quando se trata especificamente do ensino e aprendizagem interdisciplinar, essa discussão se torna ainda mais desafiadora, dada a abstração e a natureza lógica inerente à vários temas, o que exige abordagens pedagógicas inovadoras e dinâmicas para alcançar resultados efetivos (Teixeira & Guazzelli, 2023).

O cuidado a ser tomado no processo de ensino deve ser elevado, pois qualquer abordagem que não desperte o interesse dos estudantes na busca pelo conhecimento pode levar ao desvio de suas vocações, o que, por sua vez, pode impedir a realização pessoal e profissional (Araújo, L. R, 2023). Portanto, a primeira etapa da sequência didática, descrita no Quadro 1, deve começar com uma consulta prévia dos conhecimentos dos alunos. Isso permite que o professor ajuste a profundidade com que

abordará os conceitos e termos técnicos relacionados à Física e à Biologia da membrana plasmática.

O Quadro 2, que contém questões de múltipla escolha, oferece um exemplo prático para obter resultados rápidos sobre o nível de conhecimento dos alunos. Embora esses resultados sejam superficiais, eles são suficientes para fornecer um direcionamento inicial ao professor, permitindo uma abordagem mais adequada ao contexto da turma e aos temas a serem trabalhados.

A segunda etapa da sequência didática, que envolve a ministração de conteúdos de forma expositiva, e a terceira etapa, com a apresentação de vídeos, pode ser trabalhadas em conjunto. Embora essas abordagens estejam alinhadas com métodos tradicionalistas de repasse de conteúdos e conceitos, a utilização constante de imagens, sons, vídeos, animações e simulações é suficiente para manter o interesse dos estudantes (Bianca *et al.*, 2024). Dessa forma, a apresentação de conceitos de Física, como a "diferença de potencial" (d.d.p.), em conjunto com conceitos de Biologia, como o mecanismo do “potencial elétrico em uma membrana celular”, começa a fazer sentido para os alunos. Isso acontece sem que eles necessariamente percebam a interdisciplinaridade envolvida, permitindo uma compreensão mais ampla da ciência, em vez de enxergar os conhecimentos como isolados em disciplinas distintas (Teixeira & Guazzelli, 2023).

A intenção da quarta etapa da sequência didática acontecer no dia posterior permitirá que o estudante se familiarize com os conceitos abordados nas etapas anteriores ficando a critério do professor atividades de assimilação que sustentem a etapa seguinte, pois a interatividade lúdica da segunda e terceira etapas permitirá ao estudante um considerável grau seja de assimilação ou de raciocínios lógicos dos conceitos (Francelino, 2020).

A quarta etapa permitirá ao professor aprofundar ainda mais os conceitos de Física e Biologia, utilizando as maquetes desenvolvidas em formato 3D, que visam aprimorar o aprendizado ao proporcionar uma visualização mais detalhada da membrana plasmática e suas múltiplas funções (Giménez, 2020). Essa dinâmica não só ilustra os conceitos de forma visual e prática, mas também torna a aula mais participativa, facilitando a compreensão dos estudantes sobre a movimentação dos íons e a transmissão de impulsos elétricos ao longo da membrana celular (Maquete 2). Entre as características destacadas estão a permeabilidade seletiva, que controla a entrada e

saída de substâncias, e as proteínas presentes na membrana, que desempenham funções essenciais como transporte de moléculas, atividades enzimáticas e comunicação celular, garantindo o correto funcionamento celular (Giménez, 2020). Essa estrutura é composta por uma bicamada lipídica, com uma variedade de proteínas incorporadas (Maquete 1).

Nosso método enfatiza a interação dos alunos com as maquetes, e será realizado da seguinte maneira: após as aulas expositivas e atividades da segunda e terceira etapas, os alunos irão identificar e nomear os componentes da maquete. Cada aluno receberá sete plaquinhas correspondentes aos nomes dos componentes da membrana plasmática, que deverão ser nomeados de acordo com o conteúdo ensinado. Essa atividade representa a quinta etapa e servirá como um dos meios de avaliar a compreensão dos alunos (Carlesso & Neto, 2017). Outras formas de avaliação também poderão ser aplicadas, como questionários ou métodos avaliativos que o professor julgar mais adequados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho conclui que a implementação de aulas dinâmicas e ativas no Ensino de Ciências, integrando Física e Biologia de forma interdisciplinar, é viável e altamente eficaz. A utilização de uma sequência didática que combina aulas teóricas, vídeos e maquetes favorece o melhor aproveitamento dos conteúdos pelos alunos. Além disso, a criação de um ambiente problematizador, aberto e horizontal facilita a construção do conhecimento de maneira leve e fluida.

A sequência didática apresentada neste trabalho mostra-se uma ferramenta valiosa para estimular o interesse e a participação ativa dos alunos. Ao comparar e contrastar conceitos de diferentes disciplinas, os estudantes podem observar o conteúdo sob diversas perspectivas, o que facilita a aprendizagem e contribui para uma formação mais integral. O uso da maquete como recurso didático dinamiza as aulas e promove maior interação entre os alunos, incentivando discussões enriquecedoras. Essa estratégia se revela uma excelente alternativa para professores que desejam integrar diferentes áreas do conhecimento e oferecer um ensino mais participativo e interdisciplinar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, L. R. Avaliando a motivação em sala: instrução centrada no estudante como meio de engajar alunos irresponsivos. **Texto Livre**, v. 16, p. 1-14, 2023.

BERBEL, N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia dos estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, p. 25-40, 2011.

BIANCA, M. T. D.; VIEIRA, L. A.; CASAGRANDE, K. A mediação e a contribuição das Tecnologias Digitais da Comunicação e Informação para a educação inclusiva. **Ensino & Pesquisa**, v. 22, p. 59-72, 2024.

CARLESSO, J. P. P.; TOLENTINO NETO, L. C. B. A interdisciplinaridade como eixo da organização do planejamento escolar e da prática docente. **ReBECEM**, v. 1, p. 123-132, 2017.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. Formação de professores de Ciências: tendências e inovações. **Coleção Questões da nossa época,** v. 28, p. 127, 10ª ed. - São Paulo: Cortez, 2011.

COSTA, L. A. O trabalho interdisciplinar na escola com projetos. **Research, Society And Development**, v. 11, p. e38911221567, 2022.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Thema,** v. 14, p. 268-288, 2017.

FRANCELINO, J. C. Metodologias Ativas na formação de professores: Uma revisão da Literatura. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, p. 117620-117641, 2021.

GIMÉNEZ, N. P. Representações visuais no ensino de biologia: o caso do transporte de solutos através de membranas celulares. **Revista Prociências,** v. 3, p. 18-32, 2011.

GONÇALVES, T. A.; VALGAS, A. A. N.; DO AMARAL, L. C. Biofísica: Integrando os componentes de Biologia e a Física no Ensino Remoto. **Revista de Estudos e Pesquisas Sobre Ensino Tecnológico**, v. 6, p. e155820, 2020.

HAMMES, L. J.; ZITKOSKI, J. J.; BOMBASSARO, L. C. Desafios interdisciplinares na formação docente: questões teóricas e práticas. **Série-Estudos**, v. 22, p. 59-77, 2017.

MOTOKANE; M. T., TRIVELATO; S. L. F. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Ensaio Pesquisa Educação Ciências**, v.17, p. 115-137, 2015.

POZO, J; CRESPO, M. A aprendizagem e o ensino de Ciências. Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico, 5ª ed. - Porto Alegre: Artemed, 2009.

TEIXEIRA, L. de S; GUAZZELLI, D. C. H. R. Aprendizagem ativa: experiências e pesquisas com metodologias ativas. **Eccos - Revista Cientifica**, v. s/n, p. 1-7, 2023.

SOUSA, J. G.; PINHO; M. J. Dimensões teóricas da interdisciplinaridade e da transdisciplinaridade: construções conceituais na formação de professores. **Quaestio,** v. 23, p. 461-482, 2021.

VARELA, L. E. C. *Interdisciplinaridade entre física e biologia em turmas de 8° ano do ensino fundamental: possibilidade para o ensino de Ciências*. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá/SC, 2016. p. 148.

CAPÍTULO 2 - UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA APLICADA AS TRANSFORMAÇÕES DE ENERGIA EM UMA PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA (PCH)

Erikson Welk de Holanda Dantas[1]
Lorena Gomes Corumbá[2]
Shirsley Joany dos Santos da Silva[3]
Claudio José Cavalcante Blanco[4]
Francisco das Chagas de Oliveira Cacela Filho[5]

1 eriksonwelk@yahoo.com.br Graduando em Licenciatura em Física, Universidade Federal do Pará
2 corumba@ufpa.br Doutora em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia. Universidade Federal do Pará.
3 shirsley@ufpa.br Doutora em Física, Universidade Federal do Pará
4 blanco@ufpa.br Doutor em Sciences de l'Eau, Institut National de la Recherche Scientifique
5 cacela@ufpa.br Mestre em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará

RESUMO

Este artigo apresenta uma sequência didática elaborada para o ensino de mecânica (transformações de energia e hidrostática) em Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), integrando tais conceitos de hidrostática, transformações de energia e o enfoque CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). A proposta abrange quatro aulas que conectam teoria e prática por meio de atividades interativas, simulações virtuais e experimentais, explorando o impacto ambiental e social das PCHs. A abordagem prática com o uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs), como o simulador *Physics Education Technology* (PhET), facilita o entendimento de fenômenos físicos, como pressão, empuxo e a transformação de energia. A metodologia CTSA proposta neste estudo busca desenvolver habilidades cognitivas e investigativas nos alunos, permitindo uma aprendizagem significativa e contextualizada. A sequência didática visa aproximar os estudantes das aplicações da Física do cotidiano e incentivar o protagonismo estudantil no processo de aprendizagem.

Palavras-chaves: pequena central hidrelétrica, CTSA, ensino de física, sustentabilidade.

ABSTRACT

This article presents a didactic sequence focused on teaching energy transformations in Small Hydroelectric Power Plants (SHPs), integrating the concepts of hydrostatics, energy, and the STSE (Science, Technology, Society, and Environment) approach. The proposal includes five lessons that connect theory and practice through interactive, virtual, and experimental activities, as well as model construction, exploring the environmental and social impacts of SHPs. The practical approach, using Digital Information and Communication Technologies (DICTs), such as the PhET simulator, facilitates the understanding of physical phenomena like pressure, buoyancy, and energy transformation. The investigative and interdisciplinary methodology proposed in this study aims to develop cognitive and investigative skills in students, allowing for meaningful and contextualized learning. This didactic sequence seeks to bring students closer to real-life applications of Physics and encourage student protagonism in the learning process.

Keywords: small hydroelectric power plant, CTSA, physics teaching, sustainability.

INTRODUÇÃO

De acordo com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o ensino de Ciências deve promover o protagonismo do aluno por meio de práticas investigativas e resolução de problemas (Brasil, 2018). Nesse sentido, a Física deve ser

ensinada de forma contextualizada e integrada à realidade dos alunos, estimulando a aplicação dos conceitos aprendidos na sala de aula a situações práticas. Assim, o ensino de Ciências, incluindo a Física, também se insere nesse cenário de inovação pedagógica, buscando alternativas que promovam mudanças positivas na sala de aula, tornando o aprendizado mais significativo e envolvente Oliveira (2016).

Um dos temas mais relevantes para os estudantes, dada sua presença diária é a eletricidade na forma de energia elétrica, e mais especificamente, as fontes de geração de energia. Nessa perspectiva, a habilidades (EF08CI06) da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) propõe discutir e avaliar usinas de geração de energia elétrica (termelétricas, hidrelétricas, eólicas e outras formas de energias renováveis.), suas semelhanças e diferenças, seus impactos socioambientais, e como essa energia é utilizada (Brasil, 2018).

As Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH’s) são um exemplo prático para ilustrar a transformação de energia no ensino, explorando desde a energia potencial gravitacional da queda-d'água até a geração de energia elétrica por meio de turbinas e geradores. Esse processo é particularmente relevante no ensino de Física, pois permite demonstrar de forma concreta a conservação de energia, desde o armazenamento da energia potencial no reservatório até sua conversão em energia elétrica através do movimento das turbinas. A combinação desses fatores torna as PCH’s viáveis e sustentáveis tanto em termos ambientais quanto econômicos, reforçando o potencial de crescimento dessas fontes no cenário energético Coimbra *et al*., (2022). Esses exemplos práticos são fundamentais para engajar os alunos em uma compreensão mais ampla sobre as diversas fontes e tipos de energia, suas conversões e a sustentabilidade energética

A presente sequência didática desenvolvida neste trabalho, visa integrar teoria e prática ao explorar as transformações de energia em uma PCH, utilizando experimentos e simulações computacionais acessíveis que permitam aos alunos compreenderem melhor os conceitos envolvidos. Ao relacionar o conteúdo teórico com atividades experimentais e situações concretas, espera-se promover uma aprendizagem significativa, desenvolvendo a capacidade dos alunos de aplicar o conhecimento científico em diferentes contextos, especialmente em questões relacionadas à sustentabilidade e à geração de energia renovável.

MATERIAIS E MÉTODO

Durante a pesquisa, foi analisado o uso de experimentos com materiais alternativos, como recicláveis e de baixo custo, aliado ao uso de simuladores digitais PHET através da plataforma https://phet.colorado.edu/pt_BR, para aprofundar o ensino de Física. Essa combinação facilita a compreensão prática de conceitos complexos e torna a aprendizagem acessível e interativa, permitindo que os alunos explorem características científicas de forma visual e experimental em ambiente virtual como ferramentas para uma melhor compreensão dos fenômenos físicos, tais como pressão, energia gravitacional, energia cinética e energia elétrica.

Posteriormente, foi organizada uma sequência didática (SD), a SD é "um procedimento simples que compreende em um conjunto de atividades ligadas entre si" (Oliveira 2013, p. 39). A SD depende de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino aprendizagem'. O presente trabalho foi elaborado para o ensino de hidrostática e mecânica (transformações de energia) para alunos do 9 º ano do ensino fundamental II e 1° ano ensino médio. As atividades da SD, foram planejadas para serem realizadas num total de 4 aulas de 90 minutos cada.

Segundo Souza & Pires (2012), ao elaborar uma SD, é possível integrar diversas estratégias e recursos pedagógicos, como: aulas teóricas, projeções, momentos para questionamentos, resolução de problemas, aulas práticas, simulações, atividades, textos, dinâmicas, fóruns, debates, entre outros.

Proposta de Sequência Didática (SD) para o Ensino de hidrostática e mecânica (energia)

As autoras Sasseron & Carvalho (2011) afirmam que uma pessoa alfabetizada científica e tecnologicamente compreende que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias, bem como as ciências e as tecnologias refletem a sociedade. Posteriormente foi organizada uma sequência didática, uma sequência didática "(...) é definida pela pelas seguintes etapas: a) Escolha do tema a ser trabalhado; b) Questionamentos para problematização do assunto a ser trabalhado; c) Planejamento dos conteúdos; d) Objetivos a serem atingidos no processo ensino-aprendizagem; e) Delimitação da sequência de atividades; f) Propor soluções para o problema - Coleta,

seleção e classificação dos dados e g) Sistematização do novo conhecimento - Generalização das conclusões tiradas" (Oliveira, 2013, p. 43)

Conforme Zabala (2014) podemos incluir as três fases de toda intervenção reflexiva: planejamento, aplicação e avaliação. Nesta circunstância, apresentamos uma proposta de SD (**Quadro 1**). A proposta aqui apresentada de SD pode ser modificada Santos (2023) conforme a necessidade de cada professor. Além disso, utilizamos como referência o livro *"Os fundamentos da Física"* dos autores (Ramalho, Nicolau & Toledo, 2009) para discussão do conteúdo apresentado nesta SD.

Quadro 1: Proposta de SD para o estudo de transformação de energia em PCH's.

AULAS	ATIVIDADES	ETAPAS	OBJETIVOS
Aula 1- Introdução as pequenas centrais hidrelétricas (PCH's).	- Aula Expositiva: o que são PCH's, definição e funcionamento básico. - Aula Expositiva: constetualização sobre a geração de energia no Brasil. - Aula expositiva: implicações ambientais e sociais das hidrelétricas. Debate sobre os recursos hídricos para geração de energia e seus impactos ambientais.	- Compreende as etapas (a), (b), (c) – (e) propostas por Zabala (ZABALA, 2014)	- Introduzir os conceitos de PCH's e sua importância na matriz energética. - Relcionar as PCH's ao contexto CTSA (impactos ambientais, sustentabilidade e desenvolvimento tecnológico). -
Aula 2- Conceito de hidrostática: pressão e empuxo.	- Aula Expositiva: pressão hidrostática: fórmulas e exemplos práticos. Empuxo e princípios de Arquimedes. - Aula expositiva: aplicação de hidrostática aplicada a PCH. - Experimeto prático: medir a pressão exercida por líquidos em diferentes alturas usando garrafa PET cheias de água. Comparar a pressão em diferentes níveis e relacionar com conceitos fisicos da PCH.	- Compreende as etapas (a), (b), (c), (e) das fases propostas por Zabala (ZABALA, 2014)	- Compreender os conceitos de pressão e empuxo em fluidos (água), aplicando ao funcionamento de PCH's. - Entender como a pressão da água é utilizada para gerar energia.
Aula 3- Transformação de energia: energia potencial gravitacional em	- Aula Expositiva: energia potencial gravitacional, energia cinética e conservação de energia. - Aula Prática: uso de	- Compreende as etapas (a) – (g) propostas por Zabala (ZABALA,	- Compreender as transformações de energia potencial gravitacional e energia cinética e posteriormente e energia

cinética.	simuladores online para simular as transformações de energia potencial em energia cinética.	2014)	elétrica.
Aula 4- Impactos ambientais e tecnológicos das PCH's.	- Pesquisa Individual: análise de notícias: pesquisar e apresentar notícias sobre a instalação de PCH's em diferentes regiões do Brasil, focando nos aspectos ambientais e sociais.	- Compreende as etapas (e) – (g) propostas por Zabala (ZABALA, 2014).	- Refletir sobre os impactos ambientais das PCH's. -Analisar as soluções tecnológicas que visem reduzir esse impacto.

Fonte: Dos próprios autores.

A seguir, apresentamos o roteiro detalhado das atividades que compõem esta SD.

Roteiro 1: Introdução as pequenas centrais hidrelétricas (PCH's) e o contexto da CTSA.

De acordo com o Quadro 1, na aula 1, propomos uma definição, contextualização e implicações sobre a geração de energia no Brasil. A seguir, o roteiro 1 para a aula 1.

1) Abertura e introdução ao tema.

✓ Perguntar aos alunos: "De onde vem a eletricidade que usamos no nosso dia a dia?" e como a energia elétrica é gerada no Brasil destacando a participação da energia hidrelétrica na matriz energética brasileira.

✓ Explicar brevemente como funciona uma usina hidrelétrica e, em especial, as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's).

✓ Mostrar a diferença entre grandes hidrelétricas e PCHs, destacando a escala menor das PCHs e sua importância em regiões mais isoladas.

2) Apresentação das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs)

✓ Exibir slides ou um vídeo curto (3-5 minutos) mostrando o funcionamento de uma PCH, desde a barragem até a geração de eletricidade.

✓ Enfatizar o processo de transformação de energia potencial gravitacional em energia elétrica.

✓ Levantar a questão: "Por que é importante gerar energia em pequenas centrais? Quais são os possíveis impactos e benefícios?"

3) CTSA: Relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

✓ Explicar o conceito de CTSA, ressaltando que, ao abordar PCH's, precisamos considerar não apenas a física por trás da geração de energia, mas também as implicações sociais, tecnológicas e ambientais.

✓ Pontuar os impactos positivos das PCH's, como menor impacto ambiental comparado às grandes hidrelétricas, e os desafios, como mudanças nos ecossistemas locais.

4) Debate: Energia e Sustentabilidade.

✓ Conduzir o debate por 7 minutos, incentivando os alunos a argumentarem com base nas informações estudadas.

✓ Concluir o debate destacando que as PCH's representam uma alternativa energética com vantagens e desvantagens, e que a sustentabilidade envolve encontrar um equilíbrio entre a geração de energia e a preservação ambiental.

Roteiro 2: Conceitos de Hidrostática - Pressão e Empuxo.

Conforme o Quadro 1, na aula 2, o objetivo é discutir como os conceitos de pressão hidrostática e empuxo se aplicam ao funcionamento das PCHs. Para explicar esses conceitos, utilizamos simulações e experimentos alternativos com garrafa PET que demonstram como a pressão da água em diferentes profundidades.

1) A introdução.

✓ Nesta aula os alunos aprenderão sobre os conceitos de pressão hidrostática e empuxo e como esses fenômenos influenciam o funcionamento das turbinas em PCH's.

2) Conceito de Pressão Hidrostática.

✓ Introduzir a definição de pressão hidrostática e a equação que a descreve:

✓ Explicar como a pressão aumenta com a profundidade em um fluido e como isso se aplica às barragens de PCH's.

✓ Atividade Interativa (Simples Experimento):

➢ Utilizar uma garrafa PET cheia de água e fazer três furos em diferentes alturas. Permitir que os alunos observem como a água é expelida com mais força dos furos inferiores, evidenciando a maior pressão em maior profundidade.

➢ Relacionar o experimento ao conceito de pressão hidrostática nas barragens das PCH's.

3) Conceito de Empuxo.

✓ Apresentar o conceito de empuxo e o Princípio de Arquimedes, que afirma que "um corpo imerso em um fluido sofre uma força para cima (empuxo) igual ao peso do fluido deslocado".

✓ Relacionar o empuxo com o funcionamento das turbinas nas PCHs, que aproveitam a força gerada pela água para movimentar as pás e gerar energia.

✓ Atividade Experimental (Simples Experimento): Submergir objetos de diferentes materiais e tamanhos em um recipiente com água e pedir aos alunos que observem como os objetos flutuam ou afundam, explicando a relação entre a densidade do objeto e a força de empuxo.

✓ Discutir como o empuxo influencia o movimento da água nas barragens e nas turbinas.

4) Aplicação dos Conceitos à Geração de Energia nas PCH's.

✓ Simulação no PhET (Pressão em Fluidos): Utilize a simulação "Pressão em Fluidos" do PhET para demonstrar visualmente como a pressão hidrostática aumenta com a profundidade, a densidade do líquido e observem como isso influencia a pressão no fluido.

✓ Peça aos alunos que simulem diferentes cenários, como o aumento da altura da coluna de água, e observem como isso afeta a pressão nas paredes de um reservatório.

Roteiro 3: Transformação de Energia em uma Pequena Central Hidrelétrica.

Conforme o Quadro 1, na terceira aula, vamos contextualizar (PCHs), focando na conversão da energia potencial da água em energia cinética e elétrica. Para isso, utilizaremos simulações interativas que ilustram esses processos. Nesse sentido, propomos o seguinte roteiro para a aula 3.

1) Exposição Teórica:

✓ Introduzir o conceito de energia potencial gravitacional (E_{pg}).

✓ Explicar como a energia potencial gravitacional da água armazenada na barragem é transformada em energia cinética à medida que a água cai em direção às turbinas.

✓ Transformação de Energia Cinética em Energia Elétrica: Mostrar como a energia cinética da água é utilizada para girar as turbinas e, assim, gerar energia elétrica por meio de um gerador acoplado à turbina.

2) Experimento Demonstrativo:

✓ Simulação da Transformação de Energia: Utilizar um vídeo educativo que mostre o processo de transformação de energia em uma usina hidrelétrica. Durante o vídeo, destaque os momentos em que a energia potencial gravitacional da água se transforma em energia cinética e depois em energia elétrica.

✓ Exemplo de Simulação: PhET "Gerador de Energia", onde os alunos podem observar a conversão da energia cinética da água em energia elétrica ao girar uma turbina.

Roteiro 4: Impactos Ambientais e Tecnológicos das PCH's.

Na aula 4, de acordo com o Quadro 1, iremos analisar notícias relacionadas a esses impactos e discutir soluções tecnológicas que podem mitigá-los. Nessa perspectiva, propomos o seguinte roteiro para a aula 4.

1) Introdução ao Tema.

✓ Introduzir a aula, destacando a importância das PCHs na matriz energética brasileira e suas implicações ambientais.

✓ Falar sobre o aumento da demanda por energia e como isso tem levado à construção de PCHs, e os possíveis efeitos adversos sobre o meio ambiente e as comunidades locais.

2) Análise de Notícias.

✓ Promover um debate sobre as alternativas tecnológicas que podem minimizar os impactos ambientais das PCHs

✓ Como as comunidades locais podem ser envolvidas nas decisões sobre a construção de PCH's?

✓ Os grupos devem relacionar suas descobertas com os conceitos de CTSA, enfatizando a necessidade de um desenvolvimento sustentável.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao comparar a abordagem SD utilizada nesta pesquisa com métodos tradicionais de ensino de Física, que geralmente focam em aulas expositivas e resolução de problemas matemáticos abstratos, a sequência didática proposta oferece uma clara vantagem ao promover a contextualização e a aplicação prática dos conceitos científicos. Nesse contexto, o uso de experimentos com materiais recicláveis, como garrafas PET para demonstrar pressão hidrostática, e de simuladores digitais como o PhET, oferece uma alternativa aos métodos tradicionais. Por exemplo, enquanto os

métodos tradicionais focam na memorização de fórmulas para calcular pressão e empuxo, o SD permite aos alunos visualizar tais conceitos através de experimentos práticos e simulações. Estudos anteriores Souza & Pires, (2018) também sugerem que o uso de simuladores em ambientes educacionais aumenta o engajamento dos alunos e melhora a retenção de conceitos abstratos.

As simulações interativas, permitem que estudantes compreendam como a pressão hidrostática influencia o funcionamento das turbinas em PCHs e como a energia potencial gravitacional é transformada em energia elétrica. Impactos das simulações e experimentos práticos: As atividades interativas, como a simulação da transformação de energia potencial gravitacional em energia cinética e elétrica através do simulador PhET, ao permitir que os alunos manipulem variáveis como a altura da queda d'água e a pressão nas turbinas, essas simulações destacaram o impacto dessas variáveis na eficiência das PCHs Araújo (2021).

Em termos práticos, esta SD pretende que os alunos sejam capazes de aplicá-los em problemas reais e relacionem como os impactos ambientais das PCHs e a sustentabilidade das fontes de energia renovável Ohi (2023).

Comparação com outras metodologias: A SD desenvolvida neste estudo integrou o conceito de CTSA permite discursões mais amplas sobre a sustentabilidade e os desafios das PCHs. Em comparação com abordagens tradicionais, que tendem a enfatizar a teoria sem considerar amplamente os impactos sociais e ambientais. Essa abordagem possibilita discussões sobre sustentabilidade e os desafios associados às Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH’s), promovendo uma compreensão integrada dos conceitos científicos e suas implicações sociais. Conforme aponta o autor “(...) a inclusão de CTSA no ensino de ciências auxiliam os alunos a refletirem criticamente sobre o uso de recursos naturais e o papel das tecnologias na sociedade, incentivando a consciência ambiental e a cidadania responsável” (Chrispino, 2017, p. 17).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

São esperados que os resultados a serem obtidos ao longo das quatro aulas através na proposta da sequência didática promovam uma aprendizagem significativa e prática dos conceitos de hidrostática e transformações de energia. Além de fornecer uma base sólida de conhecimento físico, esta SD pretende que os alunos discutam questões importantes como sustentabilidade e impactos ambientais, integrando esses temas ao

seu aprendizado de Física. Isso demonstrará que uma abordagem mais contextualizada e prática, aliada ao uso de recursos tecnológicos e materiais acessíveis, pode melhorar significativamente o aprendizado de conceitos complexos como proposto neste trabalho. A proposta SD está fundamentada e corrobora com as diretrizes da corrente CTS, constituindo a temática para o ensino de transformações de energia em Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) de enorme significação para o público a que se destina a proposta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, E. S.; NASCIMENTO, J. L. B.; SILVA, J. C.; BIM, C. F. A. O uso de simuladores virtuais educacionais e as possibilidades do PhET para a aprendizagem de Física no Ensino Fundamental. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 3, p. 1-25, 2021.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 20 out. 2024.

CHRISPINO, A. Introdução aos Enfoques CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade – na Educação e no Ensino. **Documentos de Trabalho de Iberciencia, n. 4**. Organização dos Estados Ibero-americanos, 2017.

COIMBRA, D; CARNEIRO, U. S.; BRAGA, M. B. P.; NETO, M. A. Usinas hidrelétricas e energia: uma unidade de ensino para a educação de jovens e adultos. **Caminhos da educação matemática em revista (online)/IFS**. v. 12, n. 1, 2358-4750, 2022.

OHI, A. G. K; GANIKO-DUTRA, M. Sustentabilidade na prática: A realidade da Educação Ambiental em uma escola pública do estado de São Paulo. **Revista Hipótese**, p. e023004-e023004, 2023.

OLIVEIRA, M. M. Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. Petrópolis, RJ**: Vozes, 2013.

PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. Disponível em:<https://phet.colorado.edu/pt_BR/>.

RAMALHO, F; NICOLAU, G; TOLEDO, P. Os fundamentos da física. 10. ed. São Paulo: **Moderna**, 2009.

SANTOS, A. L. C; LUZ, L. M.; SILVA JÚNIOR, C.A.; BRAGA, A. N.; BRAGA, A. N. O uso de simulações virtuais em óptica geométrica: Uma proposta de sequência didática aplicada ao ensino de Ciências. **In: Educação, Ciências, Diálogos e Práticas**. 1. ed. Formiga, MG: Editora Unismero,2023. p.40-53.

SASSERON, L. H.; DE CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, V16(1), pp. 59-77, 2011.

SOUZA, Â. R.; PIRES, P. A. G. As leis de gestão democrática da educação nos estados brasileiros. **Educar em Revista,** v. 34, n. 68, p. 65- 87, 2018.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Penso, 2014.

CAPÍTULO 3 - INVESTIGAÇÃO SOBRE O USO DE PLATAFORMAS DE VIDEOAULAS COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

Carliane Araújo da Silva[1]
Jeferson Danilo Lima Silva[2]

[1]carlianea7@gmail.com. Licenciada em Matemática, Universidade Federal do Pará.
[2]jdanilo@ufpa.br. Doutor em Física, Universidade Federal do Pará.

RESUMO

Este trabalho analisa a relação de estudantes de Licenciatura em Matemática com a plataforma de vídeos Youtube como ferramenta de acesso a conteúdos no processo de formação de professores. A metodologia empregada foi quali-quantitativa, através de um questionário respondido por 36 acadêmicos do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Pará, Campus de Salinópolis. O trabalho aborda questões ligadas aos propósitos que levam os acadêmicos a utilizarem a plataforma. Verificou-se as vantagens e desvantagens da plataforma e constatou-se que os participantes, de modo geral, consideram a plataforma útil na formação, mas que esta não substitui o professor nas aulas. Concluiu-se que plataformas digitais de vídeo são bastante presentes na experiência formativa dos discentes.

Palavras-chaves: formação de professores; videoaulas; questionário.

ABSTRACT

This work analyzes the relationship between mathematics degree students and the Youtube video platform as a tool for accessing content in the teacher training process. The methodology used was qualitative and quantitative, through a questionnaire answered by 36 students from the Mathematics Degree course at the Federal University of Pará, Salinópolis Campus. The work addresses issues linked to the purposes that lead academics to use the platform. The advantages and disadvantages of the platform were verified and it was found that participants, in general, consider it a useful platform in training, but that it does not replace the teacher in classes. It is concluded that digital video platforms are very present in the students' educational experience.

Keywords: teacher training; video classes; questionnaire.

INTRODUÇÃO

Desde o início da vida escolar, a disciplina de Matemática pode ser vista pelos alunos como difícil e complexa. Ao avançar o nível de escolaridade, começam a se notar maiores dificuldades dos alunos em, por exemplo, executar operações matemáticas ou transcrever problemas para a linguagem matemática. Quando a questão se estende para o ensino superior, a situação não é diferente, Felcher *et al*. (2019) destacam que, quando se trata dos índices de evasão no curso de Licenciatura em Matemática, eles são bem elevados e apenas 65% dos ingressantes conseguem concluir. Para Masola & Allevato (2016), as dificuldades encontradas por alunos ingressantes na educação superior podem estar relacionadas à falta de conhecimentos prévios,

principalmente em relação à resolução de problemas, à falta de autonomia do aluno, deficiências na interpretação, leitura e escrita.

Com a massificação da tecnologia que atingiu a sociedade, quando o assunto é minimizar as dificuldades encontradas na aprendizagem e instigar o interesse dos alunos, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) vêm sendo cada vez mais utilizadas como aliadas. Para Oliveira & Moura (2015, p. 80), "as TICs operam como molas propulsoras e recursos dinâmicos de educação". Elas permitem inovações significativas no processo de ensinar e, por isso, vêm se tornando grandes aliadas da educação. De acordo com Silva (2017), a integração das tecnologias nos diversos setores das organizações sociais é algo inevitável e irreversível. As discussões a respeito da inserção das tecnologias em sala de aula têm se intensificado, pois várias modalidades de ensino foram surgindo. É necessário compreender qual o potencial pedagógico que as TICs proporcionam para a aprendizagem, uma vez que "a tecnologia também é essencial para a educação. Ou melhor, educação e tecnologias são indissociáveis" (KENSKI, 2007, p. 43).

Nesse contexto, os vídeos educacionais vêm ganhando cada vez mais destaque. Na utilização de vídeos como fonte de pesquisa para fins de estudo, compreender conceitos e conseguir realizar exercícios são alguns dos motivos apontados ao se fazer uso dos vídeos educacionais (DOMINGUES, 2014). Levando em consideração que os vídeos estão amplamente difundidos atualmente, fazendo parte do cotidiano dos alunos, supõe-se que o Youtube pode ser uma boa escolha como suporte ao processo de aprendizagem, pois além de ser uma ferramenta gratuita, permite, de acordo com Alarcon & Novello (2021, p. 4), "protagonizar diferentes contextos, dentre eles o de intenções pedagógicas, podendo ser considerado uma ferramenta importante no processo de ensino e de aprendizagem."

Com o passar dos anos, se criou uma expectativa de que as tecnologias poderiam trazer melhorias para o processo de ensino e aprendizagem, com escolas e universidades gradativamente aderindo à utilização das tecnologias. Pires (2010) afirma que, longe de ser uma forma de proteção, a educação midiática é uma forma de preparação, que desenvolve nos jovens a compreensão e a consciência social de pertencimento dentro de um determinado universo cultural. O aluno pode ser levado a novas experiências que

facilitem no processo de aprendizado, não é à toa que diversas ferramentas foram criadas para auxiliar nesse processo.

No início, muitos professores mostravam certo receio de serem substituídos, como é destacado por Assmann (2000), que afirmou que a resistência de muitos professores a usar "soltamente" as novas tecnologias na sala de aula tem muito a ver com a insegurança derivada do falso receio de estar sendo superado, no plano cognitivo, pelos recursos instrumentais da informática. Atualmente, a resistência de professores com relação à tecnologia já foi amenizada. Compreende-se que as tecnologias atuam para auxiliar o professor, mostrando que o papel do professor continua sendo essencial e que este deve ser o mediador e orientador da aprendizagem. Com a tecnologia estando cada vez mais presente na educação, muitas ferramentas estão disponíveis, entre elas se encontram os vídeos digitais, que vem sendo gradativamente utilizados como recurso pedagógico. A própria Base Nacional Comum Curricular (BNCC) resguarda o uso das tecnologias em suas competências gerais da educação básica (competência 5):

> Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (BRASIL, 2018, p. 9).

A habilidade mencionada na BNCC vem colocar o aluno não só como um personagem passivo, mas sim um protagonista, fazendo com que ele seja o autor do próprio conhecimento. Dentre as diversas ferramentas tecnológicas educacionais criadas para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, como sites, aplicativos e programas com diferentes recursos, o vídeo vem se destacando por já ser algo presente na vida das pessoas. Segundo Moran (1995, p. 27), "o vídeo nos seduz, informa, entretém, projeta em outras realidades (no imaginário), em outros tempos e espaços". As imagens, sons e movimentos fornecidos pelo vídeo fornecem informações mais autênticas relacionadas ao que está sendo ensinado. Assim, induzem mudanças comportamentais tanto nos professores como nos alunos, permitindo-lhes adquirir melhor conhecimento e aprofundar melhor o que aprenderam, quando utilizados de forma correta (KENSKI, 2008). Silva (2010, p. 1) ressalta que esse recurso "possibilita o despertar da criatividade à medida que estimula a construção de aprendizados múltiplos, e a partir da exploração da sensibilidade e das emoções dos alunos, além de contextualizar conteúdos

variados". Embora os vídeos ajudem bastante no ensino, segundo Moran (1995), esse recurso pode ajudar os professores a prenderem a atenção dos alunos, mas não é uma solução milagrosa para o ensino, pois a relação entre professor e aluno é essencial.

Para Narciso *et al*. (2020), o Youtube, quando utilizado de forma a atender objetivos educacionais, além de auxiliar a aprendizagem matemática de estudantes autônomos, também constitui-se como uma ferramenta didática para complementar a metodologia de ensino, podendo refletir em melhores resultados na aprendizagem. Logo se nota que essa plataforma, quando utilizada como subsídio didático, pode servir como um auxílio à aprendizagem, além de oferecer inúmeros vídeos voltados para diversas áreas da educação. Embora a Matemática seja muito utilizada no dia a dia, ainda se encontram muitas dificuldades com relação à disciplina e, por isso, utilizar tecnologia vem se tornando cada vez mais comum para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. Alguns dos benefícios das tecnologias são expostos por Carneiro & Passos (2014) que ressaltam que as tecnologias permitem despertar nos estudantes o interesse e a motivação para aprender matemática, podendo auxiliar a desfazer a imagem dessa disciplina como apenas memorização de fórmulas e procedimentos mecânicos.

METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa quali-quantitativa. Os resultados obtidos serão apresentados através de números e ferramentas estatísticas, mas também serão analisados de forma que se possa assimilar e interpretar esses resultados por meios não numéricos. Para coletar os dados, foi utilizado um questionário distribuído através da plataforma Google Forms. Os respondentes foram alunos do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Salinópolis. Buscou-se analisar a relação dos discentes com o Youtube procurando atender aos objetivos do trabalho: sondar quais os benefícios que esta ferramenta oferece quando utilizada para fins educacionais; quais conteúdos são mais buscados e quais as justificativas utilizadas para isso.

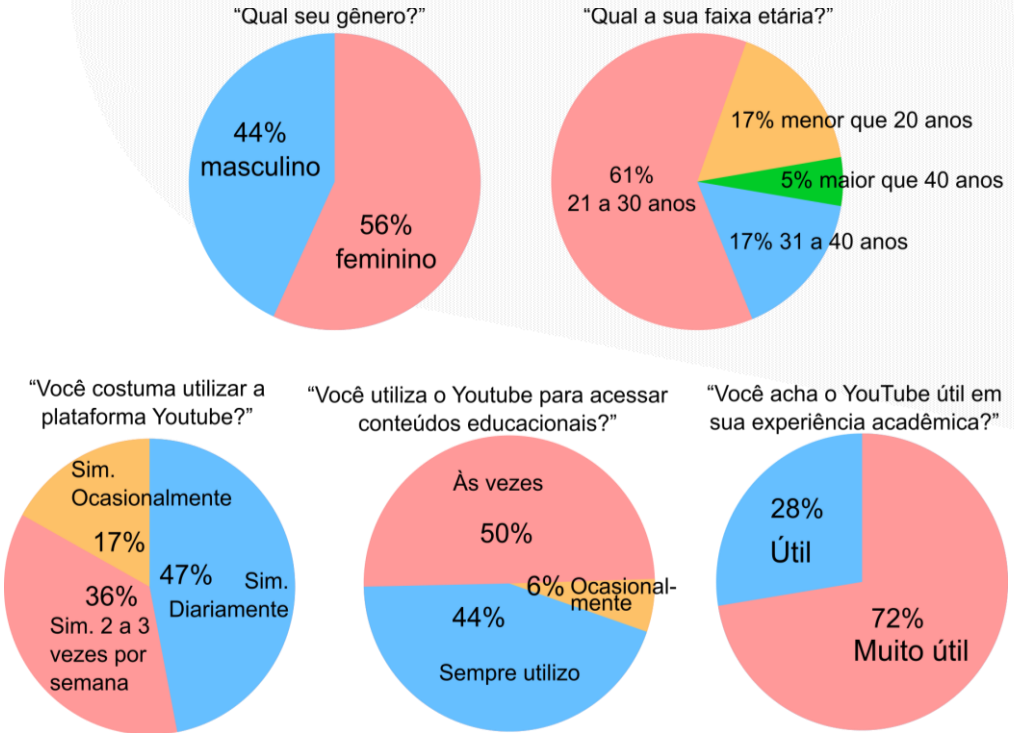
O questionário aplicado consiste em questões abertas e fechadas. Inicialmente, buscou-se analisar quais dos participantes já haviam utilizado a plataforma com o intuito educacional durante sua formação e quais os propósitos que os levaram a essa

escolha. As questões seguintes tinham como objetivo listar e classificar as disciplinas que foram mais buscadas no Youtube pelos participantes da pesquisa, considerando as suas experiências acadêmicas, além de especificar as vantagens e as desvantagens da plataforma segundo os participantes. Por fim, buscou-se saber o quão útil o Youtube foi para os participantes em suas experiências acadêmicas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O questionário aplicado contou com a participação de 36 respondentes, 56% se declarou do gênero feminino (cf. Figura 1), 44% do gênero masculino, nenhum dos respondentes afirmou pertencer a outro gênero. Quanto à faixa etária, 17% tinham até 20 anos e 61% estavam na faixa etária de 21 a 30 anos. Todos os participantes responderam que utilizam a plataforma em alguma medida, com quase a metade (47%) afirmando que utilizam a plataforma diariamente e 36% afirmando que utilizam de duas a três vezes por semana. Esse resultado está de acordo com o esperado uma vez que, segundo Silva *et al*. (2017, p. 46), "a visualização de vídeos ocorre de maneira natural, por ser um hábito dessa geração conectada". Quando a pergunta se estendeu para a busca especificamente por conteúdos educacionais, a resposta foi unânime: todos responderam afirmativamente. Do total, 44% responderam que *sempre* utilizam a plataforma com esse intuito, enquanto 50% responderam que *às vezes* utilizam a plataforma com esse intuito, e somente 6% afirmaram utilizar o Youtube apenas ocasionalmente para buscar conteúdos educacionais. É importante ressaltar que nenhum dos participantes respondeu que não utiliza a plataforma para acessar conteúdos educacionais, o que reforça que fazer uso de vídeos, em especial no Youtube, é uma prática comum na formação de estudantes de Licenciatura em Matemática.

Figura 1: Painel com as respostas a algumas perguntas do questionário aplicado.



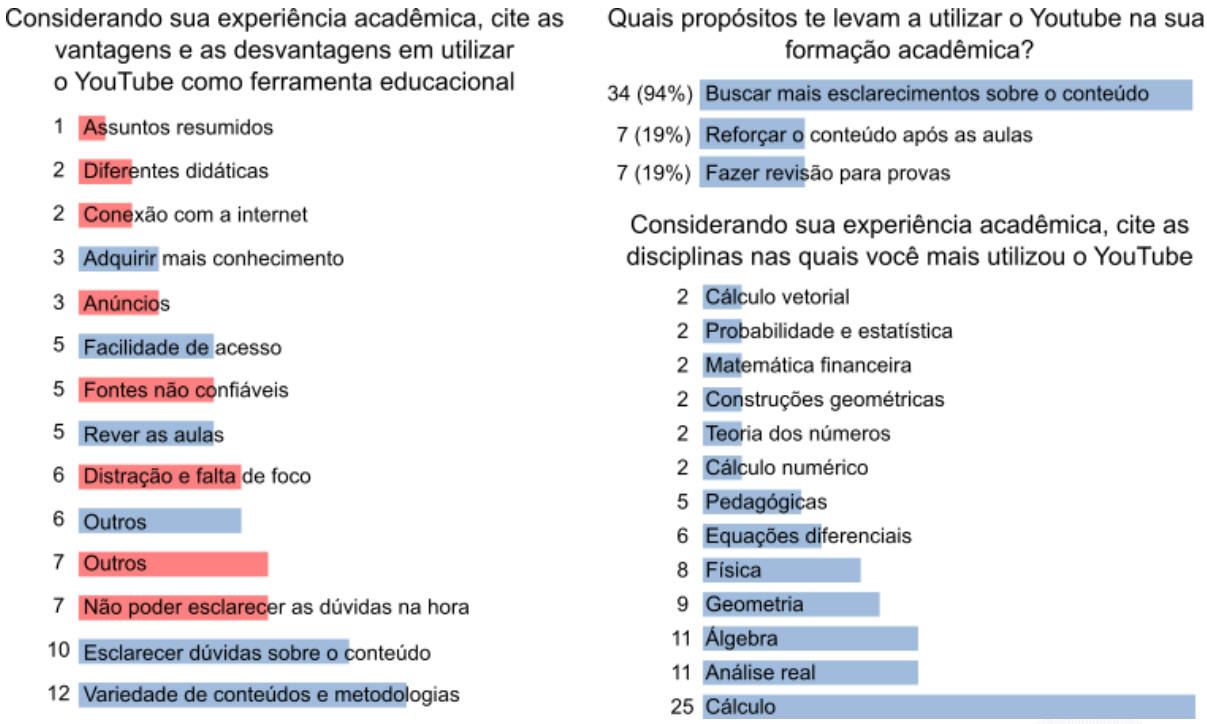
Fonte: Dos próprios autores.

Em 2016, Silva, ao realizar uma pesquisa com 91 alunos, obteve que 84% dos participantes responderam afirmativamente ao serem questionados se já haviam assistido a uma videoaula no Youtube. Comparando os resultados obtidos no presente trabalho com aqueles obtidos por Silva, temos base para afirmar que o uso do Youtube parece estar consolidado como uma plataforma de acesso a conteúdos educacionais.

O questionamento seguinte era de múltipla escolha e buscava saber "Qual ou quais os propósitos que te levam a utilizar o Youtube na sua formação acadêmica?". A questão possuía as seguintes alternativas: "Utilizo para fazer revisão para provas"; "Utilizo para reforçar o conteúdo após as aulas"; "Utilizo para buscar mais esclarecimentos sobre o conteúdo" e "Outros". Os dados obtidos são apresentados na Figura 2. Nota-se que 94% dos participantes utilizam o Youtube para buscar mais esclarecimentos sobre o conteúdo. Segundo Domingues (2014), os alunos utilizam vídeos como fonte de pesquisa, para fins de estudo, principalmente os vídeos presentes no Youtube. Dessa forma, é comum os dados mostrarem que a plataforma é utilizada em grande parte como um auxílio às aulas.

Ao serem questionados a respeito das disciplinas em que mais utilizaram o Youtube, Cálculo foi a disciplina mais mencionada (ver Figura 2), levando a constatar que é a disciplina que os licenciandos têm mais dificuldade. Para Gomes (2012), por ser uma disciplina ministrada no início do curso, o Cálculo passa a ser o primeiro contato que o aluno tem com uma Matemática "diferente" daquela que trabalhava no Ensino Médio, tudo isso somado muitas vezes ao fato de os alunos já trazerem deficiências do processo educacional anterior, levam a dificuldades enfrentadas pelos alunos com relação a disciplina, tanto é que, também segundo Gomes (2012), não é novidade que tais dificuldades levam à reprovação e evasão logo no primeiro período. O próximo questionamento buscou saber quais as vantagens e desvantagens em utilizar o Youtube como ferramenta educacional na experiência acadêmica dos participantes. É possível notar que a maior vantagem em utilizar a plataforma é o fato de possuir uma abundante variedade de conteúdos e metodologias que podem ser encontradas.

Figura 2: Painel com as respostas às perguntas abertas do questionário aplicado.



Fonte: Dos próprios autores.

Segundo um dos participantes, o Youtube tem como vantagem "*uma gama de informação e vários outros pontos de vista*". Outro participante relata: "*As vantagens é que temos variedades de informações repassadas de uma forma didática*". Ainda:

"*Obtive vantagens em relação aos esclarecimentos dos conteúdos ministrados por alguns professores, já que tive muitas dificuldades nos temas ministrados.*" Sendo assim, o fato de poder esclarecer dúvidas a respeito dos conteúdos também é bastante mencionado pelos participantes, se tornando a segunda maior vantagem ao utilizar o Youtube, segundo a pesquisa. Nesse sentido, a plataforma acaba desempenhando um papel semelhante ao de um monitor da disciplina.

Com relação às desvantagens presentes ao utilizar o Youtube na formação acadêmica, um dos participantes relata que "*não poder perguntar pra quem tá ensinando algum conteúdo é uma desvantagem*". Sendo assim, não poder esclarecer as dúvidas instantaneamente sobre o conteúdo que está sendo apresentado é justamente a maior dificuldade relatada pelos participantes. Outro ponto também comentado é a facilidade de se distrair, como é relatado por um dos participantes: "*se o aluno não for focado pode acabar perdendo tempo acessando assuntos que não tem nenhuma relação com aquilo que procura*". Outro participante relata: "*sempre que eu buscava conteúdos no site precisava tomar um pouco de cuidado, pois existem sites em que o ensino é feito de forma errada*". Essa não garantia de fontes confiáveis também é uma dificuldade relatada pelos participantes ao se utilizar a plataforma, fazendo com que o usuário tenha que ter o cuidado e saiba filtrar os conteúdos a procura por fontes confiáveis. Apesar do Youtube possuir desvantagens segundo os participantes, 72% relatam, ao serem questionados a respeito da utilidade do Youtube na sua formação acadêmica, que a plataforma é muito útil. É possível notar, através da Figura 1, que nenhum dos participantes afirmou que a plataforma não foi útil, além disso, também vale ressaltar que mesmo a pergunta possuindo a alternativa "Um pouco útil", ela, assim como a alternativa negativa, não foi escolhida por nenhum dos participantes. Desse modo, foi possível mostrar que todos os participantes desta pesquisa consideram o Youtube útil, pois de alguma maneira ajudou na formação dos mesmos, tendo bastante relevância no decorrer do curso.

No final, os participantes foram questionados se o Youtube poderia substituir o papel do professor em sala de aula. Como já era esperado, 97% dos participantes responderam que não. Sendo assim, a pesquisa mostra que o professor é uma figura insubstituível, como é possível observar na seguinte resposta de um dos participantes: "*A figura do professor ainda se torna fundamental no aspecto de orientador do*

conhecimento, além do fato de ser uma fonte na qual o aluno pode confiar, o que torna a figura do professor ainda mais importante nessa era do excesso de informação." Outra resposta foi: "*Não, mas o professor deveria utilizar*". Segundo o relato de Moran (2000), as tecnologias podem trazer dados, imagens, resumos de forma rápida e atraente. O papel do professor – o papel principal – é ajudar o aluno a interpretar esses dados, a relacioná-los, a contextualizá-los. Sendo assim, segundo os participantes, o professor jamais poderia ser substituído pelo Youtube, e enfatizam que a plataforma deve ser usada como recurso educacional para servir de auxílio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da massificação da tecnologia e dos efeitos dos avanços tecnológicos que atingiram a sociedade nas últimas duas décadas, as tecnologias vêm se tornando grandes aliadas da educação e uma das ferramentas bastantes utilizadas é o Youtube, uma plataforma de compartilhamento de vídeos que vem sendo importante no processo de ensino-aprendizagem. Com isso, questionamentos surgem na busca de compreender quais as principais contribuições que essa plataforma proporciona ao ser utilizada com o intuito educacional de acordo com os estudantes do curso de Licenciatura em Matemática.

Investigamos justamente de que modo o Youtube está presente na vida acadêmica dos Licenciandos em Matemática, como utilizam a plataforma e de que forma esta pode contribuir para o processo de formação dos discentes. Ao analisar os resultados obtidos, foi possível identificar que todos os participantes utilizam a plataforma, independente do motivo de uso. E a respeito da utilização do Youtube na busca especificamente por conteúdos educacionais, novamente todos os participantes responderam afirmativamente, o que mostra que fazer uso de vídeos, em especial no Youtube, é uma prática comum na formação de estudantes de Licenciatura em Matemática. Os achados da pesquisa apresentada neste trabalho bem como a discussão proporcionada sobre o tema podem servir de subsídio para que os professores possam adotar as plataformas digitais de vídeo de forma complementar, refinando o planejamento das aulas e, com isso, melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALARCON, A. M. Y.; NOVELLO, T. P. PRODUÇÕES CIENTÍFICAS: abordagens pedagógicas da utilização da plataforma YouTube. **REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 9, n. 2, p. e21048, 2021.

ASSMANN, H. A metamorfose do aprender na sociedade da informação. **Ciência da informação**, v. 29, p. 07-15, 2000.

BAIRRAL, M. A. Pesquisas em educação matemática com tecnologias digitais: algumas faces da interação. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 8, n. 18, 2015.

CARNEIRO, R. F.; PASSOS, C. L. B. A utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação nas aulas de Matemática: Limites e possibilidades. **Revista Eletrônica de educação**, v. 8, n. 2, p. 101-119, 2014.

DOMINGUES, N. S. *O papel do vídeo nas aulas multimodais de Matemática Aplicada: uma análise do ponto de vista dos alunos*. Dissertação. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro/SP, 2014.

FELCHER, C. D. O.; BIERHALZ, C. D. K.; FOLMER, V. A utilização dos vídeos educacionais do YouTube na Licenciatura em Matemática: presencial e a distância. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 17, n. 1, p. 577-586, 2019.

GOMES, E. Ensino e aprendizagem do cálculo na engenharia: um mapeamento das publicações nos COBENGEs. **Anais: Encontro Brasileiro de estudantes de pós-graduação em Educação Matemática. Canoas: Ulbra**, 2012.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias**, 2ª ed. - Campinas, SP: Papirus, 2007.

KENSKI, V. M. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. Campinas, SP: Papirus, 2008.

MASOLA, W. J.; ALLEVATO, N. S. G. Dificuldades de aprendizagem matemática de alunos ingressantes na educação superior. **Revista Brasileira de Ensino Superior**, v. 2, p. 64-74, 2016.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular - BNCC**. Brasil. 2018.

MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. **Comunicação & Educação**, n. 2, p. 27-35, 1995.

MORAN, J. M. Mudar a forma de ensinar e aprender com tecnologias. **Interações**, n. 9, p. 57-72, 2000.

NARCISO, A. L. C.; DE SÁ, A. L.; NARCISO, L. C. Ensino em conexão: o Youtube como ferramenta pedagógica de aprendizagem matemática. In: **Anais do Encontro Virtual de Documentação em Software Livre**. 2020.

OLIVEIRA, C.; MOURA, S. P.; SOUSA, E. R. TICs na educação: a utilização das tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem do aluno. **Pedagogia em ação**, v. 7, n. 1, p. 75-95, 2015.
PIRES, E. G. A experiência audiovisual nos espaços educativos: possíveis interseções entre educação e comunicação. **Educação e pesquisa**, v. 36, p. 281-295, 2010.

SILVA, M. P. O. *O Youtube, juventude e escola em conexão: a produção da aprendizagem ciborgue*. Dissertação. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte/MG, 2016.

SILVA, E. S. *A Integração das Tecnologias à Licenciatura em Matemática: Percepções do professor formador sobre dificuldades e desafios para a formação inicial*. Dissertação. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande/PB, 2017.

SILVA, R. V. O vídeo como recurso de aprendizagem em salas de aula do 5º ano. **Revista EDaPECI-Educação a Distância e Práticas Educativas Comunicacionais e Interculturais**, v. 6, n. 6, 2010.

SILVA, M. J.; PEREIRA, M. V.; ARROIO, A. O papel do youtube no ensino de ciências para estudantes do ensino médio. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 7, n. 2, 2017.

CAPÍTULO 4 - ABORDAGENS DO TEMA ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO COM BASE NOS DOCUMENTOS OFICIAIS: UM PANORAMA DO PERÍODO ENTRE 2013 E 2022

Rômulo Victor Ramos Raiol[1]
Jeferson Danilo Lima Silva[2]

[1]romuloramos767@gmail.com. Licenciado em Física, Universidade Federal do Pará.
[2]jdanilo@ufpa.br. Doutor em Física, Universidade Federal do Pará.

RESUMO

O presente trabalho consiste em uma Revisão da Literatura, do tipo estado do conhecimento, e tem como objetivo identificar, catalogar e analisar qualitativamente os resultados e as metodologias adotadas nos artigos que investigaram o tema Astronomia no contexto do Ensino Médio, publicados entre os anos de 2013 e 2022. Foi analisado também se os artigos selecionados estão de acordo com o que é definido pelas normativas e diretrizes do ensino médio com base nos documentos oficiais.

Palavras-chave: astronomia; ensino médio; revisão da literatura.

ABSTRACT

The present work consists of a Literature Review, of the state of knowledge type, and aims to identify, catalog and qualitatively analyze the results and methodologies required in articles that investigate the topic of Astronomy in the context of High School, published between the years of 2013 and 2022. It was also analyzed whether the selected articles were in accordance with what is defined by secondary education regulations and guidelines based on official documents.

Keywords: astronomy; high school; literature review.

INTRODUÇÃO

Há milênios, os humanos se dedicaram a observar e estudar os corpos celestes. A Astronomia é a ciência que estuda o movimento e a composição dos astros, suas posições relativas e suas leis de movimentos. No ensino básico, os assuntos de Astronomia são introduzidos, de forma consistente, no período do 6º ao 9º ano do ensino fundamental, nos conteúdos de Ciências e Geografia, tendo, desse modo, a interdisciplinaridade como uma característica marcante. Nessa fase, são abordados os conteúdos de orientação e localização (pontos cardeais, Cruzeiro do Sul), os movimentos da Terra e suas consequências (estações do ano, fusos horários), o Sistema Solar, em particular o sistema Terra-Lua-Sol, entre outros. No ensino médio, os assuntos de Astronomia são incorporados nas aulas de Física e, na prática, acabam sendo vistos apenas superficialmente, ou nem sequer são vistos. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC),

> [...] cabe às escolas de Ensino Médio proporcionar experiências e processos que lhes garantam as aprendizagens necessárias para a *leitura da realidade*, o enfrentamento de novos desafios da contemporaneidade (sociais, econômicos e ambientais) e a tomada de decisões éticas e fundamentadas (BRASIL, 2018, p. 463, grifo nosso).

Portanto, é no Ensino Médio que se deve concretizar o conhecimento e o letramento científico, despertados durante o ensino fundamental, buscando engajar os alunos na aprendizagem de processos científicos e tecnológicos, dominando as linguagens características, fazendo com que os alunos estudem processos e fenômenos, operando modelos e inferindo previsões, para que possam fazer a *leitura da realidade*. Especificamente, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe um aprofundamento nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo (BRASIL, 2018, p. 548).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) destacam que o ensino médio "deve propiciar a construção de compreensão dinâmica de nossa vida material, de convívio harmônico com o mundo da informação, de entendimento histórico da vida social e produtiva, de percepção evolutiva da vida, do planeta e do cosmos" (BRASIL, 2000, p. 7). Para tal, professores e pesquisadores devem apresentar propostas de ensino com abordagens que despertem o interesse do aluno, coligando o conhecimento científico formal com os processos observados no cotidiano, discutidos rotineiramente de forma não aprofundada, destacando, por exemplo, a importância da disciplina de Física para a compreensão da realidade. Ainda de acordo com os PCN+, "o ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, *distanciados do mundo vivido pelos alunos* e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado" (BRASIL, 2000, p. 22, grifo nosso). Algumas possíveis causas para essa desarticulação e distanciamento podem ser presumidas: a carência de feiras de ciências ou eventos semelhantes nas escolas, a ausência de atividades práticas realizadas de maneira sistemática, ou a ausência de abordagens mais interessantes de ensino. "Para o Ensino Médio meramente propedêutico atual, disciplinas científicas, como a Física, [...] tratam de maneira enciclopédica e excessivamente dedutiva os conteúdos tradicionais" (BRASIL, 2000, p. 8). Poderia-se esperar que por meio de abordagens criativas e mais dinâmicas, seria

possível proporcionar aos alunos experiências de aprendizado mais significativas e enriquecedoras.

"A abordagem investigativa deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental" (BRASIL, 2018, p. 551). Ainda de acordo com a BNCC:

> [...] propõe-se que os estudantes analisem a complexidade dos processos relativos à origem e evolução da Vida (em particular dos seres humanos), do planeta, das estrelas e do Cosmos, bem como a dinâmica das suas interações, e a diversidade dos seres vivos e sua relação com o ambiente (BRASIL, 2018, p. 549).

Em geral, a astronomia é um assunto que gera bastante fascínio, e poderia facilmente despertar a curiosidade e o interesse dos alunos pelo conhecimento científico durante as aulas de Física. Diante disso, uma das pretensões deste trabalho é investigar como o ensino de Astronomia tem sido abordado no ensino médio na tentativa de traçar um panorama das tendências e propostas de ensino nessa temática. Para isso, realizamos uma revisão da literatura, na qual analisamos os artigos publicados na última década que versam sobre esse tema. O objetivo do presente trabalho é sintetizar os trabalhos mais recentes voltados para a astronomia relacionados ao ensino médio, identificar suas metodologias e destacar as mais usuais, realizando uma pesquisa descritiva com levantamento de dados qualitativos.

METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em uma revisão da literatura, do tipo estado de conhecimento. Segundo Morosini & Fernandes (2014, p. 155), "estado de conhecimento é identificação, registro, categorização que levem à reflexão e síntese sobre a produção científica de uma determinada área, em um determinado espaço de tempo". A construção do estado de conhecimento, como atividade acadêmica, busca conhecer, sistematizar e analisar a produção do campo científico sobre determinada temática, delimitando o tema e ajudando escolher caminhos metodológicos.

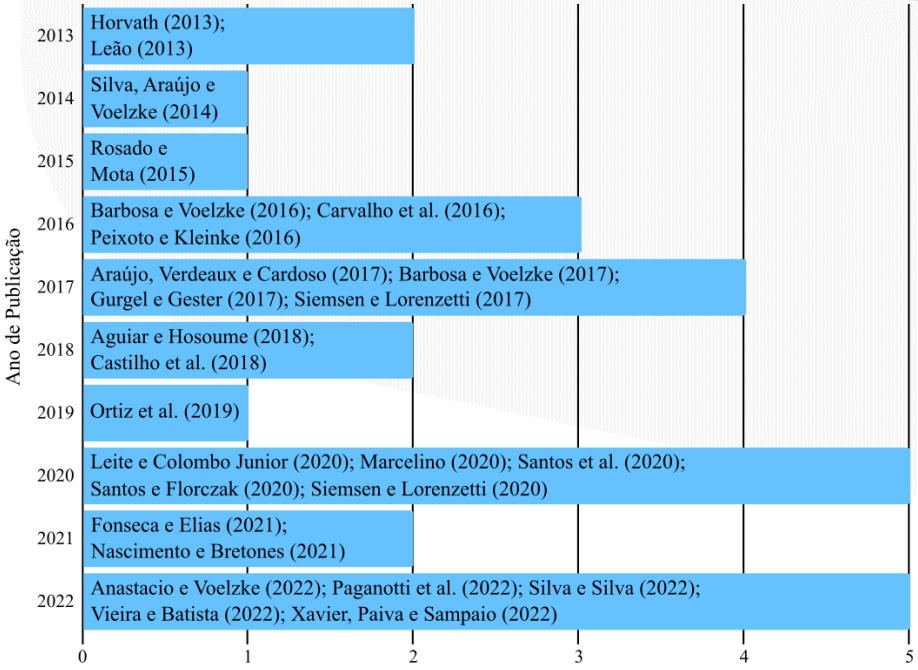
O levantamento dos trabalhos foi realizado na plataforma Google Acadêmico, cujos resultados abrangem diversas bases de dados. Como critérios de inclusão, foram selecionados apenas os trabalhos que possuíam os termos "Astronomia" e "Ensino

Médio” aparecendo necessariamente no título do trabalho (utilizando o operador “allintitle” de busca avançada da plataforma), que foram publicados no período compreendido de 2013 a 2022, na forma de artigos originais ou revisões publicados em revistas indexadas. Como critérios de exclusão, foram descartados os trabalhos que não eram de acesso livre ou não estavam disponíveis, trabalhos publicados em anais de eventos ou pré-impressões (preprints) sem revisão por pares, monografias (trabalhos de conclusão de curso de graduação ou especialização, dissertações de mestrado, teses de doutorado), capítulos de livros ou livros completos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando os termos e o período utilizados, a busca retornou mais de uma centena de resultados. Todos os resultados foram conferidos e analisados individualmente e, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 26 artigos, ordenados aleatoriamente para análise (ver Figura 1). Após a leitura de cada trabalho, procedeu-se à catalogação das metodologias, objetivos e resultados, observando quais trabalhos buscaram cumprir as definições presentes nos PCN+, para a disciplina de Física, na qual o conteúdo sobre Astronomia está incluído.

Figura 1 - Gráfico contendo o Ano de Publicação *versus* o Número de Publicações.



Fonte: Dos próprios autores.

O artigo de Horvath (2013) visou inserir uma abordagem empírica para o ensino médio, com alguns conceitos para construir um quadro básico de astrofísica estelar. A abordagem apresentada é viável e pode ser ampliada pelos professores para sua utilização prática nas aulas. Peixoto & Kleinke (2016) reuniram um repertório de temas estruturantes e transversais sobre astronomia e analisaram o impacto que esses repertórios apresentam sobre a percepção e interesse dos alunos pelo tema. Já o artigo de Araújo *et al*. (2017) se propôs a verificar os conhecimentos básicos dos estudantes sobre astronomia em 4 etapas: enquete aplicada para os estudantes; aula introdutória; aplicação de um pós-teste; aplicação da avaliação da metodologia. Os dados coletados foram analisados de forma qualitativa. Siemsen & Lorenzetti (2017) analisaram a pesquisa em Ensino de Astronomia para o Ensino Médio, desenvolvida em programas de Pós-Graduação utilizando uma abordagem do tipo "Estado da Arte" (revisão de literatura), a partir de trabalhos encontradas no Banco de Teses e Dissertações da Capes, voltados para o Ensino Médio. O trabalho de Ortiz *et al*. (2019) investiga as possíveis relações sociais sobre astronomia apresentadas por alunos do ensino médio. Os resultados apresentados reforçam a existência de condições desfavoráveis para uma aprendizagem adequada de astronomia nos ambientes formais de ensino.

Leite & Colombo (2020) analisam como tem ocorrido o alinhamento entre as proposições nas provas da OBA do ensino médio ao longo de suas edições e as indicações propostas por documentos oficiais, vinculados à área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. As questões da OBA do ensino médio buscam envolver assuntos relacionados a diferentes áreas da astronomia. A OBA do ensino médio mantém características que dialogam com documentos oficiais, embora não seja expresso. O trabalho de Aguiar & Hosoume (2018) oferece uma proposta educacional integralizante a um conjunto de conceitos e elementos do conhecimento físico no ensino médio. O projeto realmente provocou algum tipo de impacto sobre a visão de universo da maioria dos estudantes, muitos dos depoimentos apontam para a promoção deste tipo de mudança de visão. Barbosa & Voelzke (2016) apresentam os resultados preliminares de um questionário diagnóstico aplicado para estudantes do Ensino Médio Integrado. Os resultados obtidos demonstram que as incorreções, ou mesmo a falta de informações importantes nos livros didáticos, são capazes de induzir e disseminar uma concepção errada.

Santos & Florczak (2020) propõem uma sequência didática em conformidade com a teoria de campos conceituais para a aprendizagem significativa entre física e matemática no ensino de astronomia. O artigo de Siemsen & Lorenzetti (2020) buscou investigar as potencialidades de uma sequência didática interdisciplinar de Ensino de Astronomia, no Ensino Médio, para a promoção da "Alfabetização Científica e Tecnológica" dos estudantes. Foi possível observar as grandes potencialidades que a temática escolhida trouxe para a elaboração de atividades que abordaram relações interdisciplinares e a Alfabetização Científica e Tecnológica, simultaneamente. Quanto à interdisciplinaridade, foi possível notar que as atividades propiciaram, no contexto de sala de aula, um amplo espaço para discussões, relações e conexões mais amplas entre áreas distintas de conhecimento. No trabalho de Leão (2013), buscou-se propiciar aos estudantes uma experiência para a compreensão do movimento celeste e melhorar o nível conceitual deles em relação à Astronomia. O projeto foi realizado em 6 etapas: teste prévio; aula introdutória; montagem de mini planetário; aprendendo a usar o mini planetário; sessão de planetário; teste posterior. Para a organização da análise e categorização das respostas obtidas no teste prévio e no teste posterior, optou-se pela utilização da Análise de Conteúdo para tratar os dados gerados.

Gurgel & Gester (2017) propõem a inserção curricular de tópicos de astronomia no ensino médio, utilizando a "teoria do ensino de Bruner", através da descoberta, partindo de observações astronômicas efetuadas pelos alunos, que podem ser realizadas a olho nu ou com a utilização de instrumentos ópticos, com um plano de aula contextualizado. Marcelino (2020) visa identificar os conhecimentos de Astronomia dos alunos do ensino médio, elaborando uma aula que busque despertar/incentivar o interesse e a curiosidade sobre o tema. Constataram-se aspectos das concepções dos alunos sobre o sistema solar mediante um questionário. Os resultados foram alarmantes, mostrando que os alunos não tinham conhecimentos básicos sobre o tema. Carvalho *et al*. (2016) buscaram identificar, discutir e avaliar o interesse e o contato prévio de um grupo de estudantes do Ensino Médio com temas relacionados à Astronomia por meio de exposição oral participativa e simulação com o *software* Stellarium. Barbosa & Voelzke (2017) identificaram as possíveis representações sociais de estudantes do Ensino Médio Integrado sobre o tema indutor da Astronomia.

O trabalho de Fonseca e Elias (2021) analisa e estuda os documentos e normativas legais para o Ensino de Astronomia no Ensino Médio. Concluiu-se que a formação de professores que contemplem essa área do conhecimento é escassa no Brasil, mostrando-se como um problema educacional recorrente. Anastacio & Voelzke (2022) fazem um recorte da pesquisa de mestrado que apresentou uma proposta alternativa para reaproximar o Ensino de Astronomia da Educação Básica, em especial no Ensino Médio. A proposta apresentada permite uma aplicação além do teórico, explorando a possibilidade do ensino da Astronomia dentro do contexto dos itinerários formativos do Ensino Médio. O artigo de Silva *et al*. (2014) buscou investigar e aprimorar os conhecimentos em Astronomia de alunos do ensino médio de uma escola pública. Pode-se concluir que os alunos tinham pouco ou nenhum conhecimento sobre conceitos importantes da Astronomia. Xavier *et al*. (2022) analisaram a inserção de uma sequência didática sobre tópicos de Astronomia nas aulas de Física do Ensino Médio. Diante dos resultados obtidos, pode-se considerar que a aplicação da sequência didática foi positiva e se mostrou uma estratégia viável para introduzir a Astronomia nas aulas do Ensino Médio. Silva & Silva (2022) analisam como a interdisciplinaridade é trabalhada nos componentes curriculares Química e Física, principalmente àqueles que utilizam a Astronomia como objeto de estudo. A convergência entre os diversos aspectos desses

componentes baliza a afirmação de que, a partir de sua articulação, é possível enriquecer a temática Astronomia como conteúdo interdisciplinar.

Vieira & Batista (2022) investigam quais conteúdos de Astronomia têm aparecido nos trabalhos de Pós-Graduação e que são implementados no Ensino Médio. Os dados apontam que os conteúdos mais discutidos são aqueles ligados ao tema Astrofísica, seguido por Astronomia de posição. Santos & Florczak (2020) analisam a inserção do conteúdo de Astronomia durante os primeiros 21 anos de aplicação da prova do ENEM. Verificou-se que 2,33% das questões do ENEM possuem conteúdos relacionados com a Astronomia. Nascimento & Bretones (2021) investigam de que forma o uso de reflexões sobre o Universo no contexto da Filosofia do Ensino Médio pode auxiliar para a criação de uma visão crítica sobre a própria existência do aluno. Já o artigo de Castilho *et al*. (2018) buscou avaliar os conhecimentos básicos de Astronomia de alunos de uma escola pública da rede federal. Em média, 58,9% do público-alvo da pesquisa deixou a sala de aula sem o prévio conhecimento dos assuntos básicos de Astronomia, especificamente o conteúdo de Leis de Kepler, estações no ano, eclipse e fases da lua, que fazem parte do eixo temático Terra e Universo. O artigo de Paganotti *et al*. (2022) teve o objetivo de diagnosticar os conhecimentos de Astronomia e Cosmologia apresentados por estudantes do terceiro ano do Ensino Médio. Foi possível observar que mesmo com algumas deficiências, a maior parte dos temas atuais de Astronomia e Cosmologia citados são de conhecimento dos alunos, mesmo que superficialmente.

De modo geral, os artigos visam cumprir as definições implementadas pela BNCC e os PCN+, incluindo o eixo estruturador determinado na competência específica 2 da BNCC, da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias: analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis. Quanto às metodologias empregadas nos trabalhos selecionados, observamos que a maioria dos artigos consistem em pesquisas aplicadas. Nota-se também que a metodologia baseada em Projetos Educacionais tem destaque, sendo a segunda mais adotada. Dentre estes, estão projetos do PIBID (Iniciação à Docência), da CAPES e demais projetos educacionais, usados construtivamente para o ensino de astronomia. Esses projetos utilizam diversas estratégias para estimular o engajamento dos alunos nas aulas de

Física, usando métodos diferenciados de levarem o conhecimento aos alunos, como, por exemplo, no trabalho de Leão (2013) que faz uso de um mini planetário para trabalhar o tema astronomia. É notável observar que o uso de um método lúdico-experimental foi usado somente em 2013, no trabalho de Leão. No trabalho de Xavier *et al*. (2022), foi adotado um projeto no qual se aplicou uma sequência didática contando com a análise de conteúdo.

A revisão bibliográfica foi aplicada em 3 artigos selecionados. Um deles é do tipo "estado da arte": estado atual do conhecimento sobre determinado conteúdo que está sendo objeto de estudo. No trabalho de Elias & Fonseca (2021), a metodologia empregada possui dois processos interligados: análise documental e revisão bibliográfica. Nota-se que há carência de publicações com essa metodologia no período pesquisado. O estudo de caso é utilizado em 2 trabalhos, estes destacam-se por conterem duas metodologias ativas em seu desenvolvimento, sendo complementados por questionários, para se avaliar quais conhecimentos foram adquiridos pelos alunos envolvidos. Observou-se que o nível de interesse e curiosidade em relação aos assuntos tratados foi nítido por meio da interação ocorrida (SANTOS *et al.*, 2020). Somente um artigo aplica um produto educacional como parte da metodologia, fazendo uso de um *designer instrucional*. O produto educacional proposto é constituído por recursos de Design Instrucional, com a finalidade de oferecer um planejamento para um itinerário formativo de Astronomia no Ensino Médio (ANASTACIO; VOELZKE, 2022). Há uma única publicação com uma proposta didática; o autor usa uma abordagem empírica para o ensino de astrofísica estelar voltada para o ensino médio. Trazendo sugestões às maneiras de como tais conteúdos foram e devem ser repassados aos alunos. "O contínuo aprimoramento tecnológico provoca o afastamento progressivo da apreensão direta das ciências pelo professor e pelos alunos" (HORVATH, 2013).

Os trabalhos enfatizam determinadas especificidades das diretrizes nacionais educacionais, uma delas é a interdisciplinaridade trabalhada em vários artigos, envolvendo as disciplinas de Química, Matemática, Filosofia e Física. A interdisciplinaridade é destacada nos trabalhos de Santos *et al.* (2020), Silva & Silva (2022) e Nascimento & Bretones (2021). É importante destacar o trabalho de Araújo *et al.* (2017), o único que aborda tópicos de astronomia indígena brasileira e astronomia cultural, uma vez que "cabe considerar e valorizar, também, diferentes cosmovisões –

que englobam conhecimentos e saberes de povos e comunidades tradicionais." (BRASIL, 2018, p. 548).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Avaliar os artigos dedicados ao Ensino de Astronomia no Ensino Médio nos permitiu compreender as abordagens do referido tema no ensino básico. No entanto, foi encontrado um número consideravelmente baixo de trabalhos sobre o tema, levando em conta o número de instituições de ensino superior com cursos que abrangem o tema da Astronomia. A ampliação da divulgação do ensino de Astronomia no Ensino Médio depende da colaboração da comunidade acadêmica, científica e educacional. A formação docente adequada e a utilização de práticas construtivas de aprendizagem são elementos essenciais para garantir um ensino de qualidade e despertar o interesse dos alunos pela disciplina. Por fim, reforçamos a necessidade da inserção dos conteúdos de Astronomia no processo final de formação escolar dos estudantes, sujeitos ativos envolvidos na construção da sociedade atual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, R. R.; HOSOUME, Y. Tópicos de astronomia, astrofísica e cosmologia na 1ª série do ensino médio como parte integrante de um projeto curricular diferenciado de física. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 25, p. 51-70, 2018.

ANASTACIO, M. A. S.; VOELZKE, M. R. Astronomia no Ensino Médio e os itinerários formativos de Ciências da Natureza. **REPPE**, v. 6, n. 1, p. 113-129, 2022.

ARAÚJO, D. C. C.; VERDEAUX, M. F. S.; CARDOSO, W. T. Uma proposta para a inclusão de tópicos de astronomia indígena brasileira nas aulas de Física do Ensino Médio. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 23, p. 1035-1054, 2017.

BARBOSA, J. I.; VOELZKE, M. R. Questionário-diagnóstico sobre conceitos básicos de Astronomia por alunos do Ensino Médio Integrado. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 7, n. 2, p. 25-38, 2016.

BARBOSA, J. I.; VOELZKE, M. R. Representações sociais de estudantes do ensino médio integrado sobre astronomia. **RELEA**, n. 23, p. 87-113, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio, Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. 2000.

CARVALHO, C. L.; ZANITTI, M. H. R.; FELICIDADE, B. L.; GOMES, A. D. T.; DIAS, E. W.; COELHO, F. O. Um estudo sobre o interesse e o contato de alunos do ensino médio com astronomia. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, 2016.

CASTILHO, W. S., PAULO JR., A., CORTEZ, I. C. P., SILVA, P. D. J. Avaliação da aprendizagem de tópicos de astronomia para o ensino médio conforme as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais. **ScientiaTec**, v. 5, n. 1, p. 122-136, 2018.

ELIAS, M.; FONSECA, M. E onde está a Astronomia? Análise do ensino de astronomia no ensino médio com base nos documentos nacionais. **Arquivos do Mudi**, v. 25, p. 26, 2021.

GURGEL, W.; GESTER, R. A inserção de tópicos de astronomia no ensino médio utilizando o processo da descoberta através de observações astronômicas. **Scientia Plena**, v. 13, 2017.

HORVATH, J. E. Uma proposta para o ensino da astronomia e astrofísica estelares no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, 2013.

LEÃO, D. Astronomia no ensino médio: compreendendo detalhes do movimento aparente das estrelas com um miniplanetário. **RELEA**, n. 15, p. 27-63, 2013.

LEITE, A. C.; COLOMBO JR., P. D. Olimpíada Brasileira de Astronomia do Ensino Médio. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e237997092, 2020.
MARCELINO, A. Conhecimentos dos alunos do Ensino Médio acerca da Astronomia: Uma aula sobre o sistema solar. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 289, 2020.

MOROSINI, M. C.; FERNANDES, C. M. B. Estado do Conhecimento: conceitos, finalidades e interlocuções. **Educação por escrito**, v. 5, n. 2, p. 154, 2014.

NASCIMENTO, C.; BRETONES, P. A construção de conceitos sobre a pequenez humana: Astronomia em aulas de Filosofia no Ensino Médio. **Ens. Saúde e Amb.**, v. 14, p. 91 2021.

ORTIZ, A. J.; LEITE, J. C.; CARMO, T.; BATISTA, M. C.; JUNIOR, C. A. O. M. Representações sociais de alunos do final do ensino médio sobre astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 27, p. 79-91, 2019.

PAGANOTTI, A.; GOMES, G. R.;VIEIRA, G. C.; SILVA, R.. Características das principais dificuldades encontradas nas escolas públicas de Minas Gerais para o ensino

de astronomia e cosmologia aos alunos do ensino médio. **Brazilian Journal of Development**, p. 59018, 2022.

PEIXOTO, D. E.; KLEINKE, M. U. Expectativas de estudantes sobre a Astronomia no Ensino Médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 22, p. 21, 2016.

ROSADO, R. M. M.; MOTA, A. T. Análise de Experimentos Desenvolvidos em um Curso De Astronomia para Alunos do Ensino Médio. **RELEA**, n. 19, p. 7-21, 2015.

SANTOS, R. O.; FLORCZAK, M. A. Análise da inserção do conteúdo de Astronomia no Exame Nacional do Ensino Médio do Brasil (1998-2018). **RELEA**, n. 29, p. 73-86, 2020.

SANTOS, A.; FONTANA, R.; RODRIGUES, J.; MEGGIOLAR, G. Uma aplicação de campos conceituais no ensino interdisciplinar de astronomia na física e na matemática no ensino médio. **Revista Areté**, v. 12, n. 26, p. 183-198, 2020.

SIEMSEN, G. H.; LORENZETTI, L. O ensino de astronomia e a alfabetização científica e tecnológica: uma abordagem no ensino médio. **Revista Areté**, v. 14, n. 28, p. 137-151, 2020.

SIEMSEN, G. H.; LORENZETTI, L. Pesquisa em ensino de astronomia para o ensino médio. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 2, n. 3, p. 185-207, 2017.

SILVA, P. J. M.; ARAÚJO, M. S. T.; VOELZKE, M. R. Introdução de tópicos de Astronomia para alunos do Ensino Médio: um caminho para o aprimoramento da aprendizagem conceitual. **Revista Ciências & Ideias**, v. 5, n. 1, p. 19-38, 2014.

SILVA, A.; SILVA, D. A interdisciplinaridade entre Química e Física: possibilidades para o ensino de Astronomia no Ensino Médio. **Rev. Bras. do Ensino Médio**, v. 5, p. 43, 2022.

VIEIRA, T. F.; BATISTA, M. C. Análise de investigações sobre temas de Astronomia e suas abordagens no ensino médio brasileiro. **Revista Vitruvian Cogitationes**, v. 3, p. 1-16, 2022.

XAVIER, K.; PAIVA, G.; SAMPAIO, T. Sequência Didática sobre tópicos de Astronomia para o 1º ano do Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 17, p. 332, 2022.

CAPÍTULO 5 - APLICAÇÃO DA MODELAGEM HIDROLÓGICA E SIG PARA A PREVENÇÃO DE INUNDAÇÕES EM ÁREAS URBANAS: ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ SANTANA, TUCURUÍ/PA

Danilo Athus Fonseca França[1]
Davi Lisboa Pina[2]
Lorena Gomes Corumbá[3]
Francisco das Chagas de Oliveira Cacela Filho[4]

[1]athus@hotmail.com. Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal do Pará.
[2]davi.pina@itec.ufpa.br. Graduando em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Pará.
[3]corumba@ufpa.br. Doutora em Recursos Naturais da Amazônia, Universidade Federal do Pará.
[4]cacela@ufpa.br. Mestre em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo a caracterização da bacia hidrográfica do igarapé Santana - Tucuruí/PA, uma área que enfrenta desafios crescentes relacionados à urbanização e alterações no uso do solo. Utilizando um Sistema de Informações Geográficas (SIG) para a análise espacial, o estudo visa fornecer informações quantitativas detalhadas sobre os fatores fisiográficos da bacia, que são essenciais para a modelagem hidrológica e a gestão sustentável dos recursos hídricos. A inovação do estudo reside na combinação de técnicas automáticas para a delimitação da bacia, utilizando o software QGIS, e na comparação temporal de imagens de 1986 e 2019, permitindo uma análise precisa das mudanças no uso do solo, escoamento superficial e vazão de pico. O método de Horton (1945), conforme apresentado por Villela & Mattos (1975), foi aplicado para a modelagem dos parâmetros hidrológicos da bacia, enquanto o método I PAI WU (1963), adequado para bacias com até 200 km², foi utilizado para estimar o escoamento superficial e gerar um fluviograma da área de estudo. As principais contribuições deste trabalho incluem a identificação detalhada de áreas a montante sujeitas a ocupação, que têm resultado em alagamentos frequentes a jusante, afetando diretamente a zona comercial de Tucuruí. O estudo reforça o papel crucial do SIG como uma ferramenta indispensável para a gestão eficiente dos recursos hídricos e para a tomada de decisões informadas pelos gestores públicos. O principal resultado deste estudo destaca a correlação entre o aumento da ocupação urbana e a intensificação das inundações em áreas críticas da cidade, fornecendo subsídios para futuras intervenções urbanísticas e de drenagem para mitigar os impactos na população local.
Palavras-chave: Sistema de Informação Geográfica (SIG); modelagem hidrológica; bacia hidrográfica; escoamento superficial; planejamento urbano.

ABSTRACT

This study aims to characterize the watershed of the Igarapé Santana – Tucuruí/PA, an area facing growing challenges related to urbanization and land-use changes. Using a Geographic Information System (GIS) for spatial analysis, the study seeks to provide detailed quantitative information on the physiographic factors of the watershed, which are essential for hydrological modeling and the sustainable management of water resources. The innovation of the study lies in the combination of automated techniques for watershed delineation using QGIS software and the temporal comparison of images from 1986 and 2019, enabling a precise analysis of land-use changes, surface runoff, and peak flow. Horton's method (1945), as presented by Villela & Mattos (1975), was applied for modeling the hydrological parameters of the watershed, while the I PAI WU method (1963), suitable for watersheds up to 200 km², was used to estimate surface runoff and generate a hydrograph for the study area. The main contributions of this work include the detailed identification of upstream areas prone to occupation, which have resulted in frequent downstream flooding, directly affecting Tucuruí's commercial zone. The study reinforces the crucial role of GIS as an indispensable tool for the efficient management of water resources and for informed decision-making by public managers. The primary result of this study highlights the correlation between increased urban occupation and the intensification of flooding in critical areas of the city, providing insights for future urban and drainage interventions to mitigate the impacts on the local population.

Keywords: Geographic Information System (GIS), Hydrological Modeling, Watershed, Surface Runoff, Urban Planning.

INTRODUÇÃO

A compreensão dos processos que regem o ciclo hidrológico é essencial para diversas atividades, como gestão urbana, estudos ambientais e planejamento de obras hidráulicas. A dinâmica da água nas suas diferentes fases afeta diretamente a disponibilidade hídrica, a ocorrência de inundações, e o transporte de nutrientes e poluentes através do escoamento superficial para os corpos hídricos receptores (Moraes *et al.* 2002). Assim, estudar o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é vital para o desenvolvimento de estratégias que garantam o uso sustentável desses recursos.

Rocha *et al.* (2014) apontam que uma gestão sustentável dos mananciais requer a integração de dados quantitativos e qualitativos sobre os recursos hídricos para mitigar os impactos das atividades humanas, destacando a necessidade de equilibrar o crescimento urbano com a capacidade das bacias hidrográficas. Young & Sedoura (2019) complementam, ressaltando que, em cenários de rápido crescimento urbano, os modelos tradicionais de gestão hídrica têm sido insuficientes, e novas abordagens são essenciais para reduzir os problemas relacionados ao uso insustentável da água.

A caracterização fisiográfica de bacias hidrográficas é crucial para compreender seu comportamento hidrológico e prever os impactos das mudanças no uso do solo e escoamento superficial. No entanto, a cobertura limitada de dados hidrológicos no Brasil, com apenas 17% dos rios cadastrados no Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos (Machado *et al*. 2016), destaca a necessidade de novas ferramentas e métodos. O sensoriamento remoto, integrado aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), e a modelagem hidrológica são fundamentais para análise ambiental e planejamento de recursos hídricos, oferecendo contribuição e suporte à gestão sustentável (Bacani *et al.* 2015)

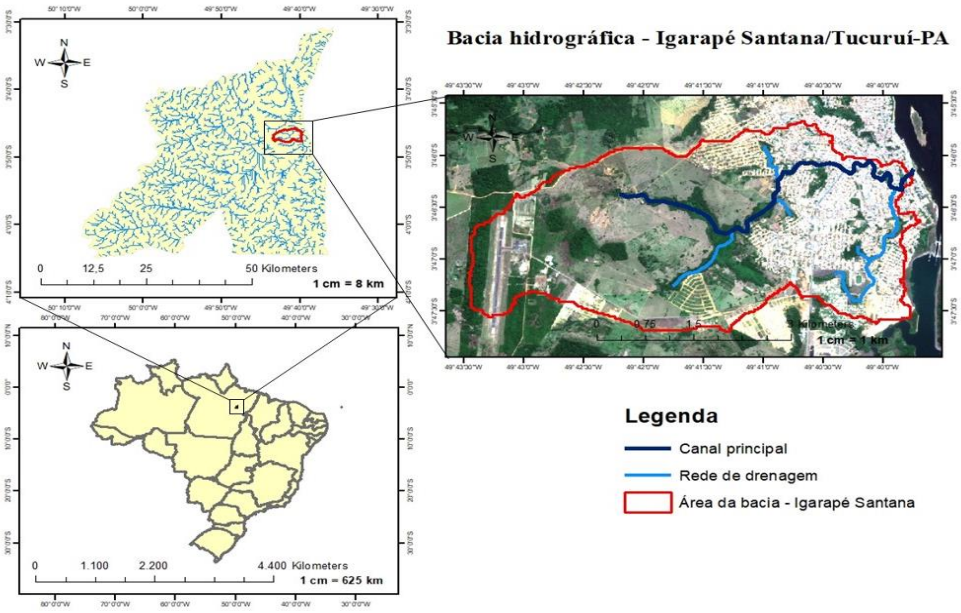
O igarapé Santana, em Tucuruí, Pará, enfrenta sérios desafios devido ao crescimento urbano desordenado, com ocupação ocupada e descarte de resíduos, resultando em assoreamento e comprometimento do escoamento (Tenório & Lima, 2013). Este estudo tem como objetivo a caracterização fisiográfica da bacia do igarapé Santana por meio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) e modelagem hidrológica, fornecendo dados e previsões que auxiliam na gestão das atividades

humanas que impactam o corpo hídrico. Os resultados permitem uma melhor compreensão dos processos hidrológicos, ajudando a mitigar inundações e promovendo uma gestão eficiente dos recursos hídricos.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está situada na mesorregião Sudeste do estado do Pará, ao longo das margens do rio Tocantins, no município de Tucuruí. A bacia hidrográfica do igarapé Santana encontra-se entre as coordenadas 3°47'09.41" S e 3°46'06.43" S de latitude, e 49°43'33.40" O e 49°39'42.07" O de longitude.

Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do igarapé Santana.



Fonte: Dos próprios autores

Para a delimitação da bacia hidrográfica em estudo, foi utilizada uma cena em escala 1:250.000 do projeto SRTM, fornecida pela Embrapa Monitoramento por Satélite, além de duas imagens de satélite, uma de 2019 do satélite Sentinela e outra de 1986 do MSS/LANDSAT 5. A comparação dessas imagens permitiu identificar mudanças ao longo do tempo e avaliar os impactos na bacia. O Sistema de Informação Geográfica (SIG) foi modificado com o software QGIS, utilizando as extensões *GRASS*

Tools e *GRASS "r.watershed"*, que permitiram processar a carta SRTM, exportar arquivos periódicos e identificar características essenciais da bacia, como relevo.

A delimitação da rede de drenagem do igarapé Santana foi realizada manualmente, com base em pontos conhecidos e na análise de imagens de satélite, garantindo uma representação precisa dos canais fluviais da bacia. Para gerar as curvas de nível, utilizou-se a ferramenta *Contour* do *r.contour*, a partir da carta SRTM, o que foi crucial para a construção do Modelo Digital de Elevação (MDE) da bacia. Esse modelo permitiu uma análise aprofundada da relevância e de suas implicações na hidrologia local. O levantamento dos parâmetros fisiográficos foi realizado fundamentado pela metodologia de Horton (1945), amplamente discutido por Villela & Mattos (1975), e suas variações foram baseadas nos estudos de Ferrari *et al.* (2012), Santos *et al.* (2012) & Rocha *et al.* (2014), frequentemente utilizados em pesquisas hidrológicas semelhantes.

Na tabela a seguir, são apresentados os principais parâmetros da bacia de estudo, juntamente com as equações de estimativa utilizadas, fornecendo uma descrição quantitativa detalhada da bacia hidrográfica.

Tabela 1. - Onde: A = área; P = perímetro; L = comprimento do canal principal; n = número de canais; Ev = comprimento do canal em linha reta; i = declividade do canal principal, ΔH = diferença de altitude (canal).

Parâmetros	Equação de estimativa	Parâmetros	Equação de estimativa
Índice de compacidade	$Kc = 0{,}28 * \frac{P}{\sqrt{A}}$	**Densidade Hidrológica**	$Dh = \frac{n}{A}$
Índice de conformação	$Kf = \frac{A}{L^2}$	**Índice de circularidade**	$IC = \frac{12{,}57 * A}{P^2}$
Declividade média	$Ieq = \left[\frac{L}{\sum_{i=1}^{n} \frac{Li}{\sqrt{Ii}}}\right]^2$	**Índice de sinuosidade**	$IS = \frac{100(L - Ev)}{L}$
Densidade de drenagem	$Dd = \frac{\sum L}{A}$	**Coeficiente de**	$Cm = \frac{1}{Dd} * 1000$

		manutenção	
Tempo de concentração	$Tc = 57 * \left(\frac{L^2}{Ieq}\right)^{0,385}$	**Amplitude altimétrica máxima da bacia**	$Hm = P1 - P2$
Declividade Total	$Ieq = \frac{\Delta H}{L}$	**Índice de rugosidade**	$Ir = Hm * Dd$
Rede de drenagem	$Rd = \sum_{i=1}^{n} li$	**Relação de relevo da bacia**	$Rr = \frac{Hm}{\sqrt{A}}$

Fonte: Adaptado de Tucci, 2001.

Para estimar a vazão de pico na bacia em estudo, utilizou-se o método de I Pai Wu (1963), aplicado pelo PMSP (1999). Esse método é semelhante ao método racional, mas possui a vantagem de permitir cálculos para bacias com áreas de até 200 km². O método incorpora fatores que consideram o armazenamento da bacia, a forma da bacia e a distribuição espacial da chuva. A equação utilizada nesse método é apresentada a seguir:

$$Qp = (0{,}278 * C * I * A^{0,9}) * k$$

Onde: Q é a vazão de pico em m3/s; C é o coeficiente de escoamento superficial (adimensional); I é a intensidade da chuva em mm/h; K é o coeficiente de distribuição espacial da chuva (adimensional).

Para encontrar a intensidade da chuva, foi utilizada a equação de chuvas intensas de Tucuruí, segundo Sousa *et al*. (2012).

$$i = \frac{(1264{,}67 * T^{0,1012})}{(\mathrm{t} + 9{,}7852)^{0,7242}}$$

Dessa forma, os cálculos foram realizados considerando o tempo de retorno (T) de 25 anos e foram utilizados diferentes valores de t (em minutos) para verificar as vazões geradas pelas diferentes durações de chuva.

O coeficiente de deflúvio, segundo o método I Pai Wu (1963), é determinado pelas seguintes equações:

a) $\mathrm{C1} = \frac{4}{(2+Kf)}$ b) $\mathrm{C2} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Ci*Ai}{At}$ c) $C = \frac{2}{1+Kf} * \frac{C2}{C1}$

O coeficiente C1, como é mostrado na equação (a), foi determinado através do fator de forma da bacia. Então foi utilizada uma média ponderada na equação (b) para encontrar o valor de C2, pois dentro da área da bacia existem 3 tipos de superfícies com características de uso do solo diferentes, sendo os pesos proporcionais às áreas. Os valores dos coeficientes de escoamento superficial específicos foram retirados da tabela abaixo.

Tabela 2. Coeficiente de escoamento superficial (DNIT)

Tipo de superfície	Coeficiente de defluvio
Asfalto	0,70 a 0,95
Concreto	0,80 a 0,95
Tijolo	0,70 a 0,85
Gramados; Solo compacto; médio	0,18 a 0,22
Terreno baldio	0,10 a 0,30

Fonte: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), 2002

Os shapes gerados no SIG foram sobrepostos à imagem de 1986, permitindo calcular as vazões de pico e o escoamento superficial utilizando os métodos previamente aplicados. Esses cálculos possibilitaram a comparação entre os parâmetros hidrológicos de 2019 e os de 1986, revelando os impactos das mudanças no uso do solo devido ao crescimento urbano. Com base em dados estatísticos, foi realizada uma projeção de como esses parâmetros poderão evoluir no futuro, caso as tendências de urbanização e alteração da bacia se mantenham constantes. Essa análise oferece uma visão clara dos potenciais efeitos a longo prazo das mudanças na bacia hidrográfica.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados referentes às características fisiográficas da bacia hidrográfica do igarapé Santana são apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Características fisiográficas da bacia do igarapé Santana

Características geométricas		Características da rede de drenagem	
Área	18,3483 km^2	Comprimento do rio principal	6,9177 km
Perímetro	26,64 km	Comprimento total dos cursos da água	13,1551 km

Índice de compacidade (Kc)	1,7414	Coeficiente de manutenção (Cm)	$1394,7667\ m$
Índice de conformação (Kf)	0,3834	Densidade de drenagem (Dd)	$0,7160\ km/km^2$
Índice de circularidade (IC)	0,3250	Índice de sinuosidade (Is)	34,1472 %
Características do relevo		Densidade hidrológica	$0,3270\ rios/km^2$
Altura média	135 m	Ordem da bacia	3ª Ordem
Altura máxima	270 m	Índice de rugosidade (Ir)	181392,3393
Altura mínima	17 m		
Declividade média	$3,7090\ m/Km$		
Declividade total	$34,6936\ m/km$		
Relação do relevo (Rr)	0,0591		
Amplitude máxima altimétrica	$253\ m$		

Fonte: Dos próprios autores.

A bacia do igarapé Santana, com área total de 18.3483 km², perímetro de 26,64 km e uma classificação fluvial de 3ª ordem, apresenta um canal principal de 6.9177 km e uma amplitude altimétrica de 253 metros. A bacia tem baixa suscetibilidade a enchentes em condições normais de ocorrência, devido ao seu formato alongado, evidenciado pelo índice de compacidade de 1,7414, fator de forma de 0,3834 e índice de circularidade de 0,3250, que indicam menor risco de inundações em comparação com bacias de formato mais circular e compacta.

A densidade de drenagem, que mede o comprimento total dos cursos d'água por unidade de área da bacia, foi calculada em 0,7160 km/km². Segundo Villela & Mattos (1975), esse índice pode variar de 0,5 km/km² para bacias com drenagem deficiente até 3,5 km/km² ou mais para bacias bem drenadas. Comparativamente, a bacia da cachoeira das Pombas, em Guanhães, MG, apresentou uma densidade de drenagem de 1,049 km/km² em uma área de 9,9156 km², sendo classificada como de baixa drenagem (Tonello, 2006). Assim, a bacia do igarapé Santana também se enquadra como uma bacia com drenagem relativamente pobre.

O índice de rugosidade, que relaciona a amplitude altimétrica com a densidade de drenagem, foi de 181.392,3393, enquanto a relação relevo, que compara a amplitude altimétrica máxima com a extensão da bacia paralela ao canal principal, foi de 0,0591.

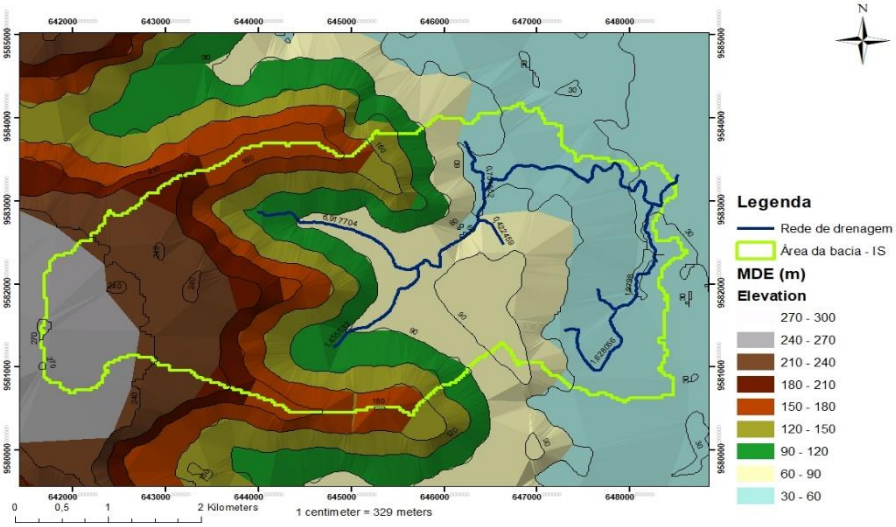
Esses parâmetros refletem a variação de relevo da bacia e suas características geomorfológicas.

O índice de sinuosidade do canal principal foi de 34,15%, o que, de acordo com Christofoletti (1980), classifica a bacia como de sinuosidade moderada (classe III, divagante). Isso significa que o terreno apresenta curvas e meandros moderados ao longo do rio principal.

Além disso, observou-se que na zona urbana a Área de Preservação Permanente (APP) do igarapé Santana foi amplamente desrespeitada, com diversas construções estabelecidas ao longo das margens do rio. Em certos trechos da bacia, a densidade das construções é tão alta que impossibilita a visualização do curso d'água, evidenciando uma ocupação irregular e comprometendo a preservação ambiental da área.

A partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), observa-se que a bacia do igarapé Santana apresenta variações altimétricas significativas, com altitudes que vão de 17 a 270 metros. As nascentes do igarapé estão situadas nas áreas centrais da bacia, a aproximadamente 120 metros de altitude. Essa distribuição altimétrica indica que o terreno da bacia possui um relevo diversificado, o que influencia diretamente o comportamento do escoamento superficial e a dinâmica dos fluxos hídricos na região.

Figura 3. Modelo digital de elevação da bacia do igarapé Santana.

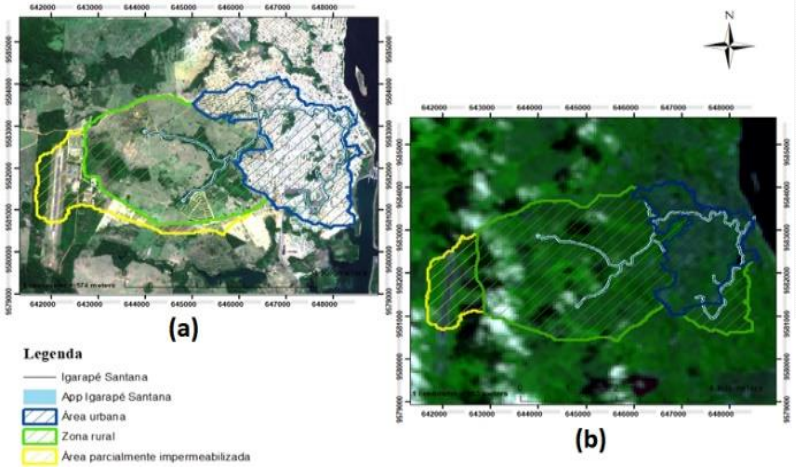


Fonte: Dos próprios autores.

O coeficiente de escoamento superficial da bacia do igarapé Santana foi de 0,45, com vazões de pico variando entre 273 e 62 m³/s conforme o tempo de chuva. A comparação entre mapas de uso do solo em diferentes datas revela o crescimento

demográfico na região e suas consequências no escoamento superficial, mostrando que o desenvolvimento urbano tem impactado diretamente o aumento das vazões na bacia, influenciando a dinâmica hidrológica local.

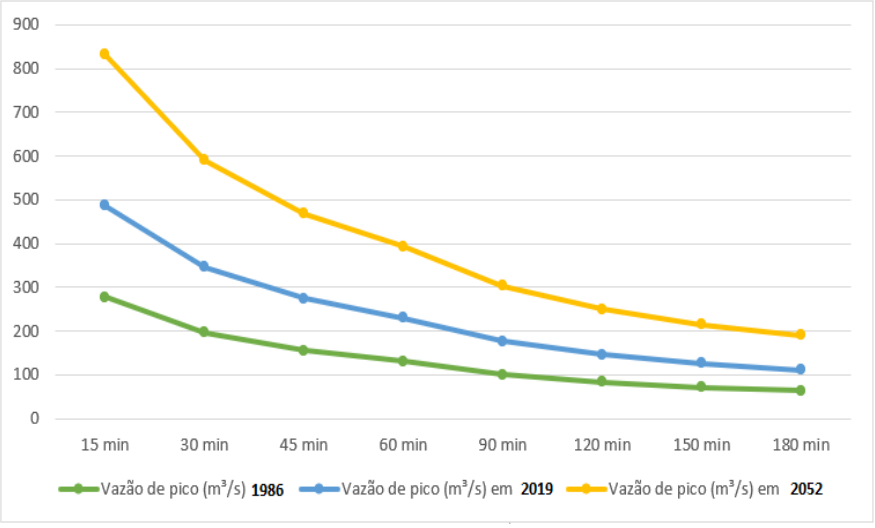
Figura 4. Comparação do uso do solo na bacia do igarapé Santana (a) 2019 (b) 1986.



Fonte: Dos próprios autores.

Ao longo dos últimos 33 anos, a área urbana da bacia cresceu 41%, enquanto a zona rural diminuiu em 31%, impulsionadas pelo adensamento populacional e transformações no uso do solo. A área parcialmente impermeabilizada expandiu-se em 35% devido à construção de habitações, alterando a configuração da bacia. O fluviograma revela um aumento nas vazões de pico entre 1986 e 2019, com projeções para os próximos 33 anos que indicam riscos crescentes de enchentes e gestão ambiental. Esses impactos evidenciam a necessidade de uma gestão adequada para mitigar os efeitos do crescimento urbano desordenado.

Figura 5. Comparação das vazões de pico, em 1986, 2019 e projeção para 2052 em m^3/s.



Fonte: Dos próprios autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se que as maiores vazões ocorreram nos períodos mais curtos, resultado das chuvas convectivas, caracterizadas por sua curta duração e alta intensidade. Esse fenômeno demonstra que os maiores volumes escoados pela bacia ocorreram durante chuvas de curta duração, intensificando o escoamento superficial.

Devido ao zoneamento topográfica das bacias hidrográficas, que começa nas áreas de cotas mais altas e termina nas mais baixas, qualquer alteração nas áreas a montante impacta diretamente as áreas a jusante (Joia *et al*. 2018). Assim, as populações que residem nas áreas a jusante, particularmente as comunidades ribeirinhas, são as mais vulneráveis a esses impactos.

Para mitigar os problemas de inundação causados pelo escoamento superficial, é recomendada a adoção de medidas que impeçam a impermeabilização do solo nas áreas a montante da bacia, como a proibição de construções e estradas, além do ajuste dos sistemas de microdrenagem da cidade para que sejam compatíveis com as vazões geradas. O uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG) é essencial nesse processo, pois facilita a gestão eficiente e informada dos recursos hídricos ao fornecer dados de forma prática e simplificada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACANI, V. M.; SAKAMOTO, A. Y.; LUCHIARI, A.; QUÉNOL, H. Sensoriamento remoto e sig aplicados à avaliação da fragilidade ambiental de bacia hidrográfica. **Mercator**, v. 14, n. 2, p. 119-135, 2015.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Edgar Blucher Ltda, 1980. 188 p.

FERRARI, J. L.; SILVA, S. F. da; SANTOS, A. R.; GARCIA, R. F. Análise morfométrica da sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte, Alegre, ES. **Revista brasileira de ciências agrárias**, v.8, n.2, p.181-188, 2013.

HORTON, R. E. Erosinal development of streams and their drainage basin: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, v. 56, n. 3, p. 275, 1945.

JOIA, P. R.; ANUNCIAÇÃO, V. S. da; PAIXÃO, A. A. da. Implicações do uso e ocupação do solo para o planejamento e gestão ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Aquidauana, Mato Grosso do Sul. **Interações (Campo Grande)**, v. 19, n. 2, p. 343-358, 2018.

MACHADO, A. R,; JUNIOR, A. V. M.; WENDLAND, E. C. Avaliação do modelo J2000/JAMS para modelagem hidrológica em bacias hidrográficas brasileiras. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.22 n.2, p. 327-340, 2017.

MORAES, J. M.; SCHULER, A. E.; GUANDIQUE, M. E. G.; MILDE, L. C.; GROPPO, J. D. MARTINELLI, L. A.; VICTORIA, R. L. Propriedades Físicas dos Solos na Parametrização de um Modelo Hidrológico. **Revista brasileira de recursos hídricos**, V. 8, n.1, p. 61–70, 2003.

ROCHA, R. M.; LUCAS, A. A. T.; ALMEIDA C. A. P, de; NETO, E. L. M,; NETTO, A. O. A. de. Caracterização morfométrica da sub-bacia do rio Poxim-Açu, Sergipe, Brasil. **Ambiente & água**, vol. 9, n. 2, 2014.

TENÓRIO, T. C.; LIMA, A. M. M., Indicadores de eficiência do plano diretor municipal de Tucuruí-PA, **Revista de geografia**, V. 30, No. 3, 2013

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L. de; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da cachoeira das pombas, Guanhães – MG. **Sociedade de investigações florestais**, v.30, n.5, p.849-857, 2006.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill, 1975. 245p.

WU, I-Pai "Design Hydrographs for Small Watersheds in Indiana". **Journal of the Hydraulics Division**, v. 89, Ed. 6, p. 35 – 66, 1963.

YOUNG, J.; SEDOURA, F. M. Planos diretores municipais e planos de gestão das águas: uma análise comparada das cidades de Lisboa/PT e Porto Alegre/BR. **Revista brasileira de gestão urbana**, v. 11, 2019.

CAPÍTULO 6 - NANOTECNOLOGIA NO ENSINO DE FÍSICA: E-BOOK DIDÁTICO PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO MÉDIO

Andrew da Silva Favacho[1]
Pedro Cordeiro da Silva[2]
Lelio Favacho Braga[3]
Aline Nascimento Braga[4]
Vicente Ferrer Pureza Aleixo[5]

[1]andrewfavacho95@gmail.com. Graduando em Física, Campus Ananindeua, UFPA.
[2]pedrocordeiro765@gmail.com. Graduando em Física, Campus Ananindeua, UFPA.
[3]leliofavacho@gmail.com. Doutor em Educação, SEDUC-PARÁ.
[4]aline.braga@iemci.ufpa.br. Doutoranda, em Educação em Ciências e Matemática, IEMCI/UFPA.
[5]ferrer@ufpa.br. Doutor em Engenharia Elétrica, Campus Ananindeua, UFPA.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo enriquecer o ensino de Física por meio da integração de conceitos da nanotecnologia, com foco em questões ambientais. A nanotecnologia, que opera em escala nanométrica, viabiliza o desenvolvimento de materiais e dispositivos inovadores, como nanomateriais para a remoção de poluentes, células solares mais eficientes e sensores para monitoramento ambiental. Para demonstrar essas aplicações de maneira prática e acessível, foi criado um e-book interativo, acompanhado de questionários, aplicado a turmas de ensino médio da Escola Raimundo Vera Cruz. O conteúdo abordou a definição de nanotecnologia, as propriedades dos nanomateriais e suas aplicações no meio ambiente, incentivando a reflexão sobre como a ciência pode auxiliar na resolução de problemas globais. Além disso, foram realizados seminários com experimentos de baixo custo, como a demonstração de propriedades nanométricas utilizando curativo adesivo, creme dental e água, a fim de facilitar a compreensão dos alunos sobre os conceitos teóricos. A proposta visa não apenas despertar o interesse dos estudantes pela Física, mas também promover a conscientização ambiental e o desenvolvimento de habilidades práticas. Ao conectar ciência, tecnologia e sustentabilidade, o projeto prepara os alunos para enfrentar desafios contemporâneos de forma crítica e inovadora, contribuindo para a formação de cidadãos conscientes.

Palavras-chaves: Nanotecnologia, Ensino Médio, Educação Ambiental.

ABSTRACT

This work aims to enrich the teaching of Physics through the integration of nanotechnology concepts, with a focus on environmental issues. Nanotechnology, which operates on a nanometric scale, enables the development of innovative materials and devices, such as nanomaterials for pollutant removal, more efficient solar cells, and sensors for environmental monitoring. To demonstrate these applications in a practical and accessible way, an interactive e-book was created, accompanied by questionnaires, and applied to high school classes at Escola Raimundo Vera Cruz. The content addressed the definition of nanotechnology, the properties of nanomaterials, and their applications in the environment, encouraging reflection on how science can help solve global problems. In addition, seminars were held with low-cost experiments, such as the demonstration of nanometric properties using adhesive bandages, toothpaste, and water, in order to facilitate students' understanding of theoretical concepts. The proposal aims not only to spark students' interest in Physics, but also to promote environmental awareness and the development of practical skills. By connecting science, technology and sustainability, the project prepares students to face contemporary challenges in a critical and innovative way, contributing to the formation of conscious citizens.

Keywords: Nanotechnology, High School, Environmental Education.

INTRODUÇÃO

O ensino de Física é essencial na formação educacional, sendo chave para o desenvolvimento de habilidades analíticas e compreensão científica. Nesse cenário, a nanotecnologia se destaca como uma área inovadora, trazendo novas possibilidades quando aplicada ao meio ambiente (Tonet & Leonel, 2019).

Segundo Silva (2015), a nanotecnologia envolve o estudo e a manipulação de materiais em escala nanométrica, onde suas propriedades podem se comportar de forma única em relação às dimensões macroscópicas. Essa habilidade de manipulação permite a criação de materiais e dispositivos com características excepcionais, trazendo inovações em várias áreas, especialmente na proteção ambiental. Para Oliveira (2007), nas últimas décadas, os avanços científicos e tecnológicos têm despertado maior interesse entre os jovens por temas relacionados às ciências em geral. Nesse contexto, a Física, em especial, tem desempenhado um papel importante, contribuindo significativamente para o progresso da medicina e das engenharias.

Os alunos, ao explorarem as aplicações da nanotecnologia, são instigados a considerar as implicações éticas, sociais e ambientais dessa tecnologia emergente. Além disso, a integração da nanotecnologia no currículo de física proporciona uma experiência de aprendizagem mais relevante e alinhada com as demandas da sociedade contemporânea.

Filho *et al.* (2023), consideram que, se os conceitos basais que sustentam a nanotecnologia fossem abordados de forma aplicada na escola, o despertar científico poderia promover novos entendimentos e conexões. De fato, a interdisciplinaridade se faria presente, já que falar de nanotecnologia é necessariamente conectar as grandes áreas da Ciência e integrar o ensino amparado pelos preceitos recentemente estabelecidos pela BNCC.

> Porém é preocupante como o ensino de ciências, particularmente a física no ensino médio, não tem acompanhado esse desenvolvimento e cada vez mais se distancia das necessidades dos alunos no que diz respeito ao estudo de conhecimentos científicos mais atuais (Oliveira, 2007).

Tonet & Leonel (2019) afirmam que a nanotecnologia, um ramo da Física Moderna e Contemporânea, foi incluída nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio em 2008, destacando sua crescente relevância científica e educacional. Gomes & Engelmann (2018) ressaltam a importância de entender as interações dos materiais em

escala nanométrica com o corpo humano e o meio ambiente, fundamentais para identificar exposições e seus impactos à saúde, além de desenvolver métodos para controlar e reduzir esses riscos. Assim, a relação entre física, nanotecnologia e meio ambiente é crucial para a segurança ambiental e o bem-estar humano.

Alves (2023) destaca a importância de que alunos e professores do ensino básico compreendam a nanociência e a nanotecnologia, bem como suas potencialidades e impactos. Essas áreas emergentes estão na vanguarda de uma nova revolução tecnológica, e o domínio desses conceitos é essencial para que educadores e estudantes participem de forma informada e responsável nas mudanças dessa era. Essa compreensão não apenas enriquece a educação científica, mas também promove o desenvolvimento sustentável, capacitando todos a enfrentar desafios e aproveitar oportunidades futuras.

Dessa forma, este trabalho busca enriquecer o ensino de Física ao introduzir tópicos que conectem a nanotecnologia a questões ambientais, ampliando o entendimento dos alunos sobre aplicações práticas e contemporâneas da ciência. Para isso, compara-se a eficácia de dois métodos: seminários presenciais com experimentos de baixo custo e a utilização de um e-book interativo. Com essa análise, espera-se identificar qual abordagem é mais eficaz em transmitir conhecimentos e engajar os alunos no conteúdo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho iniciou com um seminário sobre "O Ensino de Física através da Nanotecnologia e Suas Aplicações no Meio Ambiente" para alunos do primeiro ano da Escola Estadual Raimundo Vera Cruz, em Ananindeua-PA. Durante o evento, foram apresentados conceitos fundamentais de nanotecnologia e suas propriedades em escala nanométrica, com foco nos nanomateriais e seu papel na preservação ambiental. O seminário ressaltou a importância da nanotecnologia no ensino de Física e suas aplicações práticas para o meio ambiente, promovendo uma compreensão integrada dessas áreas.

No seminário, foram detalhadas as propriedades dos nanomateriais e suas contribuições para inovações ecológicas, com exemplos práticos de como a nanotecnologia pode enfrentar desafios ambientais, especialmente na nanotecnologia ambiental (Lima, 2012). Ao final, os alunos realizaram uma atividade experimental para

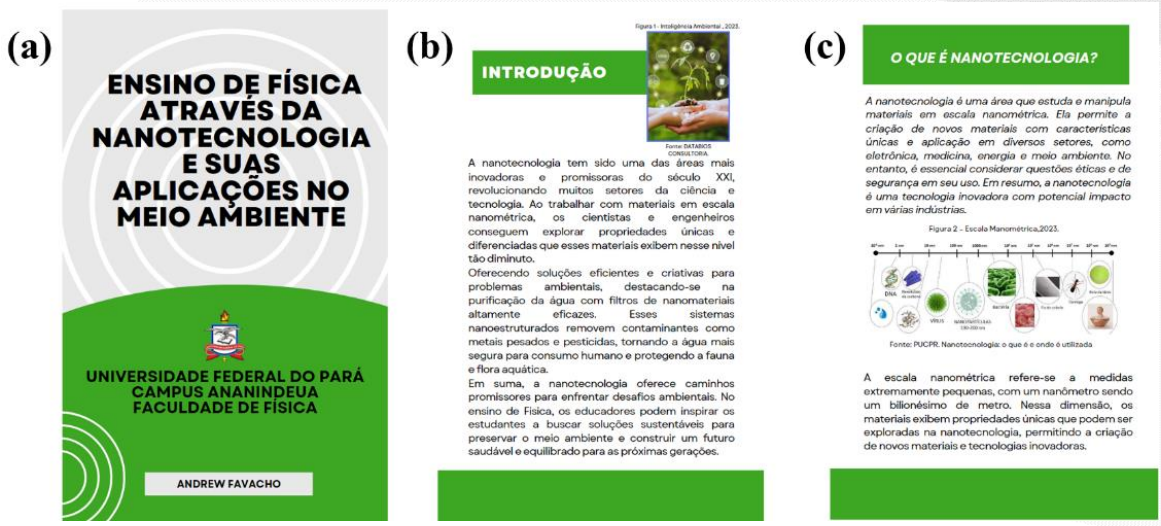
aplicar os conceitos discutidos, seguida por um questionário de 10 perguntas na plataforma Quizizz, que abordou os temas do seminário e da experimentação, reforçando o aprendizado teórico e prático.

Figura 1 - Atividade experimental envolvendo água, creme dental e curativo adesivo.

Fonte: Dos próprios autores.

A Figura 1 apresenta uma atividade experimental com materiais como creme dental, curativo adesivo e água para ilustrar conceitos de nanotecnologia. A pasta de dente exemplificou os benefícios dos nanomateriais na saúde bucal; o curativo adesivo demonstrou propriedades antimicrobianas de nanofibras e nanopartículas; e o recipiente com água ilustrou a super-hidrofobicidade de nanorevestimentos. Esses experimentos permitiram que os alunos observassem diretamente os efeitos e discutissem aplicações práticas da nanotecnologia, incentivando a participação ativa e facilitando a compreensão dos conceitos de forma clara e significativa (Faria, 2019).

Figura 2 - Páginas do e-book: **(a)** capa, **(b)** introdução e **(c)** o que é nanotecnologia?



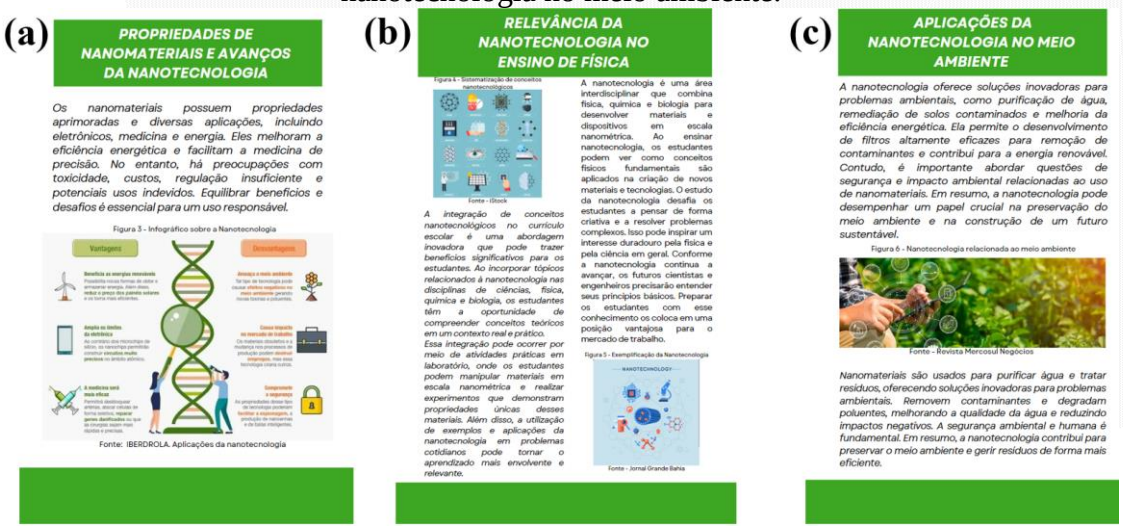
Fonte: Dos próprios autores.

Para ampliar a divulgação das aplicações da nanociência e nanotecnologia, foi criado um e-book no Canva, intitulado "Ensino de Física através da Nanotecnologia e suas Aplicações no Meio Ambiente" (Figura 2a), voltado para alunos do primeiro e terceiro anos do ensino médio na Escola Raimundo Vera Cruz. O e-book visa tornar o conteúdo mais acessível após a baixa participação observada em uma abordagem inicial por meio de seminário e experimento de baixo custo.

Ao introduzir o tema nas turmas, foi realizada uma breve explicação e orientações sobre o uso do e-book. As páginas iniciais apresentam os conceitos básicos da nanotecnologia e incluem um gráfico ilustrativo para demonstrar o tamanho de uma partícula nano (Figura 2b), oferecendo uma base sólida para os alunos. Essa estratégia, com recursos visuais, busca engajar os alunos desde o início e facilitar a compreensão dos conteúdos ao longo do e-book.

Na Figura 2c, são exploradas as propriedades fascinantes dos nanomateriais e os avanços significativos da nanotecnologia. Explicamos como a manipulação em escala nanométrica confere características únicas a esses materiais, utilizando exemplos práticos e gráficos para facilitar a compreensão dos alunos sobre o potencial transformador desses avanços. O objetivo é criar uma experiência visual e conceitual envolvente, estimulando a curiosidade e promovendo uma compreensão mais profunda desses conceitos inovadores.

Figura 3 - Páginas do e-book: **(a)** propriedades de nanomateriais e avanços da nanotecnologia, **(b)** relevância da nanotecnologia no ensino de física e **(c)** aplicações da nanotecnologia no meio ambiente.



Fonte: Dos próprios autores.

A Figura 3a na página quatro destaca a importância da nanotecnologia no ensino de física, promovendo uma abordagem interdisciplinar e fortalecendo o conhecimento científico dos alunos. Integrar conceitos nanotecnológicos ao currículo prepara os estudantes para desafios científicos e futuras oportunidades, promovendo um aprendizado prático e relevante nessa área emergente. Segundo Poulis (2021), essa compreensão pode aumentar o interesse dos alunos pela ciência, demonstrando a aplicação prática da física. Na página cinco, a Figura 3b mostra como a nanotecnologia oferece soluções sustentáveis para problemas ambientais, como purificação da água e desenvolvimento de materiais mais leves e duráveis, reduzindo o uso de recursos naturais e resíduos.

> A nanotecnologia não é apenas uma inovação técnica, mas também uma oportunidade de transformar práticas industriais e cotidianas em direção a um futuro mais sustentável. Ele destaca que, ao empregar tecnologias baseadas em nanomateriais, é possível não apenas minimizar impactos ambientais, mas também contribuir para a regeneração de ecossistemas degradados (Angotti, 2015).

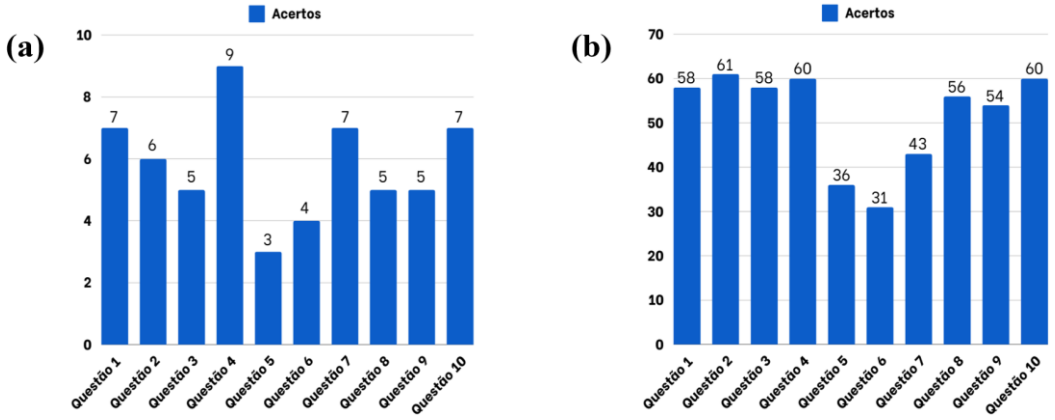
Assim, esta seção destaca a nanotecnologia como essencial para a preservação ambiental, oferecendo soluções que equilibram progresso tecnológico e responsabilidade, e capacitando alunos a promover um futuro sustentável. A Figura 3c apresenta inovações como materiais de descontaminação, filtros de purificação e células

solares eficientes. Um QR Code no final do e-book facilita o acesso ao questionário, incentivando a participação dos alunos na avaliação do conteúdo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No questionário aplicado ao primeiro ano após as atividades práticas, apenas 10 dos 40 alunos participaram (Figura 4a). A baixa adesão pode estar relacionada à falta de acesso à internet e à ausência de smartphones entre alguns alunos, destacando um desafio de inclusão digital (Fonseca & Costa, 2023). A proximidade da segunda avaliação e do período de férias também pode ter afetado a disponibilidade e o interesse em atividades extracurriculares.

Figura 4 -Número de acertos no questionário **(a)** Quizizz e **(b)** Forms.



Fonte: Dos próprios autores.

Apesar da participação limitada, o desempenho foi significativo: na questão sobre o conceito de nanotecnologia, 7 alunos responderam corretamente, indicando boa compreensão do tema. Na pergunta sobre a principal característica da nanotecnologia, 6 alunos acertaram, sugerindo entendimento consistente dos aspectos fundamentais dessa área (Pinto & Pedrosa, 2023).

Na terceira pergunta sobre a principal característica da nanotecnologia, 6 alunos responderam corretamente, indicando boa compreensão. A quarta questão, sobre o tamanho típico de uma partícula em escala nanométrica, teve 9 acertos. No entanto, as perguntas sobre aplicações práticas da nanotecnologia, como a purificação da água (pergunta 5) e a remoção de poluentes do ar (pergunta 6), apresentaram dificuldades, com apenas 3 e 4 respostas corretas, respectivamente (Martinez *et al.* 2022).

As questões mais amplas, como a sétima (interconexão entre nanotecnologia, física e meio ambiente) e a oitava (perspectivas futuras da nanotecnologia), foram respondidas corretamente por 7 e 5 alunos, respectivamente. As perguntas 9 e 10, que abordavam aplicações ambientais e questões éticas, foram acertadas por 5 e 7 alunos. Embora alguns tópicos tenham sido bem assimilados, outros apresentaram mais dificuldades, fornecendo dados valiosos para ajustar futuras estratégias de ensino, considerando as diferentes realidades dos alunos (Pinto & Pedrosa, 2023).

Os resultados de acertos na aplicação do e-book estão apresentados na Figura 4b. Esta aplicação, realizada em setembro de 2023, obteve 61 respostas, com uma distribuição significativa de acertos: 1 aluno acertou 4 questões, 1 acertou 5, 5 alunos acertaram 6, 4 acertaram 7, 16 acertaram 8, 18 acertaram 9, e 8 alunos responderam corretamente todas as 10 questões. Esse aumento no rendimento indica um progresso significativo (Lisboa-Filho & Monteiro, 2024).

Na primeira pergunta do e-book, 58 dos 61 alunos definiram corretamente a nanotecnologia como o "estudo e manipulação de materiais em escala nanométrica", demonstrando sólida compreensão. Na segunda pergunta, todos os alunos acertaram ao identificar a principal característica da nanotecnologia como a "manipulação de materiais em escala nanométrica", evidenciando compreensão unânime sobre esse aspecto.

Na quarta pergunta do e-book, 60 dos 61 alunos identificaram corretamente o tamanho típico de uma partícula na escala nano como "nanômetros", demonstrando sólida compreensão. No entanto, apenas 36 alunos acertaram a quinta pergunta sobre a contribuição da nanotecnologia para a purificação da água, o que sugere que as aplicações práticas da nanotecnologia são mais desafiadoras e exigem uma compreensão mais aprofundada (Lima & Silveira, 2019).

Na sexta pergunta, 31 dos 61 alunos identificaram corretamente o "desenvolvimento de materiais nanocompósitos que degradam poluentes atmosféricos" como aplicação da nanotecnologia. Esse menor índice de acertos reflete a complexidade do tema e a falta de familiaridade com as aplicações práticas. Na sétima pergunta, 43 alunos escolheram corretamente "todas as opções estão corretas", evidenciando boa compreensão dos conceitos e a eficácia do e-book em apresentar conteúdos complexos de forma clara.

Na oitava pergunta, 56 dos 61 alunos reconheceram corretamente as perspectivas futuras da nanotecnologia, enquanto 54 destacaram seu papel em baterias de alta capacidade e sensores ambientais na nona. Por fim, 60 alunos demonstraram compreensão das preocupações éticas e de segurança, enfatizando a importância da regulamentação e monitoramento em relação aos impactos à saúde e ao meio ambiente.

As questões da Figura 4 são as mesmas e foram selecionadas de maneira uniforme para ambas as análises, mantendo a mesma ordem e estrutura, abordando temas de Física e nanotecnologia com foco em aplicações ambientais. Essas perguntas foram apresentadas tanto no seminário (Quizizz) quanto no e-book (Forms), permitindo uma comparação eficaz das respostas dos alunos e evidenciando seu entendimento e engajamento. Os acertos nos questionários foram somados e registrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Perguntas selecionadas nas duas aplicações e quantidade de acertos.

QUESTIONÁRIO	Nº de acertos
01 - O que é considerado nanotecnologia?	65 acertos
02 - Qual é a principal característica da nanotecnologia?	67 acertos
03 - O que significa "escala nano" na nanotecnologia?	63 acertos
04 - Qual é o tamanho típico de uma partícula na escala nano?	69 acertos
05 - Como a nanotecnologia pode contribuir para a purificação de água?	39 acertos
06 - Qual é um exemplo de aplicação da nanotecnologia para remoção de poluentes do ar?	35 acertos
07 - O que é nanotecnologia e como ela está relacionada com a física e o meio ambiente?	50 acertos
08 - Quais são as perspectivas futuras da nanotecnologia no ensino de física e suas aplicações no meio ambiente? Como essa área de estudo pode continuar evoluindo e impactando positivamente nossa sociedade?	61 acertos
09 - Quais são algumas das aplicações da nanotecnologia no meio ambiente? Como ela pode contribuir para a sustentabilidade e a preservação ambiental?	59 acertos
10 - Quais são as preocupações éticas e de segurança relacionadas à nanotecnologia e suas aplicações no meio ambiente? Como podemos garantir o uso responsável e sustentável dessas tecnologias?	67 acertos

Fonte: Dos próprios autores.

Esses resultados indicam a eficácia do e-book em transmitir conceitos práticos e éticos da nanotecnologia de maneira clara e acessível, destacando-se, em alguns aspectos, em comparação aos contextos presenciais. A utilização do e-book elimina a necessidade de conciliar as disponibilidades simultâneas de alunos e professores, algo

que muitas vezes limita os encontros presenciais. Ambos os métodos, apesar de diferenças quantitativas nos resultados, promoveram uma compreensão abrangente do tema e de suas implicações futuras entre os alunos (Silva *et al*. 2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do e-book "Ensino de Física através da Nanotecnologia e suas Aplicações no Meio Ambiente" mostrou-se uma estratégia didática eficaz, complementando os seminários e experimentos realizados anteriormente. A primeira aplicação, realizada em período de avaliações e ao final do semestre, teve participação limitada no questionário, indicando desafios logísticos e de disponibilidade dos alunos. No entanto, a segunda aplicação, realizada em setembro, apresentou resultados consideravelmente mais positivos, com 61 respostas coletadas e uma evidente melhora na compreensão dos alunos sobre os conceitos de nanotecnologia. Esse avanço pode ser atribuído à clareza e acessibilidade do conteúdo oferecido pelo e-book, que permitiu uma maior assimilação dos conceitos-chave.

A utilização de recursos digitais, somada à escolha apropriada da plataforma, facilitou a disseminação do material e contribuiu para a eficácia da abordagem. A didática focada em conceitos centrais e suas aplicações práticas foi fundamental para melhorar o entendimento dos alunos, como apontado por Oliveira (2007). Esses achados destacam a importância de adequar as estratégias de ensino ao contexto e às condições específicas para promover uma maior participação e aprendizado. Além disso, o e-book, pela sua facilidade de compartilhamento e acessibilidade, provou-se uma ferramenta eficiente e de grande potencial para ampliar o ensino da nanotecnologia no ambiente escolar, como reforçado por Lisboa-Filho & Monteiro (2013).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGOTTI, J. A. P. Ensino de Física com TDIC. 1ª edição ed. - Florianópolis: UFSC, 2015.

ALVES, E. M.; FENNER, R. D.; NOGUEIRA, R. D. Nanociência e nanotcnologia: perspectivas docentes para o ensino e aprendizagem através da implementação de projetos transdisciplinares para o ensino médio. **Brazilian Journal of Development**, v. 9, p. 01-15, 2023.

FILHO, S. A.; SANTOS, M. S.; BACKX, B. P. É possível falar de nanotecnologia na escola? Uma proposta de artigo científico para crianças e adolescentes. **Revista Educação Pública**, v. 23, p. 01-06, 2023.

FONSECA, J. A.; COSTA, M. D. Desafios na aprendizagem de Física no Ensino Médio das escolas públicas: Uma revisão da literatura. **Resarch, Society and Development**, v. 12, p. 02-11, 2023.

GOMES, C.; ENGELMANN, W.; Nanotecnologia e a vulnerabilidade dos trabalhadores em seu ambiente laborativo: os desafios gerados pela in (existência) de normas protetivas trabalhistas. **Revista de Direitos Fundamentais nas Relações do Trabalho, Sociais e Empresariais**, v. 4, p. 83-105, 2018.

JUNIOR, E. V.; STRIEDER, R. B. Nanociência e Nanotcnologia no Ensino Médio: potencialidades da educação CTS. **Revista do Professor de Física**, v. 3, p. 77-78, 2019.

LIMA, D. S.; SILVEIRA, L. B. Elaboração e divulgação de e-books de guias experimentais com automatização e arduíno para o ensino de física. **Revista do Professor de Física**, v. 3, p. 45-46, 2019.

LIMA, M. C.; ALMEIDA, M. P. Articulação de textos sobre nanotecnologia para a formação inicial de professores de física. **Revista Brasileira de Ensino de F´ısica**, v. 34, p. 4401.1- 4401.9, 2012.

LISBOA-FILHO, P. N.; MONTEIRO, M. A. Nanotecnologia e nanociência em livros didáticos de física do nível médio: disucursos sobre a tecnologia e a esucação e tecnoógica. **Revista de Física**, v. s/n, p. 126-141, 2013.

MARTINEZ, D. T.; CÔA, F.; KNOBEL, M. Nanossegurança para inovação sustentável: a avaliação da toxicidade e ciclo de vida de um nanoproduto é essencial para garantir que a sua produção e aplicações prosperem; sem provocar impactos negativos aos trabalhadores, consumidores e ao meio ambiente. **Ciência&Cultura**, v. 74, p. s/n, 2022.

OLIVEIRA, F. F. D.; VIANA, D. M.; GERBASSI, R. S. Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, p. 447-454, 2007.

PINTO, E. S.; PEDROSA, M. D. Nanociência e nanotecnologia no ensino médio abordagem no contexto do ensino médio: abordagem no contexto do ensino remoto. **Revista Dynamis**, v. 29, p. 91-108, 2023.

POULIS, E. D.; GUERINI, S. C.; CUTÓIDO, J. F. Nanociência e nanotecnologia na formação inicial de professores de física: um estudo sobre concepções e práticas. **Góndula, Enseña y Aprendizaje de las Ciencias**, v. 17, p. 504-519, 2022.

SILVA, S. B. D. Meio Ambiente e Saúde: Problemas da Poluição Química. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 13, p. 87-92, 2015.

SILVA, M.; SÁ, T. R.; NEVES, A. R. O.; SILVA, W. C.; MORAIS, L. S.; SANTOS, W. J. M.; BRADALISE, L.; PEREIRA, L.; PAULA, R. C. A.; LIMA, C. C.; SILVA, A. M. P. Tecnologias digitais e a construção do conhecimento: um estudo longitudinal sobre a efetividade dos ambientes virtuais de aprendizagem na educação superior. **Revista Tópicos**, v. 2, p. s/n, 2024

TONET, M. D.; LEONEL, A. A. Nanociência e Nanotecnologia: uma revisão bibliográfica acerca das contribuições e desafios para o ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, p. 431-456, 2019.

CAPÍTULO 7 - PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ENFOQUE CTS: EXPLORANDO OS CONCEITOS FÍSICOS DO PLANTIO DE CACAU (*THEOBROMA CACAO* L.)

José Elton Silva Matos[1]
Josiney Farias de Araújo[2]
Lelio Favacho Braga[3]
Aline Nascimento Braga[4]
Shirsley Joany dos Santos da Silva[5]
Carlos Alberto Brito da Silva Júnior[6]
Alessandra Nascimento Braga[7]

[1]eltonmatos100@yahoo.com.br, Licenciando em Física, Campus Ananindeua, UFPA
[2]josineyaraujo@yahoo.com.br, Doutorando em Botânica, UFRA
[3]leliofavacho@gmail.com, Doutor em Educação, SEDUC-PA
[4]aline.braga@iemci.ufpa.br, Doutoranda em Educação em Ciências e Matemática, UFPA
[5]shirsley@ufpa.br, Doutora em Física, Campus Ananindeua, UFPA
[6]cabsjr@ufpa.br, Doutor em Engenharia Elétrica, Campus Ananindeua, UFPA
[7]alessandrabg@ufpa.br, Doutora em Física, Campus Ananindeua, UFPA

RESUMO
Este trabalho apresenta uma proposta de Sequência Didática (SD) baseada nos princípios de Zabala (2015), com ênfase na interação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). A proposta tem como objetivo auxiliar os professores de Ciências e Física, bem como os estudantes do Ensino Fundamental e Médio. O cultivo do cacau (*Theobroma cacao L.*) é utilizado como contexto principal para explorar as conexões entre física, tecnologia e sociedade, proporcionando uma aprendizagem mais significativa e contextualizada. A proposta visa promover uma abordagem dinâmica e envolvente, que estimule os alunos a construírem conhecimentos científicos de forma interativa. Ao integrar essas práticas pedagógicas de maneira eficiente, espera-se que estes contribuam não apenas para o desenvolvimento do entendimento científico dos estudantes, mas também para a formação e profissionalização dos professores, oferecendo ferramentas e estratégias que enriquecem o processo de ensino e aprendizagem. Com isso, acredita-se que a SD com enfoque em CTS sob os temas "Sistema Métrico e Alavancas" para o plantio do cacau possa colaborar para uma compreensão mais aprofundada que evidencia a aplicação prática dos conteúdos de física abordados no cotidiano dos alunos, tornando o ensino mais atrativo e relevante.

Palavras-chave: SD; CTSA; Sistema Métrico; Alavancas; Cacau.

ABSTRACT
This paper presents a Didactic Sequence (DS) proposal based on the principles of Zabala (2015), emphasizing the interaction between Science, Technology, and Society (STS). The proposal aims to assist Science and Physics teachers, as well as students in Elementary and High School. Cocoa cultivation (*Theobroma cacao* L.) is used as the main context to explore the connections between physics, technology, and society, providing a more meaningful and contextualized learning experience. The proposal seeks to promote a dynamic and engaging approach that encourages students to construct scientific knowledge interactively. By effectively integrating these pedagogical practices, it is expected that they will contribute not only to the development of students' scientific understanding but also to the training and professionalization of teachers, offering tools and strategies that enrich the teaching and learning process. Consequently, it is believed that the DS with an emphasis on STS under the themes "Metric System and Lever" for cocoa planting can help foster a deeper understanding that highlights the practical application of the physics content discussed in students' daily lives, making teaching more attractive and relevant.

Keywords: DS; STSE; Metric System; Lever; Cocoa.

INTRODUÇÃO

O estudo de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) aborda, de forma interdisciplinar, como a ciência e a tecnologia se entrelaçam com a dinâmica social e cultural. O CTS analisa questões éticas, políticas, econômicas, tecnologias e ambientais relacionadas à produção e uso do conhecimento científico e tecnológico. Incluindo o acesso equitativo à tecnologia, responsabilidade social dos cientistas e os impactos das políticas científicas nas comunidades (De Sousa & De Brito, 2015).

Segundo Da Penha et al. (2018, p. 1) "Para o ensino de Ciências, o enfoque CTS surgiu como proposta curricular na década de 1970 e como reflexo do agravamento dos problemas sociais e ambientais, o que levou a um aumento de discussões críticas sobre a natureza do conhecimento científico e seu papel na sociedade". Esse movimento curricular reflete a necessidade de questionar não apenas o conteúdo científico em si, mas também seu impacto e implicações na sociedade. O agravamento de problemas globais, como poluição, desigualdade social e crises energéticas, catalisou debates sobre como a ciência e a tecnologia contribuem tanto para a solução quanto para a perpetuação desses desafios.

Dentro desse cenário, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) juntamente com a base dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, destacam a importância de que o ensino das ciências naturais favoreça a compreensão dos princípios científico-tecnológicos que sustentam os processos de produção. A abordagem visa orientar o educando a perceber a ciência como uma construção humana, relacionando o saber científico à transformação da sociedade (Brasil, 2006).

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), a educação deve consolidar valores e fomentar ações que impulsionem a transformação da sociedade, visando torná-la mais humana, socialmente justa e engajada na preservação da natureza. Isso destaca a relevância essencial de um ensino específico para a interação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no contexto educacional.

Aikenhead (1985) enfatiza, de certa forma, a importância do ensino CTS, haja vista que a prática pedagógica em sala de aula é essencial ao desenvolvimento da capacidade de tomar decisões diante de problemas reais. O escritor também argumenta que o docente tem a extensa para identificar problemas e a competência para solucioná-los, ao mesmo tempo em que assimila de maneira mais aprofundada os pressupostos

necessários. Neste sentido, o seu papel de professor, na construção do conhecimento e na formação cidadã é fundamental, já que, ele é de acordo com Nóvoa (2013) o principal responsável por financiar a prática educacional é capaz de desencadear um efeito em cadeia benéfica, resultando em melhorias para qualidade social. Portanto, é essencial criar uma Sequência Didática (SD) fundamentada nos princípios de Zabala (2015), que se concentra no ensino de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), possibilitando uma concepção tanto teórica quanto prática.

Neste cenário, a produção de cacau (*Theobroma cacao* L.) apresenta uma condição histórica e cultural promissora de ser utilizada no ensino de CTS (Araújo & Santos, 2024). O cacau é um fruto que apresenta registros de origem na América do Sul e Central com alcances proporcionais mundiais (Ribas *et al.* 2018). A popularização cada vez maior deste fruto vem por diversas propriedades químicas e sabores. Entretanto, um dos principais fatores e a sua elevada capacidade de ser matéria-prima na produção de vários produtos de chocolate (Ribas *et al.* 2018; Silva & Machado, 2023).

Dos frutos do Cacau podem ser retirados as sementes que passam por processos de fermentação para a transformação em amêndoas, que serão produzidas diversas matérias-primas como a manteiga e a pasta em pó de cacau. Ao redor da semente, ainda pode ser encontrado altos teores de polpa com características e padrões mucilaginosa e adocicadas, que permitem ser fabricados produtos como geleias e os refrescos. Na parte da casca pode ser retirado a pectina, que por meio de processos mecânicos, é possível se transformar em ração para os animais, ou através de alterações biológicas na produção de compostos como fertilizantes orgânicos (Silva & Machado, 2023).

O contexto da pesquisa surgiu a partir da experiência didática na comunidade rural da vila Marariá em Baião-PA vinculada ao Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR). Portanto, propomos uma SD fundamentada nos princípios de Zabala (2015) com enfoque no ensino CTS que possibilite uma concepção tanto teórica quanto prática da física para o problema do cultivo do cacau (*Theobroma cacao L*.) sob as temáticas “Alavanca” e “Sistema Métrico”.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia empregada neste trabalho envolveu uma revisão bibliográfica abrangente sobre CTS para identificar os conceitos físicos relacionados ao processo de

plantio de Cacau. A principal matéria prima do cacau é a semente, utilizada na fabricação de chocolate. Ele é um fruto com importante valor nutricional e na indústria de cosméticos apresenta grande quantidade de compostos fenólicose com alta propriedade anti-inflamatória e antioxidante.

Os conceitos físicos como, por exemplo, a temperatura média, a umidade e a transpiração para uma boa frutificação dos solos, em geral, devem ter movimento da água no solo (infiltração), forças capilares, pressão atmosférica e vento estão interligados e afetam diretamente o sucesso do plantio de cacau. O manejo adequado dessas variáveis permite criar um ambiente ideal para o crescimento das plantas, resultando em uma produção mais eficiente e sustentável. O Manual de Implementação do Currículo de Sustentabilidade do Cacau (Brasil, 2022), cuja proposta central é dar base aos produtores para atender a todas as boas práticas agrícolas e as etapas da cadeia produtiva, corroborando para estudo do cacau em diversas áreas do conhecimento.

O referido trabalho, evidencia-se por apresentar uma proposta de SD baseada nos princípios de Zabala (2015) com enfoque CTS como superação ao modelo tradicional nas aulas de ciências/física para explorar os conceitos físicos sobre Sistema Métrico e Alavancas no problema do cultivo do cacau (*Theobroma cacao L.*), estimulando práticas pedagógicas diferenciadas para proporcionar uma aprendizagem significativa e contextualizada, bem como a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos. A SD está também em conformidade com as metas educacionais definidas pela BNCC para ciências/física no Ensino Fundamental e Médio (Brasil, 2018). Portanto, a organização da SD foi dividida em sete etapas (fases) diferentes, ver abaixo:

Etapa 1: Levantamento de conhecimentos prévios sobre o problema - realizar uma avaliação diagnóstica (debate, discussão, roda de conversa e/ou questionário) com a finalidade de identificar o entendimento dos alunos sobre o tema proposto.

Etapa 2: Apresentar o problema - atividade motivadora relacionada com uma situação conflitante da realidade dos alunos na comunidade vila Marariá.

Etapa 3: Contextualizar o problema - seleção e esboço das fontes de informação e planejamento da investigação.

Etapa 4: Analisar o problema - Respostas intuitivas ou lançamento de “hipóteses”.

Etapa 5: Discutir o problema - Expressão e comunicação. Explicação de perguntas ou

problemas propostos.

Etapa 6: Propor soluções para o problema - Coleta, seleção e classificação dos dados.

Etapa 7: Sistematização do novo conhecimento - Generalização das conclusões tiradas e aplicação de um pós-teste.

Portanto, esta SD visa apoiar e aprimorar o trabalho dos professores, formando uma estrutura de alunos agricultores mais abrangentes sobre o tema conceitos de física (Sistema Métrico e Alavanca) aplicados no plantio do cacau além de complementar seus métodos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Guiados pela reflexão sobre a melhor forma de construir o conhecimento junto com o aluno, produzimos uma SD com enfoque CTS para discutir os conceitos físicos relacionados a medidas (sistema métrico) e alavancas usados no plantio do cacau. Assim, apresentamos a seguir a SD e o roteiro das aulas teóricas e atividades práticas que compõem a SD com o uso de ferramentas manuais e simuladores interativos. Para explicarmos esses conceitos, fizemos a seguinte divisão: 1° momento: sistema métrico; 2° momento: alavancas.

Assim, apresentamos um exemplo prático intitulado “O incremento da utilização de medidas e da força no plantio de cacau” relacionado aos aspectos físicos com enfoque CTS do cultivo de cacau, de acordo com a SD de Zabala (2015) para melhorar a eficiência, a produtividade e a sustentabilidade. Sendo assim, isso envolve estratégias e técnicas que possibilitam o uso racional de conceitos, recursos humanos, ferramentas e tecnologias, visando maximizar os resultados e reduzir o desgaste físico dos trabalhadores, ver Tabela 1 abaixo:

Tabela 1: Proposta de SD baseada nas sete etapas de Zabala (2015) para o ensino de física no plantio de cacau em cinco aulas

AULAS	ATIVIDADES	ETAPAS	OBJETIVOS
Aula 1 - A importância do plantio do cacau com enfoque CTS e sua relação com os temas da física	- Aplicação de um questionário; - Aula Expositiva: Problematização e contextualização do conceito físico sobre sistema métrico e alavancas com enfoque CTS; - Aula Prática: Usando o simulador PhET e Física na Escola; - Pesquisa Individual: Atividade de fixação usando os dois simuladores.	- Compreender as etapas (1) - (6) propostas por Zabala (2015).	- Apresentação sobre os procedimentos do plantio de cacau e os conceitos físicos envolvidos.
Aula 2 - Os desafios dos agricultores para o plantio do cacau	- Aula Expositiva: Problematização, discussão e contextualização dos conceitos físicos; - Pesquisa Individual: Atividade de fixação desses conceitos usando vídeos com enfoque CTS.	- Compreender as etapas (1) - (5) propostas por Zabala (2015).	- Incorporação dos processos físicos.
Aula 3 - Investigar os processos físicos existente no plantio de cacau	- Aula Prática: Usando ferramentas e máquinas para efetuar medidas relacionando com os conceitos físicos abordados nas aulas 1 e 2.	- Compreender as etapas propostas (1) - (6) por Zabala (2015).	- Percepção e compreensão de como a física pode está presente no simples ato de plantar.
Aula 4 - Analisar o problema na prática do cultivo do cacau	- Aula Prática: Usando as ferramentas e máquinas na mata para cultivar o cacau.	- Compreender as etapas propostas (5) - (7) por Zabala (2015).	- Anotar as análises e hipóteses físicas.
Aula 5 - Entender as análises e resultados obtidos	- Aula Expositiva e Prática: Revisão, solução e sistematização do conhecimento científico e tecnológico com base nos conceitos, simuladores e prática; - Aplicação de um Pós-Teste (questionário).	- Compreender as etapas (4) - (7) por Zabala (2015).	- Soluções baseadas na Física e CTS/CTSA que dificultam o plantio do cacau.

Fonte: Autoria própria.

Nesta perspectiva, o roteiro apresentado é apenas um exemplo para o professor se basear, podendo ser modificado para melhor entendimento do professor ou do aluno, sem impedimento para adicionar novas etapas ou melhorar ao seu ver. No desenvolvimento da SD, todas as atividades propostas foram planejadas para serem

realizadas em cinco aulas com duração de 60 minutos cada. Abaixo, é realizada a proposta das aulas:

Investigação dos conhecimentos preexistentes acerca do problema

Nesta primeira aula, os alunos realizarão individualmente um pré-teste conceitual como avaliação diagnóstica para identificar seus conhecimentos prévios sobre o plantio do cacau e os conceitos físicos relacionados ao sistema métrico e às alavancas. Em seguida, organizados em equipes, irão registrar o que já sabem sobre o cultivo do cacau, detalhando ferramentas utilizadas (como enxadas, cavador, trena, entre outras) e as etapas do processo, relacionando com os conceitos físicos abordados.

Será apresentada uma contextualização histórica e social do sistema métrico e das alavancas, destacando seu papel no desenvolvimento científico, comercial e tecnológico, com enfoque CTS. A partir disso, os alunos utilizarão simuladores virtuais como o PhET e a plataforma Física na Escola HTML5 para explorar os princípios físicos de alavancas e instrumentos de medição. Na simulação "Balançando" (PhET), os alunos observarão o equilíbrio de uma gangorra, torque e posição das massas, enquanto em outras simulações aprenderão a utilizar paquímetro e micrômetro com precisão.

Para ampliar a vivência prática e interdisciplinar, serão sugeridos aplicativos como *Google Earth* e *Farming Simulator*, que simulam situações reais de uma plantação e permitem medições em campo. Ao final da aula, cada aluno deverá propor uma atividade contextualizada com base em sua realidade local, aplicando os conceitos físicos discutidos ao plantio do cacau na comunidade da vila Mariará, em Baião-PA, com base nas simulações e materiais utilizados.

Os desafios dos agricultores para o plantio do cacau - expor as dificuldades

Na aula será feita uma problematização, discussão e contextualização dos conceitos físicos de sistema métrico e alavancas com enfoque CTS empregados no cultivo do cacau a partir da exibição de um vídeo curto ilustrando todo o processo de plantio de cacau realizado por agricultores em uma determinada área. Este mostrará desde os preparativos iniciais, como a escolha do terreno e a limpeza da área, até o uso de diferentes ferramentas e técnicas essenciais para efetuar medidas e garantir o sucesso do plantio;

O vídeo também mostrará os desafios enfrentados pelos agricultores ao aplicar força para abrir covas em terrenos inclinados e irregulares, destacando as dificuldades causadas pelas condições do solo. A topografia acidentada exige maior esforço físico e adaptação das técnicas, já que a escavação requer precisão e controle. Vídeos e infográficos sobre o tema estão disponíveis: https://www.youtube.com/channel/UCkH9MwRq0CHXpN0pj4Jg5DA?app=deskt%20op do canal do YouTube da Associação Nacional das Indústrias Processadoras de Cacau (AIPC).

Por fim, cada aluno realizará uma atividade de fixação desses conceitos físicos no cultivo do cacau usando vídeos com enfoque CTS.

Investigar os processos físicos existentes no plantio do cacau - Descrever as adversidades

Na prática, será explicado como a aplicação da força e a determinação das dimensões nos instrumentos (trenas e alavancas) que realizam o processo de plantio do cacau nas atividades agrícolas podem influenciar nas medidas. O conceito de medidas de comprimento, distância, altura e profundidade usando uma trena foi aplicado na prática, no qual foi pedido que cada aluno fizesse uma medida para determinação do valor mais provável da medida (média). Isto é, a priori mede-se o comprimento de uma caneta com a trena ou régua, mas que também podemos usar partes do nosso corpo como polegada ou palmo. Já o momento de uma força (ou torque), consiste na ação de girar ou torcer um corpo em torno de seu eixo de rotação (fulcro ou ponto de apoio) por meio da ação de uma força potente sobre uma carga (força resistente) que está do fulcro a uma distância de braço da alavanca. A diferença de torque para trabalho de uma força é que o primeiro é um produto vetorial e o segundo é um produto escalar. É importante mencionar que numa situação de equilíbrio translacional (resultante das forças é nula, o corpo está em repouso ou com velocidade translacional constante) ou rotacional (resultante dos torques é nulo, o corpo está em repouso ou com velocidade angular constante). Isso será ilustrado quando os agricultores utilizarem ferramentas, como trado, cavadeiras e enxadas, para abrir covas no solo. Nesse contexto, o esforço físico dos agricultores converte energia mecânica em trabalho útil, permitindo a remoção de terra e a preparação do solo para o plantio. Além disso, será destacado o papel da

gravidade como uma força constante que influencia o trabalho necessário para movimentar o solo, especialmente em terrenos inclinados.

Analisar o problema na prática no plantio do cacau

Os alunos serão incentivados a observar atentamente um vídeo sobre o plantio em terrenos inclinados, discutindo em grupos as dificuldades enfrentadas pelos agricultores. Eles devem considerar fatores como a inclinação e irregularidade do solo, avaliando como esses aspectos impactam a aplicação de força, a postura dos trabalhadores e a eficácia das técnicas. A análise detalhada permitirá que identifiquem desafios físicos e mecânicos, formulando hipóteses sobre a otimização das estratégias e ferramentas utilizadas, com base em princípios físicos como equilíbrio, atrito e força.

Durante as discussões em grupo, os alunos explorarão o papel da gravidade e a resistência do solo no esforço físico necessário para o plantio em terrenos inclinados. Eles analisarão como fatores como densidade, compactação e irregularidade do solo tornam certas áreas mais difíceis de trabalhar, relacionando o aumento da energia necessária para tarefas ao trabalho realizado, que é proporcional à força aplicada e à distância percorrida. Além disso, refletirão sobre a gestão da energia potencial gravitacional em terrenos altos e como a aplicação de força em diferentes ângulos impacta a eficiência do trabalho.

Os alunos serão convidados a formular hipóteses sobre como os agricultores podem otimizar o uso da força e dos instrumentos de medida no plantio de cacau em terrenos inclinados. Isso incluirá a análise de práticas mais eficientes, como o uso de equipamentos mecânicos adaptados ao relevo, e a utilização das características naturais do terreno para minimizar o esforço físico. Na prática, é usar as ferramentas manuais e máquinas na mata da comunidade rural da vila de Marariá em Baião-PA para cultivar o cacau e perceber a ação dos conceitos físicos relacionados ao sistema métrico e alavancas com enfoque CTS aparecem nessa abordagem.

Na aula realizar uma revisão, solução (sugerir explicações para o problema) e sistematizar o conhecimento científico e tecnológico com base nos conceitos, simuladores, equipamentos e prática com enfoque CTS relacionando aos impactos sociais e ambientais da localidade da comunidade rural na vila de Marariá em Baião-PA.

Entender as análises e resultados obtidos

Os alunos deverão explorar técnicas e ferramentas que melhorem a eficiência, minimizando o esforço e os riscos. O princípio físico das alavancas será utilizado para desenvolver soluções sustentáveis, bem como novas e adaptações de ferramentas para o cultivo do cacau poderão ser sugeridas.

Ao final, os alunos elaborarão um relatório detalhado com suas soluções, explicando as etapas de desenvolvimento e justificativas baseadas nos princípios físicos discutidos. Diagramas ou esboços das ferramentas sugeridas deverão ser incluídos. O relatório servirá para consolidar o conhecimento e desenvolver habilidades de escrita científica e argumentação técnica.

Os alunos terão a oportunidade de expor de maneira clara e objetiva as etapas de desenvolvimento de suas propostas, os princípios físicos envolvidos e as vantagens de suas soluções. Para facilitar a compreensão, poderão utilizar recursos visuais como slides etc. Haverá um momento dedicado ao *feedback*, entre professor e aluno(s) para fazer perguntas, levantar pontos de discussão e sugerir melhorias ou alternativas às soluções apresentadas. Esse intercâmbio de ideias enriquecerá o conhecimento da turma e contribuirá para o aprimoramento das propostas, preparando os alunos para enfrentar desafios futuros com uma mentalidade mais colaborativa.

Para encerrar, será aplicado um pós-teste avaliativo com o objetivo de comparar os conhecimentos dos alunos antes e depois da sequência didática, verificando o desenvolvimento conceitual e a apropriação dos conteúdos com base em suas vivências locais e nos princípios da ciência aplicada à realidade rural.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, a proposta de SD fundamentada nos princípios de Zabala (2015) e centrada na interação entre CTS representa uma abordagem educacional promissora para o ensino de física no Ensino Fundamental e Médio. Ao utilizar o contexto da agricultura do plantio de cacau, a SD facilita a compreensão dos conceitos físicos, e promove uma conexão mais genuína no conhecimento científico e os desafios reais enfrentados pela sociedade. Além disso, ao incorporar uma metodologia participativa, a SD pode proporcionar aos alunos uma vivência educacional mais enriquecedora e

envolvente, promovendo uma situação de aprendizagem significativa e duradoura. Permitindo que desenvolvam habilidades essenciais, como o pensamento crítico, que os capacita a questionar, analisar e refletir sobre as informações recebidas, e a resolução de problemas, que os prepara para encontrar várias soluções inovadoras e eficientes diante de desafios complexos que são expostos.

Outro aspecto é a ênfase no trabalho colaborativo, onde os alunos aprendem a interagir, compartilhar ideias e desenvolver projetos em conjunto. A habilidade de trabalhar em equipe é cada vez mais valorizada no mundo atual, sendo crucial não apenas no ambiente escolar, mas também em contextos profissionais e sociais. Portanto, a metodologia participativa oferece oportunidades constantes para a prática de cooperação e comunicação, ajudando os alunos a se tornarem mais empáticos, flexíveis e capazes de dialogar com diferentes perspectivas.

AGRADECIMENTOS

Ao Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências e Física (GPECF) e Grupo de Estudo e Pesquisa sobre Uso de Tecnologias da Informação e Comunicação em Educação (GETIC). Este trabalho foi parcialmente apoiado pelo CNPq - Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIKENHEAD, G. S. Collective decision making in the social context of science. **Science education**, v. 69, n. 4, p. 453-75, 1985.

ARAÚJO, M. C.; SANTOS, A. S. EXPLORANDO A CULTURA DO CACAU NA CONTEXTUALIZAÇÃO DAS AULAS DE QUÍMICA EM ESCOLAS DO SUL DA BAHIA. **Revista Ciências & Ideias**, p. e24152412-e24152412, v. 15, 2024.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC**, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 06 mar. 2024.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 19 out. 2024.

BRASIL. **Orientações Curriculares de Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, Secretaria da Educação Básica, 2006.

BRASIL. **Manual de Implementação Currículo de Sustentabilidade do Cacau**. Associação Nacional das Indústrias Processadoras de Cacau (AIPC); CocoaAction Brasil, 2022.

DA PENHA, P. X.; MACIEL, M. D.; COSTA, C. L. S. P. CONTRIBUIÇÕES DO ENFOQUE CTS E A NECESSIDADE DE MUDANÇAS NO PROCESSO DE FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE CIÊNCIAS. In: **VII Seminário de Iniciação Científica IFMG-SABARÁ**. 2018.

DE SOUSA, R. G.; DE BRITO, L. P. Controvérsias em experiências pedagógicas CTS/CTSA na formação inicial de professores de ciências: o que dizem algumas dissertações e teses brasileiras? **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 12, n. 23, p. 85-102, 2015.

SILVA, F. T. MACHADO, V. L. CACAU, PRODUÇÃO E INDÚSTRIA: UMA REVISÃO DE LITERATURA. **Revista Eletrônica Ciência & Tecnologia Futura**, v. 1, n. 2, p. 35-45, 2023.

NÓVOA, A. Nada substitui um bom professor: propostas para uma revolução no campo da formação de professores. **Por uma política nacional de formação de professores. São Paulo: Editora Unesp**, p. 199-210, 2013.

RIBAS, H. O.; GONÇALVES, D. S.; MAZUR, C. E. Benefícios funcionais do cacau (Theobroma cacao) e seus derivados. **Visão Acadêmica**, v.19, p. 67-74, 2018.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Penso Editora, 2015.

CAPÍTULO 8 - A INTEGRAÇÃO DA TEORIA SOCIOINTERACIONISTA DE VYGOTSKY E DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO ESTUDO DE ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

Eduardo José Brandão Gonçalves[1] e Gunar Vingre da Silva Mota[2]

[1]eduardo.goncalves@escola.seduc.pa.gov.br. Mestre, Universidade Federal do Pará.
[2]gunar@ufpa.br. Doutor, Universidade Federal do Pará.

RESUMO
Este trabalho visa aprimorar o ensino de Física, especificamente sobre a associação de resistores, para alunos da 3ª série do ensino médio, utilizando uma abordagem colaborativa e investigativa fundamentada na teoria sociointeracionista de Vygotsky. A pesquisa adotou uma metodologia quantitativa e qualitativa, dividida em três etapas. Na primeira, foram avaliados os conhecimentos prévios dos alunos sobre associações de resistores. Na segunda, os alunos foram organizados em grupos para desenvolver problematizações. Por fim, na terceira etapa, foram realizadas atividades conceituais, como a elaboração de mapas conceituais e desenhos esquemáticos, para avaliar a compreensão adquirida durante o processo. Os resultados mostraram um aumento significativo na compreensão dos conceitos relacionados à associação de resistores. A maioria dos alunos conseguiu aplicar os conhecimentos teóricos em situações práticas, evidenciando uma consolidação efetiva dos conteúdos abordados. Além disso, a metodologia favoreceu o desenvolvimento de habilidades como autonomia e trabalho em equipe. A combinação dessas metodologias demonstrou ser eficazes na promoção de um aprendizado ativo e colaborativo, tornando-os protagonistas de seu processo de aprendizado, desenvolvendo habilidades críticas e reflexivas, essenciais para sua formação.

Palavras-chaves: Resistores; Interacionismo; Sequência Didática; Ensino de Física.

ABSTRACT
This study aims to enhance the teaching of Physics, specifically regarding the association of resistors, for 3rd-year high school students, utilizing a collaborative and investigative approach grounded in Vygotsky's sociointeractionist theory. The research adopted a quantitative and qualitative methodology, divided into three stages. In the first stage, students' prior knowledge about resistor associations was assessed. In the second stage, students were organized into groups to develop problematizations. Finally, in the third stage, conceptual activities were conducted, such as the creation of concept maps and schematic drawings, to evaluate the understanding acquired during the process. The results indicated a significant increase in the comprehension of concepts related to resistor association. Most students were able to apply theoretical knowledge in practical situations, demonstrating an effective consolidation of the content addressed. Furthermore, the methodology fostered the development of skills such as autonomy and teamwork. The combination of these methodologies proved to be effective in promoting active and collaborative learning, making students protagonists of their learning process and developing critical and reflective skills essential for their education.

Keywords: Resistors; Interactionism; Didactic Sequence; Physics Teaching.

INTRODUÇÃO

A resistência elétrica e associação de resistores constituem conceitos fundamentais no ensino de Física, os quais são frequentemente abordados no currículo do ensino médio. No entanto, a compreensão desses conceitos pode ser desafiadora para muitos alunos, exigindo abordagens pedagógicas que facilitem o aprendizado e promovam o engajamento frente aos conceitos apresentados. Buscando uma melhor

participação dos alunos, um desenvolvimento cognitivo e um processo de aprendizagem que ocorra principalmente por meio da interação social, toma-se por base as teorias sociointeracionistas de Vygotsky (1998) que enfatizou que a interação social desempenha um papel central no desenvolvimento cognitivo das crianças.

Através de interações com adultos e pares mais competentes, as crianças são capazes de alcançar um nível de desenvolvimento além do que conseguiriam alcançar sozinhas, uma vez que as unidades de análise não é nem o indivíduo e nem o contexto, mas a interação entre ambos (Moreira, 2021). Para alcançar estas interações, a linguagem desempenha um papel importante nesse processo, permitindo a internalização de conceitos e o desenvolvimento do pensamento. A aprendizagem ocorre através da colaboração e do diálogo com outros indivíduos, desta maneira os alunos constroem conhecimentos e habilidades de forma mais profunda e duradoura (Vygotsky, 1998).

Com base nestas premissas, fazer uso de conceitos-chaves para uma melhor compreensão no processo de ensino-aprendizagem é importante para o desenvolvimento da Teoria Sociointeracionista de Vygotsky (1998). Podemos destacar, que a distância entre o desenvolvimento real (o que o aluno consegue fazer sozinho) e o potencial (o que ele pode fazer com ajuda). Esse conceito é fundamental para entender a aprendizagem em contextos sociais colaborativos (Zona de Desenvolvimento Proximal - ZDP). Fazer uso de um intermediador que facilita a aprendizagem do aluno dentro da ZDP, destacando a importância do educador (Mediações). O Incentivo ao trabalho em grupo, onde os alunos assumem diferentes papéis para resolver problemas e completar tarefas, essencial para o desenvolvimento de habilidades cognitivas avançadas (Aprendizagem Colaborativa). Proporcionar um ambiente seguro e acolhedor que facilita a interação e compartilhamento de ideias entre os alunos, promovendo a mediação e interação social (Comunidade de Aprendizagem). Por fim, proporcionar uma integração de ferramentas, como a linguagem e símbolos no ensino, para facilitar a mediação do conhecimento e a internalização dos conceitos pelos alunos (Uso de Ferramentas Culturais). A luz da teoria sociointeracionista de Vygotsky, os professores podem planejar e mediar um leque de atividades didáticas pedagógicas que podem ser trabalhadas de forma investigativa.

Alinhado com a perspectiva sociointeracionista de Vygotsky, o ensino por investigação enfatiza a importância da curiosidade e da investigação ativa no processo de aprendizagem. Segundo Azevedo (2012), essa abordagem permite que os alunos se aproximem do "fazer ciência" dos verdadeiros cientistas, através da resolução de problemas reais e da formulação de hipóteses. Implementar metodologias investigativas nas aulas de Física pode enriquecer o processo de ensino-aprendizagem, tornando-o mais interativo e significativo para os alunos. Carvalho (2013) sugere quatro abordagens principais: demonstrações investigativas, laboratório aberto, questões abertas e problemas abertos.

A integração do ensino por investigação com a teoria de Vygotsky cria um ambiente educativo onde os alunos não apenas adquirem conhecimento, mas também desenvolvem habilidades críticas e colaborativas, essenciais para a sua formação integral. A teoria sociointeracionista de Vygotsky representa um marco fundamental na compreensão do processo de aprendizagem. Ao reconhecer a importância da interação social e da colaboração na construção do conhecimento, essa teoria abre um leque de possibilidades para a inovação na prática docente em Física. Ao incorporar os princípios da teoria sociointeracionista em suas aulas, os professores podem criar um ambiente de aprendizagem mais eficaz e engajador, onde os alunos se tornam protagonistas do seu próprio processo de aprendizado. Dessa forma, a teoria sociointeracionista contribui para a formação de cidadãos críticos, reflexivos e preparados para os desafios do mundo contemporâneo, capazes de trabalhar em equipe, solucionar problemas e principalmente de se comunicar de forma mais clara e eficaz.

Este trabalho busca apresentar a potencialidade da combinação dessas duas abordagens na aprendizagem de conceitos complexos, como a associação de resistores e resistências elétricas. Ao resolver problemas e conduzir experimentos relacionados a circuitos elétricos, promove-se uma compreensão mais profunda e aplicada, possibilitando o desenvolvimento de habilidades e pensamento crítico, além de aumentar a curiosidade dos alunos sobre os fenômenos físicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada neste trabalho é do tipo quantitativa e qualitativa, a fim de obter uma compreensão mais completa e abrangente do problema de pesquisa, utilizando os pontos fortes de cada abordagem para complementar as fraquezas da

outra. Foram desenvolvidas algumas etapas para propiciar uma melhor interação por parte dos alunos. Na primeira etapa, são avaliados os conhecimentos prévios dos alunos quanto às associações de resistores. Na segunda etapa, os alunos serão divididos em grupos para o desenvolvimento de uma problematização apresentada a eles. Por fim, na terceira etapa, é avaliado os conhecimentos adquiridos durante as etapas anteriores a partir de ilustrações, mapas conceituais e livros de recortes.

O trabalho foi desenvolvido em uma turma da 3ª série do ensino médio em uma escola pública, localizada no município de Igarapé - Miri/PA. As atividades ocorreram ao longo de 6 semanas, durante as aulas de Física, sendo 2 aulas semanais com um tempo de 45 minutos por aula. Para a coleta de dados, diversos recursos pedagógicos foram utilizados com o intuito de avaliar a compreensão dos alunos sobre o tema. Foram apresentados aos alunos três maquetes que representavam alguns cômodos residenciais com, pelo menos, uma lâmpada que pode ser incandescente ou de LED. Na figura 1, as associações de resistores foram apresentadas da seguinte maneira: 1) Maquete de "madeira", as lâmpadas estão associadas em série; 2) na maquete de "pedra", as lâmpadas estão associadas em paralelo; 3) maquete de "tijolos", as lâmpadas estão associadas de forma mista.

Figura 1 – Maquetes para atividade experimental.

Fonte: Dos próprios autores.

Na coleta de dados para a pesquisa foram utilizados os seguintes instrumentos: registro do diário de aula, questionários, atividades experimentais, construção de

materiais didáticos, e teste. As respostas desses questionários, das atividades práticas e do teste serviram para identificar indícios de aprendizagem.

Esta prática colaborativa de metodologias, busca aproximar e torna mais interessante as aulas de ciências física em sala de aula. De acordo com Cardoso (2019), a combinação de atividades experimentais que enfatiza a mediação e a interação social no processo de aprendizagem, de forma a potencializar a construção do conhecimento com o meio social e ferramentas culturais. Santos (2021) desenvolveu sequências didáticas que focam no estudo de circuitos elétricos com o uso de semicondutores e amplificadores operacionais, empregando kits de montagem, enfatizando uma abordagem colaborativa e no ensino por investigação, ao envolver os alunos ativamente na resolução de problemas. Figueiredo (2021) planejou aulas que alternavam entre exposições teóricas, experimentos e simuladores, culminando no uso de um jogo chamado *EletricGame*, criado na plataforma *Scratch*. Fazendo uso de ferramentas simbólicas para estimular a curiosidade e o pensamento crítico dos alunos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a metodologia proposta, aplicadas em sala de aula, observamos que na etapa um, as concepções dos alunos a respeito de seus conhecimentos sobre associação de resistores, teve como base, quatro perguntas e foram avaliadas as concepções e suas resposta ao questionário de perguntas fechadas do tipo dicotômica (Figura 2).

1) Você sabe o que é um circuito elétrico? Em caso positivo, dê uma definição de um circuito elétrico;
2) Você conhece de materiais que compõem um circuito elétrico? Em caso positivo, cite alguns desses materiais;
3) você sabe o que é um circuito elétrico ligado em série? Em caso positivo, estabeleça uma definição.
4) Você sabe o que é um circuito elétrico ligado em paralelo? Em caso positivo, estabeleça uma definição.

As concepções dos alunos a respeito das indagações que foram feitas são categorizadas, a partir de recomendações adaptadas de Saka et al. (2006), identificadas por “concepção correta”, “concepção parcialmente correta”, “concepção parcialmente

alternativa" e "concepção alternativa". O quadro 1 mostra como são categorizadas as concepções das respostas dos alunos. Essas categorias ajudam a identificar o nível de compreensão dos alunos e a orientar futuras intervenções pedagógicas para melhorar o aprendizado.

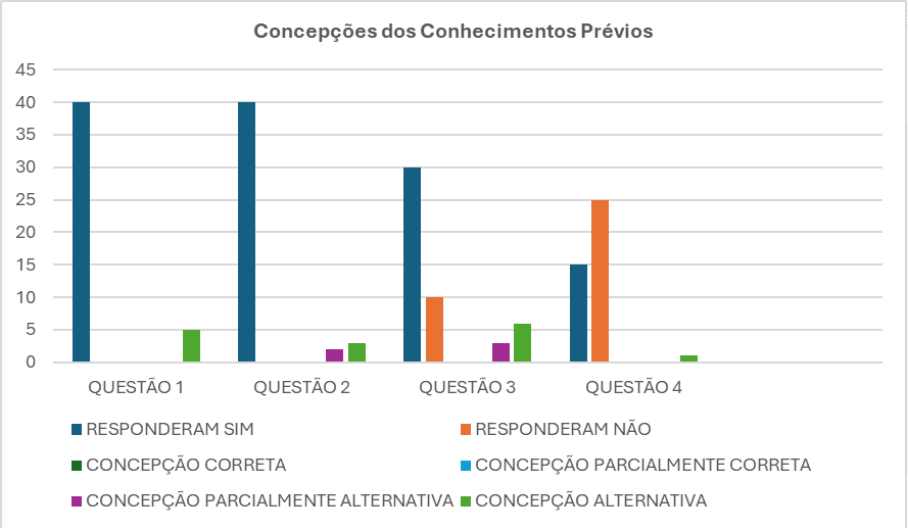
Quadro 1 - Categorização das concepções de acordo com Saka et al. (2006).

CATEGORIA	DEFINIÇÃO
Concepção correta	A resposta apresentada está coerente com o conceito científico.
Concepção parcialmente correta	A resposta está de acordo com o conceito científico, mas está incompleta.
Concepção parcialmente alternativa	A resposta está parcialmente correta, mas apresenta erros.
Concepção alternativa	A resposta foge do conceito científico.

Fonte: Dos próprios autores.

O gráfico 1 apresenta uma confusão ou mal-entendido generalizado sobre o tópico abordado na primeira questão, apesar de uma confiança aparente dos alunos em suas respostas, foram apresentados concepções alternativas para suas respostas. Nas questões subsequentes, notamos uma diminuição no número de respostas afirmativas: 40 para a segunda questão, 30 para a terceira e apenas 15 para a quarta. Este declínio pode ser interpretado como uma perda de confiança ou conhecimento entre os alunos sobre os temas mais complexos ou menos familiarizados abordados nas últimas questões. As concepções alternativas, indicando uma forte presença de conceitos equivocados. Essas categorizações ajudam a identificar áreas específicas onde os alunos têm dificuldades, permitindo que intervenções educacionais sejam mais direcionadas e eficazes.

Gráfico 1 - Avaliação dos conhecimentos prévios dos alunos.



Fonte: Dos próprios autores.

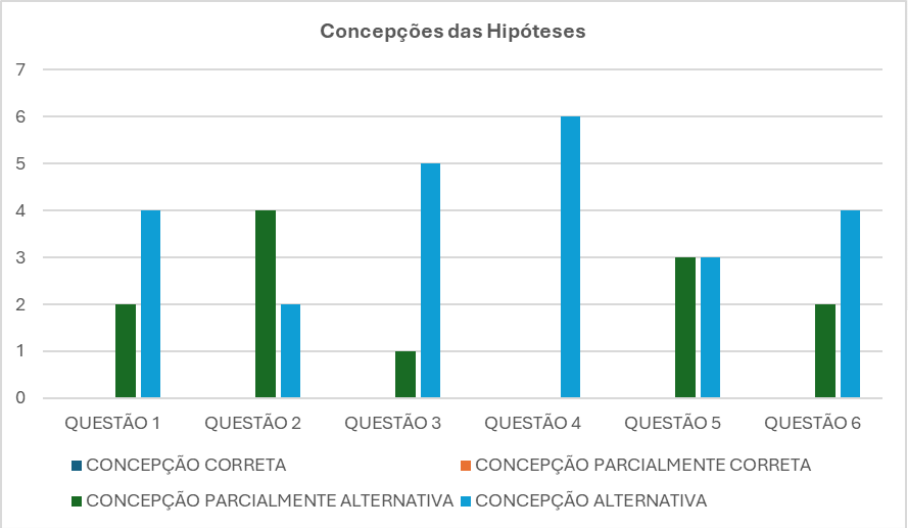
Para a etapa da problematização (segunda etapa), os alunos foram divididos em 06 (seis) grupos de trabalho, cada grupo era composto por 06 (seis) alunos dando um total de 36 alunos participantes, após essa divisão iniciou-se as demonstrações das maquetes, a de "madeira", a de "pedras" e de "tijolos" em sintonia com os problemas apresentados em um questionário (figure 4). Cada questão do questionário deve ser respondida a partir de uma avaliação no comportamento das lâmpadas após a investigação por parte dos alunos com base nas perguntas.

1) Por que o brilho das lâmpadas é diferente em cada casinha, apesar de todas elas terem as mesmas especificações e estar ligada na mesma fonte de alimentação?
2) O que acontece nas maquetes de "madeira", "pedra" e "tijolo" após a retirada de uma lâmpada? Explique o porquê de cada evento.
3) O que acontece se uma das lâmpadas da maquete de "madeira" e de "pedra" forem substituídas por uma lâmpada de maior potência? Justifique sua resposta.

O gráfico 2 uma predominância de concepções alternativas e parcialmente alternativas indica uma falta geral de compreensão ou concepções errôneas sobre

circuitos elétricos, tal predominância sugere que os alunos podem estar retendo concepções errôneas previamente estabelecidas.

Gráfico 2 - Compreensão dos grupos de trabalho sobre circuitos elétricos.

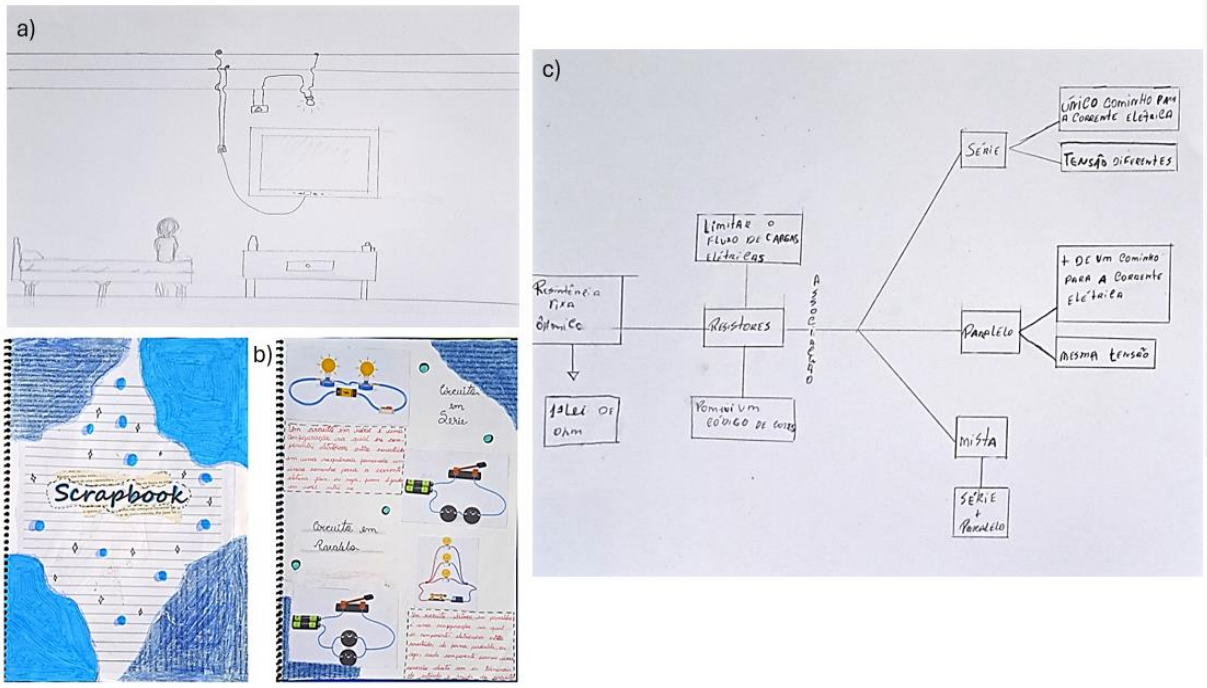


Fonte: Dos próprios autores.

As perguntas que tratam de situações mais complexas (como as perguntas 2 e 3) têm um número maior de respostas categorizadas como “concepção alternativa”. Isso pode indicar que os alunos se confundem mais com conceitos que envolvem múltiplas variáveis. Por outro lado, a falta de respostas corretas em todas as questões sugere uma dificuldade uniforme em todas as áreas abordadas. Esses resultados devem ser usados para revisar e melhorar as estratégias de ensino, a fim de incorporar mais atividades práticas bem como usar modelos e simulações para ajudar a esclarecer como diferentes configurações de circuitos afetam a funcionalidade e a saída de energia.

Na terceira etapa, foram desenvolvidas algumas atividades conceituais, baseadas nos conhecimentos adquiridos durante a pesquisa. Para o desenvolvimento dessas atividades, os grupos de trabalho foram orientados a elaborar mapas conceituais envolvendo alguns dos temas pesquisados como: Corrente Elétrica, Leis de Ohm e Associação de Resistores; um desenho esquemático para demonstrar, de acordo com o entendimento do grupo, um aparelho ligado em um circuito elétrico residencial, bem como a construção de um livro de recortes.

Figura 2 – Exemplos de atividades desenvolvidas em sala, sendo a) um desenho esquemático, b) um livro de recortes e c) mapa conceitual.



Fonte: Dos próprios autores.

Oliveira (2016) afirma que o desenho como método pedagógico-educacional possui grande relevância no cotidiano dos alunos, não sendo apenas uma atividade escolar ou um passatempo. A figura 2a apresenta o desenho esquemático demonstrando um nível considerável de entendimento técnico. A precisão com que os componentes do circuito elétrico residencial foram representados sugere uma forte compreensão teórica das funções e interconexões desses componentes. Segundo Novak (1980), mapas conceituais são diagramas que representam relações entre conceitos e são organizados de forma hierárquica. Neste contexto, a figura 2c apresenta o mapa conceitual criado exemplificando a eficácia dessa ferramenta ao visualizar a complexidade e as inter-relações do tema "Associação de Resistores". Segundo Mosquera apud Hiratomi *et al.* (2011), a educação pela arte tenta o desenvolvimento de sensibilidade, imaginação, criatividade do ser humano. Pode-se observar originalidade e pelo modo como engaja visual e textualmente na exploração do tema apresentado na figura 2b. Porcher (1982) destaca a importância da educação artística no desenvolvimento das crianças e na construção de um ambiente de sala de aula mais enriquecedor. Argumenta que a

educação artística é uma necessidade, e não um luxo, defendendo que as artes desempenham um papel fundamental na formação integral do indivíduo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta apresentada neste trabalho visa tornar o ensino de Física, especificamente o tema Associação de Resistores, mais impactante e relevante para alunos da 3ª série do ensino médio. Fundamentada na teoria da interação social de Vygotsky e no ensino por investigação, a sequência didática desenvolvida permite que os alunos construam conhecimento de forma colaborativa e contextualizada.

Os resultados das atividades propostas em cada etapa no desenvolvimento do trabalho, mostraram-se promissores para se trabalhar outros conteúdos em ciências físicas. Observou-se um aumento na compreensão dos conceitos relacionados à associação de resistores, de forma eficaz em promover um aprendizado mais ativo, efetivo e colaborativo. A maioria dos alunos conseguiu aplicar os conhecimentos teóricos em situações práticas, demonstrando uma consolidação efetiva dos conteúdos abordados. A metodologia permitiu também o desenvolvimento de habilidades como autonomia, protagonismo e trabalho em equipe, essenciais para a formação integral dos estudantes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (polo 37) e ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

CARDOSO, M. A. A combinação de atividades experimentais e a mediação no processo de aprendizagem. **Revista de Educação e Desenvolvimento**, v. 12, n. 2, p. 45-60, 2019.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para Implementação em Sala de Aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

FIGUEIREDO, M. R. Planejamento de aulas com uso de exposições teóricas, experimentos e simuladores: O caso do EletricGame. **Revista de Educação e Tecnologia**, v. 10, n. 3, p. 78-92, 2021.

HIRATOMI, L. T. et al. **Guia do professor *scrapbook*: a arte de decorar álbuns de fotografia**. UNIVESP, 2011. Disponível em: http://acervodigital.unesp.br/handle/123456789/40343. Acessado em: 20 abr. 2024.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

NOVAK, J. D. **Aprender, criar e utilizar o conhecimento**. 1. ed. São Paulo: Editora Plátano-Edições Técnicas, 2000.

OLIVEIRA, M. S. et al. **A importância do desenho na educação infantil: uma atividade dotada de várias significações**. 11 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Pedagogia) –Faculdade de São Luiz de França, 2016. Disponível em: https://portal.fslf.edu.br/wp-content/uploads/2016/12/tcc_02-1.pdf. Acessado em: 20 abr. 2024.

PORCHE, L. **Educação artística: luxo ou necessidade?** São Paulo: Summus, 1982.

SAKA, Y.; SOUZA, R.; MARTINS, L. Identificação e categorização de concepções científicas. **Revista de Pesquisa em Educação**, v. 5, n. 3, p. 22-37, 2006.

SANTOS, J. L. Sequências didáticas para o estudo de circuitos elétricos com semicondutores e amplificadores operacionais. **Revista de Ensino em Ciências e Engenharia**, v. 8, n. 1, p. 34-50, 2021.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

CAPÍTULO 9 - ANÁLISE DE PRINCÍPIOS PERSUASIVOS PARA TECNOLOGIAS PERSUASIVAS APLICADAS À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFÍCIOS ESCOLARES

Ézar Esau Nharreluga[1], Urânio Stefane Mahanjane[2]

[1] enharreluga@up.ac.mz. Doutorando, Universidade Pedagógica de Maputo.
[2] us.mahanja@gmail.com. Doutor, Universidade Pedagógica de Maputo.

RESUMO
O desenvolvimento de tecnologias persuasivas requer a aplicação de corretos princípios persuasivos. Para acções de eficiência energética em edifícios escolares, no contexto de Moçambique, há escassez de informações sobre que princípios persuasivos usar para eficiência energética através da mudança comportamental. Esta pesquisa visa analisar os princípios persuasivos aplicáveis para desenvolvimento de tecnologias persuasivas que promovam eficiência energética nas escolas públicas com base no desenvolvimento de ecoatitudes. Para este estudo, com recurso à observação e ao inquérito dirigido à comunidade escolar, foi feito o levantamento de dados sobre a literacia, motivação em eficiência energética e ações de gestão energética em 2 escolas secundárias da província de Maputo. A análise de dados qualitativos e quantitativos com recurso ao R-Studio 4.2.1, IBM SPSS Statistics 26, IBM Amos 21.0 e MS. Excel, permitiu caracterizar o contexto de persuasão. Em paralelo foram mapeadas as tendências atuais da aplicação e sucesso dos princípios persuasivos em tecnologias persuasivas. Estes resultados foram cruzados com os princípios persuasivos teóricos de Fogg, Schiefelbein, Oinas-kukkonen & Harjumaa para definir os princípios persuasivos no contexto das escolas em estudo. Com este trabalho conclui-se que são aplicáveis ao contexto o auto-monitoramento, a educação, a comparação, a comunicação e o controle como princípios persuasivos.

Palavras-chaves: princípios persuasivos, tecnologias persuasivas, eficiência energética.

ABSTRACT
The development of persuasive technologies requires the application of correct persuasive principles. For energy efficiency actions in school buildings in the context of Mozambique, there is a lack of information on which persuasive principles to use to achieve energy efficiency through behavioral change. This research aims to analyze the applicable persuasive principles for developing persuasive technologies that promote energy efficiency in public schools based on the development of eco-attitudes. For this study, data on literacy, motivation for energy efficiency, and energy management actions were collected from the school community in two secondary schools in Maputo Province, using observation and survey methods. The qualitative and quantitative data analysis, carried out using R-Studio 4.2.1, IBM SPSS Statistics 26, IBM Amos 21.0, and MS Excel, allowed for characterizing the persuasion context. In parallel, current trends in the application and success of persuasive principles in persuasive technologies were mapped. These results were cross-referenced with the theoretical persuasive principles of Fogg, Schiefelbein, Oinas-Kukkonen & Harjumaa to define persuasive principles in the context of the schools under study. This work concludes that self-monitoring, education, comparison, communication and control are applicable as persuasive principles within this context.

Keywords: persuasive principles, persuasive technology, energy efficiency.

INTRODUÇÃO

A eficiência energética em edifícios na África e em Moçambique em particular, enfrenta uma série de desafios, mas também apresenta oportunidades significativas para melhorias. Em muitas regiões, a infraestrutura elétrica é precária, dificultando a implementação de medidas de eficiência energética, especialmente em áreas rurais,

como citado em Salite et al. (2020). Além disso, a conscientização e a capacitação técnica sobre eficiência energética são frequentemente limitadas, resultando em uma falta de priorização dessa questão nos sectores público e privado. O alto custo da energia em relação à renda média das famílias e das empresas também pode ser uma força motriz para a opção em eficiência energética.

A alta procura de energia elétrica, a finidade dos recursos naturais para produção energia elétrica e questões ambientais exigem uma gestão eficiente e práticas de conservação de energia como citado por Emeakaroha *et al.* (2014).

Os níveis de consumo de energia elétrica preocuparam muitos pesquisadores envolvidos na preservação do meio ambiente, economistas, políticos, entre outros. Políticas públicas mais ambiciosas e inovações tecnológicas para eficiência energética são necessárias para satisfazer a demanda de energia elétrica e, ao mesmo tempo, atingir metas ambientais de longo prazo.

De acordo com Lott (2014), maior eficiência energética mitiga as ameaças à segurança energética, reduz as causas das mudanças climáticas e diminui a exposição da economia global e interrupções no fornecimento de combustível fóssil

A eficiência energética é crucial na superação dos desafios enfrentados pelo sistema global de energia elétrica numa altura em que se procura garantir fornecimento de energia elétrica seguro, sustentável e acessível para os cidadãos em todo o mundo. A eficiência energética é imprescindível na superação dos desafios ambientais, económicos e de segurança energética.

Cerca de 40% da energia elétrica consumida na Europa é dos edifícios segundo Meester & Reiter (2014), Ramalho & Martins (2019). Os edifícios públicos escolares de Maputo e numa visão global, são significativamente foco de desperdício da energia elétrica, de acordo com Nharreluga e Mahanjane (2017). No estudo de caso realizado por estes pesquisadores em duas escolas públicas de Moçambique mostra que entre 20% e 40% da energia elétrica é utilizada acima da estimativa obtida na auditoria energética devido à não observância de práticas de eficiência energética

Há várias medidas que podem ser implementadas para minimizar o consumo de energia elétrica em edifícios públicos. Algumas apontam para a consideração da eficiência energética pela arquitetura dos edifícios assim como pelo material usado para

permitir melhor isolamento térmico, reduzindo a necessidade de aquecimento e resfriamento, permitir o máximo aproveitamento da luz solar para iluminação interna.

Outras medidas para a eficiência energética em edifícios é o uso de sensores (de presença e de luminosidade) para e automações, uso de equipamentos com consumo reduzido de energia elétrica e implementação de sistemas de monitoramento de energia elétrica de modo a identificar padrões de consumo e áreas de desperdício, facilitando a implementação de medidas corretivas.

Junto às medidas referidas anteriormente, o a educação e mudança de hábitos dos usuários joga um papel preponderante. Educação e conscientização dos usuários sobre práticas de economia de energia e o uso de tecnologias eficientes contribui para reduzir o desperdício e aproveitar ao máximo os recursos disponíveis.

Deste modo, para Midden *et al.* (2008), é necessário considerar a eficiência e a conservação de energia elétrica não apenas como resultado de sistemas tecnológicos, mas também como resultado de múltiplas interações entre esses sistemas e usuários humanos. Para questões de mudança comportamental de usuários pode se recorrer à tecnologias persuasivas.

Schiefelbein (2019) afirma que há uma distância grande entre o usuário ter consciência do que deve ser feito e a tal execução. Ter consciência do que deve ser feito não implica diretamente que o indivíduo executará a ação. Geralmente para uma ação ser desencadeada, é necessário um incentivo instantâneo que funcione como gatilho que ative o início da acção necessária. Neste desiderato, são desenvolvidas tecnologias persuasivas.

Tecnologia Persuasiva (TP) é qualquer tecnologia de informação interativa, por exemplo software computadorizado, projetado para mudar ou influenciar a mudança de atitude ou o comportamento dos usuários sem usar coerção ou engano, segundo Oinas-Kukkonen & Harjumaa (2008) e Fogg (2009). Eles fazem uso da Internet, telemóvel e outras tecnologias ambientais para interação persuasiva e para alcançar usuários facilmente.

As Tecnologias Persuasivas (TP) podem assumir três funções para persuadir o usuário, nomeadamente: elas podem funcionar como ferramentas, como Mídias ou como atores, designadas por tríade funcional. Fogg (2003) presenta um quadro de

dezasseis princípios persuasivos e agrupados a cada elemento da tríade, conforme a tabela 1.

Tabela 1 - Princípios persuasivos presentes na tríade funcional

Ferramenta	Mídia	Ator Social
• Redução • Tunelamento • Adaptação • Sugestão • Automonitoramento • Vigilância • Condicionamento	• Causa e efeito • Ensaio Virtual • Recompensa Virtual • Simulação do mundo real	• Elogio • Atratividade • Semelhança • Reciprocidade • Autoridade

Fonte: Fogg (2003), Schiefelbein (2019)

É necessário que haja uma descrição clara das características e requisitos de sistemas. Oinas-Kukkonen & Harjumaa (2009) baseando-se nos princípios de design de sistemas persuasivos de Fogg (2003) propõem vinte e oito princípios divididos em quatro categorias: suporte a tarefa primária, suporte ao diálogo, suporte a credibilidade e suporte social.

No quadro 1, são apresentados os princípios persuasivos descritos por Oinas-Kukkonen & Harjumaa. No mesmo quadro estão assinaladas com um asterisco (*) os princípios que também foram considerados por Fogg.

Quadro 1 - Princípios persuasivos descritos no design de sistemas persuasivos

Tarefa primária	Suporte ao diálogo	Suporte a credibilidade	Suporte a Aprendizagem
Redução*	Elogio*	Confiabilidade	Aprendizagem social
Tunelamento*	Recompensas*	Conhecimento	Comparação social
Adaptação*	Lembretes	Credibilidade	Influência normativa
Personalização	Sugestões*	Sensação do* mundo-real	Facilitador social
Auto-monitoramento*	Similaridades*	Autoridade*	Cooperação

Simulação*	Aparência/Simpatia *	Garantia	Concorrência
Ensaio*	Papel Social	Verificabilidade	Reconhecimento

Fonte: Oinas-kukkonen & Harjumaa (2009) e Schiefelbein (2019)

Mesmo com estes princípios persuasivos descritos, na tendência atual de aplicação de tecnologias persuasivas para eficiência energética em edifícios, nota-se a escassez de informações sobre que princípios persuasivos usar para eficiência energética através da mudança comportamental. A partir de estudo de caso, esta pesquisa visa analisar os princípios persuasivos aplicáveis para desenvolvimento de tecnologias persuasivas que promovam eficiência energética nas escolas públicas de Maputo.

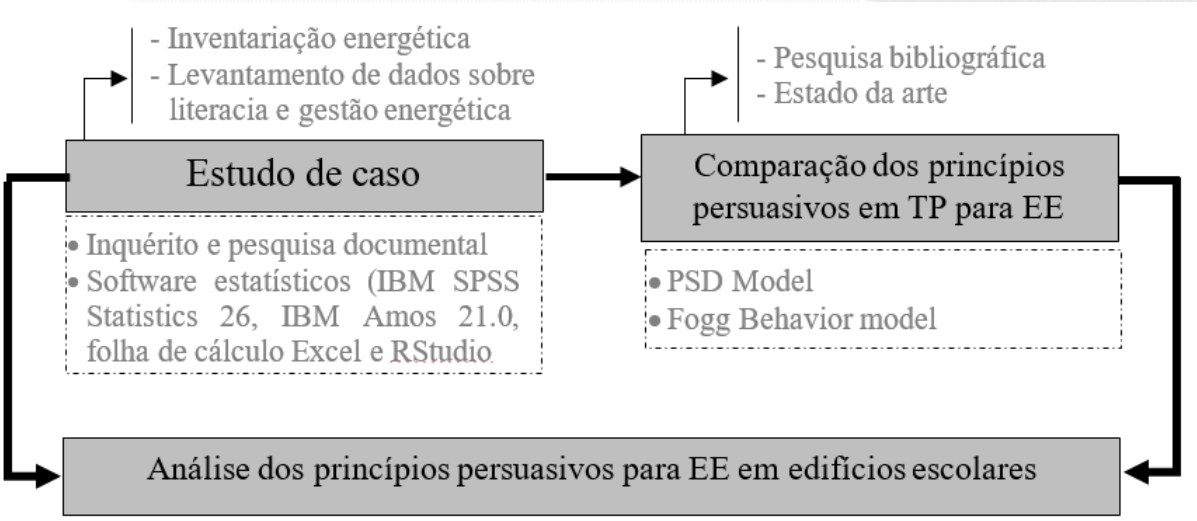
MATERIAIS E MÉTODOS

A análise de princípios persuasivos para tecnologias persuasivas aplicadas à eficiência energética em edifícios escolares foi feita tomando em consideração o estudo bibliográfico das tendências atuais da aplicação e sucesso dos princípios persuasivos em tecnologias persuasivas assim como um estudo de caso numa escola secundária, em Maputo.

Para o mapeamento das tendências atuais da aplicação e sucesso dos princípios persuasivos em tecnologias persuasivas foi tomada como base no quadro 2 de princípios persuasivos descritos no design de sistemas persuasivos.

Por outro lado, o estudo de caso visou a coleta de dados sobre literacia, motivação, comportamento e gestão para eficiência energética na escola. Desta forma, foram preparados inquéritos para alunos, professores e gestores. Os resultados do inquérito foram analisados usando o software estatístico IBM SPSS Statistics 26, IBM Amos 21.0 e a folha de cálculo Excel do Microsoft Office 2016, segundo o diagrama abaixo.

Figura 1 - Diagrama de fases da pesquisa



Fonte: Dos próprios autores

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo de caso revelou que os alunos têm literacia em eficiência energética, o que significa que deve se aumentar a motivação e os gatilhos nos princípios persuasivos; frequentemente computadores, lâmpadas internas e externas são ligadas desnecessariamente durante o dia e uso desmedido de chaleira elétrica e microondas. Este facto chama à criação de mecanismos de elevação de literacia sobre o uso destes equipamentos assim como a sua monitoria. Verificou-se também que a gestão energética escolar tem maior impacto na eficiência energética que a literacia e motivação dos alunos, sendo necessária a criação de mecanismos de gestão.

As escolas não dispõem de mecanismos de monitoramento do consumo energético. Desta forma deve se criar um sistema de monitoramento dos consumos quer sejam diários, semanais, mensais e/ou anuais, assim como o consumo por categoria ou equipamento;

As TP devem influenciar aos gestores para que possam escolher equipamentos com selo de eficiência energética, isto é energeticamente eficiente. A iluminação e equipamentos informáticos são o foco de maior consumo energético, o que chama intervenção acentuada para estas categorias de equipamentos.

As tecnologias persuasivas ora modeladas devem focar também na mudança de paradigma dos gestores para "consumidores verdes" que optam por adquirir equipamentos elétricos com selos de eficiência energética.

O mapeamento das tendências atuais da aplicação e sucesso dos princípios persuasivos em tecnologias persuasivas (quadro 2) revela menos utilização das metas na intervenção motivacional e de recompensa na intervenção de apoio. É notável a orientação das tecnologias persuasivas na aplicação de conselho, auto-monitoramento, comunicação e controle como princípios persuasivos.

Quadro 2 – Resultados de mapeamento dos princípios persuasivos para eficiência energética em edifícios escolares

Estratégia de persuasão	**Lista de artigos**	**Número total de artigos**
Intervenção instrucional		
Educação	Bang et al. (2006), Molinari; Zonta (2017)	2
Conselho	Casado-Mansilla et al. (2018), Casado-Mansilla et al. (2020), Agha-Hossein et al. (2015)	3
Auto-monitoramento	Sugarman; Lank (2015), Daniel et al. (2016), Casado-Mansilla et al. (2018), López-De-Armentia et al. (2012), Fabi et al. (2017)	5
Intervenção motivacional		
Metas		0
Comparação	Daniel et al. (2016), Molinari; Zonta (2017)	2
Engajamento	Daniel et al. (2016)	1
Intervenção de apoio		
Comunicação	Casado-Mansilla et al. (2018), López-De-Armentia et al. (2012), Casado-Mansilla et al. (2020), Maan et al. (2011), Agha-Hossein et al. (2015), Lu et al. (2014)	6
Controle	Sugarman; Lank (2015), Daniel et al. (2016), Fabi et al. (2017), Maan et al. (2011), Irizar-Arrieta et al. (2020)	5
Recompensa		0

Fonte: Dos próprios autores

Os resultados indicam que a comunicação (6 artigos) e auto-monitoramento (5 artigos) são as estratégias mais discutidas, indicando a importância da informação e da capacidade de monitorar comportamentos energéticos. As metas e recompensas não

foram abordadas, sugerindo oportunidades para futuras pesquisas sobre o impacto de incentivos e objetivos claros na eficiência energética.

Esse mapeamento fornece uma base relevante para desenvolver programas mais eficazes em eficiência energética, guiados por princípios de tecnologia persuasiva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O auto-monitoramento, comunicação e controle são princípios persuasivos amplamente aplicados no desenvolvimento de tecnologias persuasivas para eficiência energética em edifícios. Este facto prende-se na concepção de que o primeiro requisito necessário para eficiência energética é o acesso à informação, conforme os resultados do estudo de caso e da pesquisa bibliográfica. Embora a tendência atual de tecnologias persuasivas para eficiência energética em edifícios aponte para menos utilização das metas, comparação e recompensas, o estudo de caso indica que estes são potenciais para aplicação.

A intervenção instrucional, e de apoio são amplamente usadas comparativamente com a intervenção motivacional. Isto mostra que os usuários de energia elétrica têm motivação suficiente que não precisa tanto de ser reforçada. Para o sucesso de tecnologias persuasivas para eficiência energética em edifícios todas os princípios persuasivos precisam de ser adequados à realidade de aplicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGHA-HOSSEIN, M. M.; TETLOW, R. M.; HADI, M. Providing persuasive feedback through interactive posters to motivate energy-saving behaviours. **Intelligent Buildings International**, v. 7, n. 1, p. 16–35, 2015.

BANG, M.; TORSTENSSON, C.; KATZEFF, C. The powerhouse: A persuasive computer game designed to raise awareness of domestic energy consumption. **Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)**, v. 3962 LNCS, p. 123–132, 2006.

CASADO-MANSILLA, D.; IRIZAR-ARRIETA, A.; SOLABARRIETA-ROMAN, M.; et al. Lasting and Spillover Effects of Ambient Eco-Feedback in the Office-based

Workplace. **2020 5th International Conference on Smart and Sustainable Technologies, SpliTech 2020**, 2020.

CASADO-MANSILLA, DI.; MOSCHOS, I.; KAMARA-ESTEBAN, O.; et al. A Human-Centric Context-Aware IoT Framework for Enhancing Energy Efficiency in Buildings of Public Use. **IEEE Access**, v. 6, p. 31444–31456, 2018.

DANIEL, M.; RIVIERE, G.; COUTURE, N.; KRECKELBERGH, S. Une Analyse des Systèmes Interactifs et Persuasifs pour la Ma{\^\i}trise de l{\textquoteright}Énergie. **Actes De La 28IÈMe ConfÉRence Francophone Sur L'Interaction Homme-Machine**, p. 197–210, 2016.

DENNER, V. VISUALISING the " HIDDEN " FUEL of ENERGY EFFICIENCY. **The Journal of the International Energy Agency**, , n. 4, 2013.

EMEAKAROHA, A.; SIANG, C.; YAN, Y.; HOPTHROW, T. A persuasive feedback support system for energy conservation and carbon emission reduction in campus residential buildings. **Energy & Buildings**, v. 82, p. 719–732, 2014.

FABI, V.; SPIGLIANTINI, G.; CORGNATI, S. P. Insights on Smart Home Concept and Occupants' Interaction with Building Controls. **Energy Procedia**, v. 111, n. September 2016, p. 759–769, 2017.

FOGG, B. A behavior model for persuasive design. **Proceedings of the 4th International Conference on Persuasive Technology - Persuasive '09**, p. 1, 2009.

IRIZAR-ARRIETA, A.; CASADO-MANSILLA, D.; GARAIZAR, P.; LÓPEZ-DE-IPIÑA, D.; RETEGI, A. User perspectives in the design of interactive everyday objects for sustainable behaviour. **International Journal of Human Computer Studies**, v. 137, n. December 2019, p. 102393, 2020.

LÓPEZ-DE-ARMENTIA, J.; CASADO-MANSILLA, D.; LÓPEZ-DE-IPIÑA, D.

Fighting against vampire appliances through eco-aware things. **Proceedings - 6th International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing, IMIS 2012**, p. 868–873, 2012.

LU, S.; HAM, J.; MIDDEN, C. J. H. Using ambient lighting in persuasive communication: The role of pre-existing color associations. **Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)**, v. 8462 LNCS, p. 167–178, 2014.

MAAN, S.; MERKUS, B.; HAM, J.; MIDDEN, C. Making it not too obvious: The effect of ambient light feedback on space heating energy consumption. **Energy Efficiency**, v. 4, n. 2, p. 175–183, 2011.

MEESTER, T. DE; REITER, S. An online interactive tool to assess energy consumption in residential buildings and for daily mobility. **Energy and Buildings**, v. 78, p. 50–58, 2014.

MIDDEN, C.; MCCALLEY, T.; HAM, J.; ZAALBERG, R. Using persuasive technology to encourage sustainable behavior. **Workshop paper at 6th International Conference on Pervasive Computing**, , n. 1, p. 83–86, 2008.

MOLINARI, F.; ZONTA, A. Putting serious games in context: The energy efficiency of buildings case. **Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)**, v. 10622 LNCS, p. 308–312, 2017.

NHARRELUGA, E. E.; MAHANJANE, U. S. Energy efficiency evaluation system of an educational institution : A tool to promote the efficient use of electric energy. **Dialogue on Sustainability and Environmental Management.Conference Proceedings fo International Conference**, , n. Shaker Verlag, p. 137–143, 2017.

OINAS-KUKKONEN, H.; HARJUMAA, M. A Systematic Framework for Designing

and Evaluating Persuasive Systems. In: H. Oinas-Kukkonen; P. Hasle; M. Harjumaa; K. Segerståhl; P. Øhrstrøm (Orgs.); Persuasive Technology. **Anais...** . p.164–176, 2008.

OINAS-KUKKONEN, H.; HARJUMAA, M. Persuasive Systems Design : Key Issues , Process Model , and System Features. **Communications of the Association for Information Systems Volume**, v. 24, n. 1, 2009.

RAMALHO, J. C. M.; MARTINS, N. A. D. Avaliação energética de um edifício de serviços: Escola Superior Aveiro Norte, Portugal. **Ambiente Construído**, v. 19, n. 4, p. 335–348, 2019.

SALITE, D. L.; COTTON, M. D.; KIRSHNER, J. D. Acesso à eletricidade e sustentabilidade social em Moçambique. **Energy and Economic Growth**, , n. Energy Insight, 2020.

SCHIEFELBEIN, U. H. Definição de um framework para projeto persuasivo aplicado a sustentabilidade. **Universidade Federal De Santa Maria**. 2019

SUGARMAN, V.; LANK, E. Designing persuasive technology to manage peak electricity demand in Ontario homes. **Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings**, v. 2015-April, p. 1975–1984, 2015.

ISBN 978-658319919-5

thesis editora científica