

EXPERIMENTO DE YOUNG: UMA ANÁLISE ATRAVÉS DO GANHO DE HAKE

YOUNG'S EXPERIMENT: AN ANALYSIS THROUGH HAKE GAIN

EL EXPERIMENTO DE YOUNG: UN ANÁLISIS A TRAVÉS DE LA GANANCIA DE HAKE

Ana Clara Souza Araújo*  

Davy Mororó Ximenes**  

Mairton Cavalcante Romeu***  

RESUMO

A pesquisa aqui apresentada refere-se a uma aplicação do experimento de Fenda Dupla através da Experimentação e do método tradicional de ensino, com o propósito de investigar se o uso de experimentos é capaz de oferecer contributos ao ensino de um conteúdo considerado de difícil compreensão, em comparação ao método tradicional de ensino. É uma pesquisa aplicada, de cunho quali-quantitativa, e o procedimento técnico é o experimental. Para a análise e a comparação dos dados quantitativos, foi utilizado o ganho de Hake, e, para os dados qualitativos oriundos das perguntas subjetivas, utilizou-se análise de texto fundamentada em pesquisadores da área. À vista disso, os resultados mostram que, ao se utilizar a Experimentação, o ganho de aprendizagem é maior, se comparado ao método tradicional de ensino. Acredita-se na importância desta pesquisa por proporcionar subsídios para novas aplicações, pois, além de fornecer uma aprendizagem significativa, o aluno poderá compreender conteúdos relacionados a tecnologias atuais.

Palavras-chave: Experimento de Young. Experimentação. Física Moderna

ABSTRACT

The research presented here refers to an application of the Double Slit experiment through Experimentation and the traditional teaching method, with the purpose of investigating whether the use of experiments is capable of bringing more contributions to the teaching of a content considered to be of difficult to understand, compared to the traditional teaching method. It is applied research, of a quali-quantitative nature and the technical procedure is experimental. For the analysis and comparison of quantitative data, Hake's gain was used, and for qualitative data from subjective questions, text analysis based on researchers in the area was used. In view of this, the results show that when using

* Doutoranda em Ensino pela Rede Nordeste de Ensino - RENOEN do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE. Mestra em Ensino de Ciências e Matemática (PGECM/IFCE). Endereço para correspondência: Av. Treze de Maio, nº 2081, Benfica, Fortaleza, Ceará, Brasil, CEP: 60040-531. E-mail: ana.clara.souza06@aluno.ifce.edu.br.

** Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (PGECM/IFCE). Especialista em Ensino de Física (FUNIP). Endereço para correspondência: Av. Treze de Maio, nº 2081, Benfica, Fortaleza, Ceará, Brasil, CEP: 60040-531. E-mail: davy.mororo02@aluno.ifce.edu.br.

*** Doutor em Física e em Engenharia de Telecomunicações pela Universidade Federal do Ceará -UFC. Professor titular do Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática –PGECM e do Doutorado da Rede Nordeste de Ensino –RENOEN. Endereço para correspondência: Av. Treze de Maio, nº 2081, Benfica, Fortaleza, Brasil, CEP: 60040-531. E-mail: mairtoncavalcante@ifce.edu.br.

Experimentation, the learning gain is greater when compared to the traditional teaching method. Thus, the importance of this research is believed to provide support for new applications, as in addition to providing meaningful learning, the student will be able to understand content related to current technologies.

Keywords: Young experiment. Experimentation. Modern Physics.

RESUMEN

La investigación que aquí se presenta hace referencia a una aplicación del experimento de la Doble Rendija a través de la Experimentación y el método de enseñanza tradicional, con el propósito de investigar si el uso de experimentos es capaz de traer aportes adicionales a la enseñanza de contenidos considerados de difícil comprensión. en comparación con el método de enseñanza tradicional. Es una investigación aplicada, de carácter cualitativo y cuantitativo y el procedimiento técnico es experimental. Para el análisis y comparación de datos cuantitativos se utilizó la ganancia de Hake, y para datos cualitativos surgidos de preguntas subjetivas se utilizó análisis de texto basado en investigadores del área. Ante esto, los resultados muestran que al utilizar la Experimentación la ganancia de aprendizaje es mayor, en comparación con el método de enseñanza tradicional. Por ello, creemos en la importancia de esta investigación ya que brinda soporte a nuevas aplicaciones, ya que además de brindar un aprendizaje significativo, el estudiante podrá comprender contenidos relacionados con las tecnologías actuales.

Palabras clave: El experimento de Young. Experimentación. Física moderna.

1 INTRODUÇÃO

O experimento de Fenda Dupla ou experimento de Young é essencial para determinar a natureza quântica na Física de Partículas. Porém é desafiador encontrar, na atualidade, trabalhos voltados para esse conteúdo no ensino básico, e isso se deve ao tabu que circunda a Física Moderna, em especial a Mecânica Quântica (Santos *et al.*, 2020).

Segundo Azevedo (2019), as disciplinas científicas para o ensino médio, como a Física, têm omitido muitos desenvolvimentos realizados durante o século XX e tratam de maneira enciclopédica e dedutiva os conteúdos tradicionais. Como concebido por Hoerning, Massoni e Hadjimichef (2021), o ensino de Física deve oferecer um aprendizado que promova uma cultura científica aos alunos, de modo que consigam compreender as novas tecnologias e as evoluções que ocorrem em sociedade.

De acordo com Moreira (2018), os conteúdos curriculares não vão além da Física Clássica, por meio do método tradicional de ensino, totalmente centrado no professor e na educação bancária, proposta por Freire (2007). Esse tipo de ensino, ao invés de o aluno ter predisposição ao ensino de Física, no caso de uma aprendizagem significativa, gera indisposição, reafirmando o tabu de o ensino de Física ser “difícil” e “complicado”.

A partir desse contexto, Moreira (2012) discute que é necessário romper com o ensino tradicional pelo fato de não promover motivação aos alunos: “mostrando a importância de adotarem metodologias que possibilitem o acesso de conhecimentos sobre o mundo e a prática da cultura digital, uma vez que possuem relevância em vários aspectos do cotidiano de forma significativa” (Araújo *et al.*, 2023, p. 4).

Em vista disso, existem muitas formas de o professor trabalhar a aprendizagem significativa, proposta por Ausubel (1978), como, por exemplo, os métodos ativos, os objetos de aprendizagem, as tecnologias educacionais e a experimentação. No que tange a esta última, Moreira (2021) discute que o uso de experimentos no ensino de Física é essencial para que haja uma compreensão completa de fenômenos e conceitos, tendo em vista que apenas a teoria não é suficiente. No ensino de Física, a experimentação é a melhor maneira de consolidar um conhecimento teórico, tendo em vista que é uma área abastada de experimentos, dos mais complexos aos mais simples.

Corroborando esta ideia, Silva e Mercado (2019) esclarecem que as práticas experimentais exploram competências e habilidades exigidas do “aluno cientista”, pois quase sempre buscam solucionar uma problematização, seguindo pela montagem de um aparato experimental, pela coleta e análise dos dados. Nessa perspectiva, Moreira *et al.* (2018) discutem que o uso da experimentação é:

importante na escola para apropriação, consolidação e aprimoramento dos conceitos científicos. É necessário propiciar que a atividade do aluno valorize a criatividade que por vezes transpassa o próprio fazer científico. E ao mesmo tempo fomentar desafios cognitivos, se afastando da ideia de produção de verdades absolutas e inquestionáveis, que traduzem uma visão de ciência neutra (Moreira *et al.*, 2018, p. 726).

A autores como Guimarães *et al.* (2013), Damasceno Júnior e Cavalcante (2021), Ximenes *et al.* (2022) e Araújo *et al.* (2023) têm realizado esforços na pesquisa relacionada à experimentação no ensino de Física, revelando a importância do uso de experimentos para o desenvolvimento intelectual do aluno.

Destaca-se que essa pesquisa é importante por fornecer subsídios a professores de Física, para futuras aplicações em sala de aula do conteúdo relacionado ao Experimento da Fenda Dupla e de outros conteúdos de Física Moderna. Além disso, a falta do uso de experimentação no ensino de Física poderá acarretar lacunas na construção do conhecimento do aluno.

Levando em consideração a importância do experimento de Fenda Dupla para a compreensão de conceitos relacionados à Mecânica Quântica e o impacto do uso da experimentação no desenvolvimento cognitivo do discente, como proposto por Piaget (1978), realizou-se a aplicação do experimento de Young em duas turmas do ensino médio, em uma escola da cidade de Acaraú, estado do Ceará.

Na turma denominada de Grupo Controle, o experimento foi apresentado mediante método tradicional de ensino, através de aula expositiva, utilizando *slide*, quadro e pincel. Já no Grupo Experimental, o experimento foi construído de modo que os alunos vissem os conceitos na prática.

Isto posto, o objetivo deste trabalho é compreender se o uso da experimentação é capaz de promover contributos mais eficientes para o ensino de Mecânica Quântica, em comparação com o método tradicional de ensino.

No que diz respeito a sua estrutura, este escrito está dividido em quatro sessões. Na primeira, referente à fundamentação teórica, é discutida a presença da Física Moderna dentro da Base Nacional Comum Curricular; além disso, busca-se relacionar a Experimentação à Aprendizagem Significativa, pois existem possibilidades de a Experimentação não propiciar uma aprendizagem significativa, que não é o caso deste trabalho; ainda são abordadas as possibilidades e os desafios encontrados com o experimento de Fenda Dupla. Na segunda sessão, é discutido todo o processo metodológico utilizado para a aplicação da pesquisa realizada, dando ênfase ao tipo de pesquisa, os instrumentos de coleta de dados e a sequência utilizada na aplicação. Na terceira sessão, discutem-se os resultados obtidos através da ferramenta do Ganho de Hake. Na última sessão, são realizadas algumas considerações finais.

2 A FÍSICA MODERNA E A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

Como concebido por Oliveira (2017), o ensino de Física Moderna permite a criação e o desenvolvimento de novos produtos e tecnologias, auxilia na investigação de fenômenos ainda considerados mistérios para a ciência, assim como pode auxiliar no desenvolvimento de novas fontes energéticas. Além disso, promove o letramento científico, pois influencia na capacidade do aluno de empregar o conhecimento científico para identificar questões, explicar fenômenos científicos, fazer conclusões baseadas em evidências sobre questões científicas e, por consequente, adquirir novos conhecimentos.

De acordo com Franco e Munford (2018), a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2018) está situada em um contexto abrangente de políticas educacionais, de discussões sobre o que deve ser ensinado na educação básica. Ao se estudar essa questão, depara-se com a uma questão curricular, pois, apesar de a BNCC ser o documento normatizador e a base para toda a educação brasileira, são os currículos, de forma individual, que se moldam à realidade de cada lugar.

No que concerne ao ensino de ciências e suas tecnologias, a BNCC informa que são muitos os exemplos da presença da Ciência e Tecnologia e suas influências no modo de vida da sociedade, sendo assim imprescindível o aprendizado de conceitos e de conteúdos que promovam a inserção do discente em uma cultura tecnológica e atualizada. Nessa perspectiva, de acordo com Brasil (2018, p. 548):

Na área de Ciências da Natureza, os conhecimentos conceituais são sistematizados em leis, teorias e modelos. A elaboração, a interpretação e a aplicação de modelos explicativos para fenômenos naturais e sistemas tecnológicos são aspectos fundamentais do fazer científico, bem como a identificação de regularidades, invariantes e transformações. Portanto, no Ensino Médio, o desenvolvimento do pensamento científico envolve aprendizagens específicas, com vistas a sua aplicação em contextos diversos (Brasil, 2018, p. 548).

Percebe-se que, no que tange à Física, à Química e à Biologia, os conhecimentos que devem ser construídos precisam estar atualizados, de modo que o aluno consiga assimilar a reflexão entre teoria e prática, transpondo tais conhecimentos para a sua realidade. Mas na prática não é assim que funciona (Franco; Munford, 2018).

No contexto do ensino de Física, de acordo com Moreira (2021), a maioria dos conteúdos presentes nos currículos escolares se restringe à Física Clássica e a informações mais básicas, relativas à Física Newtoniana. Conhecimentos acerca da Física Moderna, que envolvem assuntos como Cosmologia e Mecânica Quântica, são quase ou totalmente desconhecidos.

Compreendendo que a maioria das tecnologias utilizadas na atualidade foram criadas com base em conhecimentos de Física Moderna e que estes não são ensinados no ensino básico, levanta-se a questão: de que forma a escola está realmente preparando o aluno para a realidade. Ciente disso, Marcondes (2018) faz críticas à BNCC por promover uma falsa correlação ao que “se aprende” e “como se aprende”.

Como concebido por Arruda (2022), o ensino de Física, dentro da BNCC, aborda duas unidades temáticas: Matéria e Energia e Vida, Terra e Cosmos. Na primeira, o foco está nas interações entre matéria e energia, como o nome sugere, dando destaque para o uso de

modelos mais abstratos (sem mencionar quais) que permitem compreender melhor fenômenos que envolvem conhecimentos das componentes curriculares dessa área. Na segunda unidade, a proposta volta-se à complexidade do surgimento da vida, principalmente da vida humana, na Terra, de modo que os estudantes necessitam de modelos mais avançados para analisarem processos como reações nucleares, surgimento de estrelas, formação de matéria, entre outros assuntos relacionados à interação entre a existência do homem e o ambiente em que vive (Brasil, 2018).

Por meio de temas generalistas, a BNCC desenvolveu competências específicas e habilidades, explicitando a limitação do documento normatizador e deixando a cargo dos currículos a escolha dos conteúdos “mais adequados.” Nesse contexto, conteúdos ganham mais ênfase em detrimento de outros, gerando lacunas na construção do conhecimento do sujeito aprendente (Araújo *et al.*, 2023).

Como discutido por Branco (2018), a Física Clássica ocupa um maior espaço nos currículos escolares, apesar de ser a Física Moderna a responsável pelo funcionamento de tecnologias que auxiliam no cotidiano. Essa priorização se dá por diversos motivos, como o nível de complexidade dos assuntos, a exigência de maiores conhecimentos matemáticos e a abstração de alguns conceitos. Mas é importante salientar que o uso de métodos ativos e de materiais didáticos significativos pode ajudar na compreensão dos conhecimentos de Física Moderna (Moreira, 2021).

3 EXPERIMENTAÇÃO E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UM DIÁLOGO NECESSÁRIO

Segundo Santos, Ribeiro e Souza (2018), ensinar Física sob a perspectiva da educação básica é criar possibilidades que auxiliem na compreensão do conteúdo e na construção do conhecimento científico, estreitando as relações entre ambos, considerando suas implicações na sociedade. Depreende-se, então, que é preciso se utilizarem métodos educacionais que possibilitem ao aluno desenvolver sua capacidade crítica, criativa e investigativa, proposta da BNCC, que objetiva o desenvolvimento do pensamento crítico, científico e criativo (Brasil, 2018). A pertinência do ensino de um fenômeno físico a partir de uma abordagem científica, em uma prática de ensino experimental ou por meio de atividades relacionadas que simulem o fenômeno em questão, tem uma maior significância para a aprendizagem do que a partir de atividades mecânicas.

Nesse contexto, surge a aprendizagem significativa, sugerindo que o armazenamento de dados na estrutura cognitiva humana é extremamente organizado, ao se formar uma hierarquia conceitual, pois elementos mais específicos estão conectados e assimilados a conceitos e a proposições gerais, e essa organização decorre, em parte, da interação que caracteriza a aprendizagem significativa, modificando, assim, a estrutura cognitiva do indivíduo (Moreira, 2006).

Moreira (2012) define a aprendizagem significativa como a interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, isto é, novos conhecimentos só são relevantes para o discente quando existe uma relação entre o conhecimento adquirido no seu cotidiano, em sua estrutura cognitiva, e o conhecimento em assimilação. Assim, o conhecimento subjacente na estrutura cognitiva do indivíduo pode ser considerado um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem, definida como subsunçor ou ideia-âncora.

Como discutido por Lourenço, Alves e Silva (2021, p. 35041),

a interação entre a estrutura cognitiva prévia do aluno e o conteúdo de aprendizagem [...] traduz-se em um processo de modificação mútua tanto da estrutura cognitiva inicial como do conteúdo que é preciso aprender, constituindo o núcleo da aprendizagem significativa, o que é crucial para entender as propriedades e a potencialidade [no ensino] (Lourenço; Alves; Silva, 2021, p. 35041).

Na perspectiva de Batista e Gomes (2020), alguns conteúdos curriculares apresentam uma complexidade, o que para muitos discentes se torna ainda mais difícil devido à limitação cognitiva. Por esta abordagem, pode-se afirmar que, a Experimentação que envolve o trabalho prático e interativo faz os conteúdos abstratos se tornarem visíveis e possíveis, facilitando a compreensão e tornando-se funcional ao aluno, o que será significativo, prazeroso, e proporcionará a aprendizagem necessária.

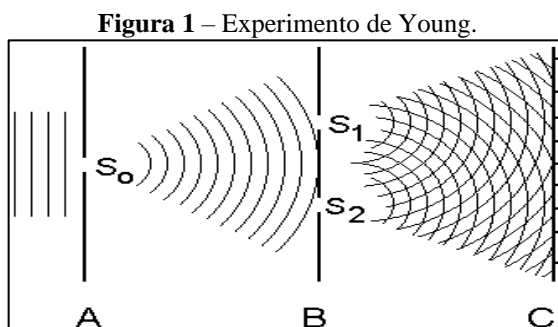
Sabendo-se que o objetivo do ensino é a aprendizagem. Desta forma, como discutido por Lourenço, Alves e Silva (2021, p. 35042):

a experimentação deve ser compreendida “como parte de um processo pleno de investigação [...], reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o ensino de ciências, pois a formação do pensamento e das atitudes do sujeito deve se dar preferencialmente nos entremeios de atividades investigativas” (Lourenço; Alves; Silva, 2021, p.35041).

Deste modo, o contato com a experimentação científica pode possibilitar aos alunos a vivência dos conteúdos ensinados pelo professor nas aulas de Física, de forma mais prática e interativa, buscando-se provocar a reflexão e a construção do seu conhecimento e permitindo que sejam capazes de fazer associações com o seu cotidiano.

4 O EXPERIMENTO DE FENDA DUPLA: POSSIBILIDADES E DESAFIOS

O experimento de Fenda Dupla, foi realizado inicialmente por Thomas Young e consiste em deixar que um feixe de luz visível se difracte através de uma fenda, representada na Figura 1 como S_0 , e, ao passar por essa fenda, interaja com outras duas aberturas representadas por S_1 e S_2 , em seguida, colidindo a uma parede C.



Fonte: UFRMG, 2020. Adaptado pelos autores (2023).

O orifício único no primeiro anteparo faz a luz atingir os orifícios do segundo anteparo em fase, transformando-os em “fontes” coerentes, já que pertencem a uma mesma fonte original de onda. No segundo, anteparo há dois orifícios colocados lado a lado, nos quais acontecem novas difrações com a luz já difratada no primeiro orifício. No último anteparo, são projetadas as manchas de interferência e podem ser observados máximos (regiões mais bem iluminadas) e mínimos (regiões mal iluminadas) de intensidade (Ferreira; Filho, 2019).

Ainda segundo Ferreira e Filho (2019), quando os orifícios são substituídos por estreitas fendas, essas manchas tornam-se franjas de interferência, que são mais visualizadas. Esse experimento permite que se compreenda melhor o fenômeno de Interferência, de modo que se interprete a simetria das franjas e a variação da intensidade da luz nelas obtida. As franjas claras correspondem a regiões de interferência construtiva; já as franjas escuras correspondem a regiões de interferência destrutiva.

Segundo Oliveira (2020), o padrão de interferência evidenciado por meio do experimento de Fenda Dupla só é observado devido à presença do fenômeno de difração, e , ainda mais, prova a teoria proposta por Huygens, que discute que cada ponto em uma frente de onda funciona como uma nova fonte, produzindo ondas que se propagam com a mesma frequência, velocidade e na mesma direção das ondas originais. Consequentemente, pode-se afirmar que a luz possui um comportamento ondulatório. Além disso, é possível fazer uma afirmação inversa: a difração é um fenômeno indicativo de que a luz é uma onda.

5 METODOLOGIA

Tendo em vista a relevância do uso de procedimentos sistemáticos e metodológicos para o desenrolar de uma pesquisa, foram delimitados alguns aspectos que caracterizam uma produção científica, e que explicitam a maneira de execução tomada nas etapas sequenciadas. Assim, organizou-se este momento em duas partes, considerando primeiro definir conceitos básicos inerentes à abordagem metodológica e, depois, direcionar as fases seguidas da aplicação da pesquisa.

5.1 Elementos técnicos e científicos da pesquisa

Na concepção de Peduzzi e Raicik (2020), as ciências são compreendidas como o conhecimento da natureza e a sua exploração, configurando-se três instâncias práticas: a história, o método de investigação e a comunidade investigativa. Elas se comportam como uma sistematização de ações dentro da história da própria civilização. Neste sentido, realizar a delimitação dos aspectos da investigação dentro de uma pesquisa científica é importante, principalmente por levar o leitor a compreender a intenção e o passo a passo que o pesquisador se propõe realizar.

Nesse cenário, esta é uma pesquisa de natureza aplicada, que busca gerar conhecimentos para a ciência por meio de uma aplicação prática emergente e específica. De acordo com Moreira e Rizzatti (2020, p.5),

Pesquisa aplicada é aquela focada em questões práticas buscando prover soluções relativamente imediatas. A principal audiência é constituída por pesquisadores da área aplicada assim como professores, diretores, gestores. Esse tipo de pesquisa muitas vezes leva ao desenvolvimento de intervenções e programas de melhoria das condições sociais ou educacionais (Moreira; Rizzatti, 2020, p. 5).

Quanto à abordagem da pesquisa, dar-se-á de forma quali-quantitativa, pois, na medida em que se procurará explicar causas de mudanças em fatos sociais, principalmente através de medição objetiva, também se buscará a compreensão do fenômeno social, segundo a perspectiva dos atores através de participação em suas vidas. Como afirmam Rangel, Rodrigues e Mocarzel (2018, p.10).

No tratamento quali-quantitativo, os cálculos estatísticos (inclusive cálculos simples, como de frequência) constituem suporte para as interpretações, análises e discussão dos dados, servindo de apoio à argumentação construída a partir dessas análises e do seu referencial teórico (Rangel; Rodrigues; Mocarzel, 2018, p. 10).

Para Araújo *et al.* (2023), a abordagem quali-quantitativa possui várias vantagens, como a proximidade do pesquisador e o domínio sobre as informações, os resultados e os processos que o pesquisador tem. Além disso, esse tipo de pesquisa oferece um grande conjunto de dados objetivos e subjetivos que tornam os resultados assertivos.

No que se refere ao procedimento técnico, caracteriza-se como uma pesquisa experimental. Com relação a esse tipo de procedimento, Fonseca (2002, p.38) destacou:

A pesquisa experimental seleciona grupos de assuntos coincidentes, submete-os a tratamentos diferentes, verificando as variáveis estranhas e checando se as diferenças observadas nas respostas são estatisticamente significantes. [...] Os efeitos observados são relacionados com as variações nos estímulos, pois o propósito da pesquisa experimental é apreender as relações de causa e efeito ao eliminar explicações conflitantes das descobertas realizadas (Fonseca, 2002, p. 38).

Compreende-se, então, que a natureza, a abordagem e o método utilizado compreendem um escopo metodológico solidificado que potencializa a aplicação da pesquisa, desde a escolha da fundamentação teórica até a interpretação e a análise dos dados.

5.2 Sequência de aplicação da pesquisa

O lócus da pesquisa foi uma escola de ensino médio da cidade de Acaraú, estado do Ceará, escolhida pela flexibilidade em receber os pesquisadores. Antes da aplicação da pesquisa, foi construído um questionário, com 8 (oito) afirmações com opções de certo e errado. Esse questionário foi utilizado como pré-teste e pós-teste, para o Grupo Controle (GC) e para o Grupo Experimental (GE), com 15 (quinze) alunos cada, totalizando de 30 (trinta) alunos. Ressalta-se que tanto GC quanto GE já eram turmas formadas, para as quais os

pesquisadores só designaram as funções. O pré-teste e o pós-teste encontram-se presentes no Quadro 1.

Quadro 1 - Pré-teste e Pós-teste.

1 – O experimento de Young é fundamental para a determinação da natureza quântica da física atômica. Certo () Errado ()
2 – O experimento de Fenda Dupla permitiu interpretar a simetria das franjas e a variação da intensidade da luz nelas. Certo () Errado ()
3 – Franjas escuras correspondem à interferência construtiva. Certo () Errado ()
4 – Franjas claras correspondem à interferência destrutiva. Certo () Errado ()
5 – O experimento de Young mostra os padrões de interferência, resultado da interação de ondas formadas nos orifícios. Certo () Errado ()
6 – Luz e elétrons agem como partículas e ondas, a depender da observação. Certo () Errado ()
7 – Apenas ondas mecânicas podem criar padrões de interferência. Certo () Errado ()
8 – As escolhas feitas pelo observador induzem a natureza física do que é observado. Certo () Errado ()

Fonte: próprios autores (2023).

Além do questionário, foi construído também um *slide* sobre o experimento de Young para o Grupo Controle; para GE, foi verificado se havia o material necessário para realizar o experimento na prática, que consistiu em: laser simples e três anteparos com orifícios.

Para os grupos designados, o pré-teste foi aplicado, com um tempo de 30 (trinta) minutos. Ressalta-se que a aplicação para GE e GC ocorreu em dias diferentes, seguindo-se o tempo disponibilizado pela direção da escola; além disso, tinha-se o intuito de fazer a aplicação de forma contínua. Cada turma levou um tempo de 2 (duas) horas, ou seja, duas aulas foram usadas com cada uma aplicação desta pesquisa. No que se refere ao GE, após a aplicação do pré-teste, o grupo foi encaminhado ao laboratório da escola, com o objetivo de se conhecer o experimento da Fenda Dupla, para manipulá-lo e, através da prática, compreender os conceitos relacionados a ele, com um tempo de duração de uma hora e meia. Por fim, o pós-teste foi aplicado, com duração de 30 (trinta) minutos. Em dia posterior, o mesmo pré-teste foi aplicado no GC. Em sala de aula, o experimento de Young foi apresentado aos alunos de forma teórica, por meio de explicações no quadro e *slides*, durando cerca de uma hora e meia. Finalmente, o pós-teste foi aplicado em GC, em um espaço de tempo de trinta 30 (trinta) minutos.

Além do questionário, foi construído um roteiro pedagógico sistematizado, com o intuito de se realizarem alguns questionamentos sobre o tema aos alunos de ambos os grupos,

ao longo da explanação do experimento, durante a aplicação experimental, no GE e durante a demonstração teórica no GC. O roteiro constou de 3 (três) perguntas, observadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Roteiro de perguntas subjetivas.

1 – O método pelo qual o experimento de Fenda Dupla foi explanado contribuiu para a compreensão dos conceitos relacionados ao mesmo?
2 – No que se refere às aulas das disciplinas de Física, Química, Biologia e Matemática, há frequência do uso de metodologias parecidas com a que foi utilizada?
3 – O material utilizado ao longo da aula ajudou na compreensão do assunto?

Fonte: próprios autores (2023).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Pré-teste e o Pós-teste, referentes ao conteúdo relacionado ao Experimento da Fenda Dupla, tiveram as mesmas perguntas, o que permitiu analisar a ocorrência de ganhos e perdas por meio dos acertos e erros. Para a análise dos dados, utilizou-se o teste denominado Ganho de Hake, que, segundo Coelho (2018), pode ser obtido com a fórmula de cálculo:

$$G = \frac{\%pós - \%pré}{100\% - \%pré}$$

Onde %pós é a porcentagem de acertos no pós-teste e %pré a porcentagem de acertos no pré-teste. A vantagem de se utilizar o Ganho de Hake é que, apesar de ser um instrumento estatístico simples, informa com precisão o nível de absorção de conhecimentos obtidos pelos alunos. Uma desvantagem desse instrumento é que não fornece dados mais robustos além do próprio ganho. No mais, Hake (1997, p.65) define sobre os índices estipulados para os respectivos índices de ganho, que podem ser observados no Quadro 3.

Quadro 3 - Índice g para o Ganho de Hake.

Nível	Índice
Alto ganho	Para turmas com $g \geq 0,7$
Médio ganho	Para turmas com $0,7 > g \geq 0,3$
Baixo ganho	Para turmas com $g < 0,3$

Fonte: Hake (1997, p.65). Adaptado pelos autores (2023).

Neste sentido, aplicou-se o Ganho de Hake para o Grupo Experimental, obteve-se o seguinte resultado, observado no Quadro 4.

Quadro 4 - Ganho de Hake para Grupo Experimental.

Questionário	Quantidade de alunos	Total de questões	Total de acertos	Percentual de acertos
Pré-teste	15	120	40	33,33
Pós-teste	15	120	100	83,33

Fonte: próprios autores (2023).

O Ganho de Hake obtido foi de $g = 0,7500$. Portanto, um valor definido por Hake (1997) como de Alto ganho. O mesmo processo foi realizado para o Grupo Controle e pode ser observado no Quadro 5.

Quadro 5 - Ganho de Hake para Grupo Controle.

Questionário	Quantidade de alunos	Total de questões	Total de acertos	Percentual de acertos
Pré-teste	15	120	45	37,50
Pós-teste	15	120	60	50,00

Fonte: próprios autores (2023).

O Ganho de Hake obtido foi de $g=0,2000$, considerado por Hake (1997) como de Baixo ganho. Com os resultados, é possível se observar que a aplicação do experimento prático utilizado no Grupo Experimental resultou em um ganho alto em comparação ao ganho obtido pelo Grupo Controle, sem o experimento prático.

Ainda com relação às indagações feitas nos dois grupos, perguntou-se aos alunos se o método pelo qual o experimento de Fenda Dupla foi explanado, contribuiu para a compreensão dos conceitos relacionados ao mesmo. O Grupo Experimental respondeu que,

Contribuiu muito, pois facilitou o entendimento. Visualizar o experimento ocorrendo na prática ajudou a compreender os tipos de interferência, que são destrutivas e construtivas, além de entender também o conceito de dualidade onda-partícula. Foi uma aula bem diferente e interessante (Grupo Experimental).

Já o Grupo Controle forneceu a seguinte resposta,

A aula foi legal, mas ficou um pouco confuso se compreender alguns pontos, por exemplo a questão da dualidade onda-partícula. Os tipos de interferência foram mais fáceis de entender, mas ficou difícil de compreender o papel da interferência na luz no cotidiano, tipo, é fácil entender a interferência em ondas mecânicas, como em cordas, mas com relação a luz não (Grupo Controle).

Levando em conta se utilizou para o GE a experimentação e para o GC o método tradicional de ensino, com aulas expositivas, além dos resultados apresentados através do Ganho de Hake, as respostas dadas por ambos os grupos foram coerentes. Como é abordado por Silva, Sales e Castro (2017, p. 48): “Os métodos convencionais de ensino não são mais

suficientes por si só, é necessário desenvolver novas formas de aprendizado [...]”. Duminelli *et al.* (2019, p. 3966) discutem que: “as metodologias ativas têm como objetivo a atuação do aluno frente a sua própria conquista de aprendizagem. Esta pode favorecer o aluno em diversos aspectos, dando-lhe características excepcionais não só para sua vida profissional, como também pessoal.”

Com relação ao segundo questionamento feito aos dois grupos, perguntou-se se, em relação às aulas das disciplinas de Física, Química, Biologia e Matemática, há frequência do uso de metodologias parecidas com a que foi utilizada. O GE respondeu que,

Não. Dificilmente ocorrem aulas fora da sala, nem no laboratório, nem em outro lugar da escola. Os professores só utilizam o livro e quadro, no máximo tem slides, não é como ocorreu na aula, com o uso de materiais diferentes, e isso faz a gente se interessar pelas coisas e aprender (Grupo Experimental).

Contrastando a resposta do Grupo Experimental, para o mesmo questionamento, o Grupo Controle abordou:

Sim, as aulas de todas as disciplinas são da mesma forma. Fica muito cansativo ter aula de Sociologia e de Física, do mesmo jeito, por exemplo. Os professores usam sempre livro e textos, questões escritas na lousa e alguns *slides*, fica monótono e dá sono. (risos) (Grupo Controle).

Como concebido por Oliveira, Siqueira e Romão (2020), o sistema educacional necessita se adequar a um novo paradigma que privilegie o desenvolvimento de capacidades cognitivas superiores, como, por exemplo, análise, síntese e criatividade, em substituição aos processos de simples memorização mecânica e repetição de algoritmos. A luz dessa concepção, é correto se afirmar que as respostas dadas por ambos os grupos demonstram bem o foco do método tradicional de ensino e da experimentação, concebida como um método ativo. Neste viés, segundo Diesel, Baldez e Martins (2017, p. 271), “enquanto o método tradicional prioriza a transmissão de informações e tem sua centralidade na figura do docente, no método ativo, os estudantes ocupam o centro das ações educativas e o conhecimento é construído de forma colaborativa.”

Por fim, o último questionamento realizado para GE e GC foi se o material utilizado ao longo da aula ajudou na compreensão do assunto. O Grupo Experimental respondeu: “Sim, colaborou muito, pois ficou mais fácil de entender os conceitos. Tipo, se não tivesse o experimento, seria complicado de entender o que é interferência construtiva e interferência

destrutiva.” Já o Grupo Controle falou que: “Ajudou sim, o uso de *slide* e desenhos que foram feitos na lousa ajudou a entender um pouco sobre o que o experimento faz.”

De acordo com Arthury e Terrazan (2018), uma condição necessária para que ocorra uma aprendizagem significativa é a de que o material a ser aprendido seja potencialmente significativo, isto é, relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz. Neste sentido, ao se utilizarem materiais que influenciem na predisposição do aluno aprender e que se relacionem a informações que ele já compreende, a chance de uma aprendizagem significativa ocorrer é grande, como ocorreu no Grupo Experimental. Porém, se não há o uso de materiais que estimulem o aluno a aprender, tampouco não se relacione ao que o discente já sabe, a aprendizagem será mínima e confusa, como demonstrado pelo Grupo Controle.

Neste contexto, atenta-se, neste sentido, por enfatizar a abordagem metodológica que ocorre corriqueiramente nas salas de aulas, por ser preocupante a falta de uso dos métodos ativos de ensino e de materiais potencialmente significativos que promovam no aluno uma aprendizagem significativa.

No campo da Física Moderna e do Experimento da Fenda Dupla, visualiza-se um grande potencial a ser explorado, ficando a cargo de pesquisadores e professores atuais e futuros se debruçar sobre essa prática e modificar o contexto marcado por uma educação frágil, repetitiva e voltada à memorização mecânica em um ambiente de ricas oportunidades de desenvolvimento, colocando o aluno à frente do seu próprio aprendizado.

Por fim, destaca-se que o estudo através da Experimentação é de grande importância para um maior desenvolvimento do ensino de Ciências aplicado nas escolas públicas, levando a se contemplarem novos vínculos ao próprio conhecimento e a se promover um aprendizado mais amplo e adequado à típica realidade em que a educação se encontra. No que concerne ao ensino de Física Moderna, é importante que haja maiores iniciativas dos professores da educação básica, de modo que quebrem o tabu relacionado às dificuldades dessa área da Física, rompendo com um ensino enfadonho e uniforme centrado na Mecânica Newtoniana.

Para tanto, recomenda-se que, na formação do professor, tanto na inicial quanto na continuada, os aspectos explorados neste trabalho sejam levados em consideração, ou seja, é essencial uma fundamentação teórica e metodológica que possibilite ao professor romper com práticas e métodos ineficazes de ensino. Em outras palavras, o docente precisa fazer uso de estratégias ativas e colaborativas de ensino, que façam sentido para os estudantes, resultando, dessa forma, em uma aprendizagem significativa.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da pesquisa aqui descrita permitiu identificar, frente ao amplo cenário em que se encontra o debate acerca dos métodos de ensino, as dificuldades que os alunos encontram nas aulas de Física, no que tange à utilização do método de ensino tradicional. Além disso, foi possível visualizar a quantas anda o ensino de Física Moderna, parte importante da Física, integrante de muitas tecnologias utilizadas atualmente, constatando-se que são necessários constantes mais esforços de pesquisadores, cientistas e professores para se estabelecerem bases sólidas dessa parte da Física.

O ensino de Física na atualidade, ao que se percebe, restringe-se à Física Newtoniana, deixando de lado conceitos e experimentos importantes como o experimento de Young. Por isso, instaurou-se aqui a preocupação oferecer, de início, uma aplicação prática de um experimento de Física Moderna, por meio de um método ativo, para mostrar que é possível ensinar Física Moderna na educação básica.

Inicialmente se discutiu sobre o papel da Física Moderna dentro da Base Nacional Comum Curricular – BNCC, com o propósito de deixar clara a importância dessa parte da Física nesse documento, além de abordar a correlação entre o uso da Experimentação e a Aprendizagem Significativa, tendo em vista que, se bem utilizada a primeira, se terá a segunda. Em seguida, foram discutidas as possibilidades e os desafios encontrados com relação ao experimento de Fenda Dupla.

A comparação feita entre os resultados e as respostas do Grupo Experimental e os dados do Grupo Controle mostra a importância dos métodos ativos no ensino, independente do conteúdo que se deseja lecionar. Assim, acredita-se na importância desta pesquisa, sobre tudo para a formação inicial ou a formação continuada de professores, por proporcionar subsídios para novas aplicações. Além de vivenciar uma aprendizagem significativa, o aluno poderá, nesse contexto de aprendizagem, compreender conteúdos relacionados a tecnologias atuais, inserindo-os em um processo histórico, epistemológico, social, cultural e econômico, forjado em meio a conflitos de ideias e interesses, os modificará e impactará de forma positiva no que se refere ao seu aprendizado.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A. C. S.; SILVA, F. H. B. da S.; ROMEU, M. C. .; PEREIRA, A. C. C. Ensino de cosmologia frente à abordagem curricular pedagógica encontrada em artigos científicos. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, Brasil, v. 11, n. 1, p. e23035, 2023. <https://doi.org/10.26571/reamec.v11i1.14995>
- ARAÚJO, A. C. S.; DAMASCENO JÚNIOR, J. A.; ROMEU, M. C.; PAIM, I. de M. Contributos à Cosmologia no ENEM na perspectiva da Taxonomia de Bloom Revisada. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. e23062, 2023. <https://doi.org/10.26571/reamec.v11i1.15708>
- ARRUDA, R. S. **BNCC e ensino de física**: a incógnita do ensino interdisciplinar. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Universidade Paulista, Marília, 2022.
- AUSUBEL, D. P. **Educational psychology**: a cognitive view. Nova York: Holt, Rinehart and Winston, 1978.
- ARTHURY, L. H. M.; TERRAZZAN, E. A. A Natureza da Ciência na escola por meio de um material didático sobre Gravitação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40 de 2018.
- AZEVEDO, A. L.; SOUSA, A. K. S.; CASTRO, T. J. Espectroscopia óptica de baixo custo: uma estratégia para a introdução de conceitos de física quântica no ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, 2019.
- BATISTA, J. S.; GOMES, M. G. Contextualização, experimentação e aprendizagem significativa na melhoria do ensino de cinética química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 4, p. 79-94, 2020.
- BRANCO, E. P. et al. Uma visão crítica sobre a implantação da Base Nacional Comum Curricular em consonância com a reforma do Ensino Médio. **[TESTE] Debates em Educação**, v. 10, n. 21, p. 47-70, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 29 jun. 2023.
- COELHO, M. N. Uma comparação entre *team-based learning* e *peer-instruction* e avaliação do potencial motivacional de métodos ativos em turmas de física do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, p. 16, 2018.
- DAMASCENO JÚNIOR, J. A.; ROMEU, M. C. Contribuições da neurociência e da aprendizagem significativa para o ensino de física e de conceitos básicos de astronomia: algumas aproximações preliminares. **Revista Prática Docente**, v. 6, n. 2, p. e033-e033, 2021.
- DIESEL, A.; BALDEZ, A.; MARTINS, S. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

DUMINELLI, M. V. Metodologias ativas e a inovação na aprendizagem no ensino superior/Active methodologies and innovation in learning in higher education. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 5, p. 3965-3980, 2019.

FERREIRA, D. C.; FILHO, M. P. S. O experimento virtual da dupla fenda ao nível do ensino médio (Parte II): uma análise quântica do comportamento corpuscular e ondulatório da luz. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 1, p. 302-329, 2019.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. Reflexões sobre a Base Nacional Comum Curricular: um olhar da área de Ciências da Natureza. **Horizontes**, v. 36, n. 1, p. 158-171, 2018.

GUIMARÃES, G. de F. Analysis of the Performance of Optical Code-Division Multiple-Access System (OCDMA), Operating with Gold Codes under Nonlinear Effects. **Journal of Electromagnetic Analysis and Applications**, v. 5, p. 49-57, 2013.

HAKE, R. R. Interactive-Engagement Versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. **American Journal of Physics**, v. 66, p. 64-74, Mai 1997.

SANTOS, S. Uma sequência didática utilizando a literatura de cordel e a arte das histórias em quadrinhos para inserção de tópicos de Física Quântica no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 2, p. 662-694, 2020.

SANTOS, G. G.; RIBEIRO, T. N.; SOUZA, D. N. Aprendizagem significativa sobre polímeros a partir de experimentação e problematização. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 14, n. 30, p. 141-158, 2018.

SILVA, I. P.; MERCADO, L. P. L. Revisão sistemática de literatura acerca da experimentação virtual no ensino de Física. **Ensino & Pesquisa**, v.17, n.1, p. 49-77, 2019.

SILVA, J. B. da; SALES, G. L.; CASTRO, J. B. de. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, 2019.

LOURENÇO, R. W.; ALVES, J. G.; SILVA, A. P. R. Por uma aprendizagem significativa: metodologias ativas para experimentação nas aulas de ciências e química no Ensino Fundamental II e Médio. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 35037-35045, 2021.

MARCONDES, M. E. R. As ciências da natureza nas 1ª e 2ª versões da base nacional comum curricular. **Estudos avançados**, v. 32, p. 269-284, 2018.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021.

MOREIRA, M. A.; RIZZATTI, I. M. Pesquisa em ensino. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática**, v. 1, p. e020007-e020007, 2020.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**, v. 32, p. 73-80, 2018.

MOREIRA, M. A. Afinal, o que é aprendizagem significativa? **Quriculum: revista de teoria educacional, pesquisa e prática**, n. 25, p. 29-56, 2012.

MOREIRA, M. P. C. et al. Contribuições do Arduino no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 721-745, 2018.

OLIVEIRA, S. L. de; SIQUEIRA, A. F.; ROMÃO, E. C. Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino Médio: estudo comparativo entre métodos de ensino. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 34, p. 764-785, 2020.

OLIVEIRA, A. A. **Proposta didática para o ensino interdisciplinar: Óptica Geométrica e Matrizes**. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade Federal de São Paulo, São José dos Campos, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unifesp.br/handle/11600/64904>. Acesso em: 29 jun. 2023.

OLIVEIRA, J. A. de. **Análise dos livros didáticos de física como contribuição para o letramento científico frente ao enfoque CTSA**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Instituto Federal de Pernambuco, Salgueiro, 2017. Disponível em: <https://releia.ifsertaope.edu.br/jspui/bitstream>. Acesso em: 02 jul. 2023.

PEDUZZI, L. O. Q.; RAICIK, A. C. Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, p. 19-55, 2020.

PIAGET, J. **A tomada da consciência**. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

RANGEL, M.; RODRIGUES, J. do N.; MOCARZEL, M. Fundamentos e princípios das opções metodológicas: Metodologias quantitativas e procedimentos quali-quantitativos de pesquisa. **Omnia**, v. 8, n. 2, p. 05-11, 2018.

XIMENES, D. M. Divulgação científica no ensino de física do programa de pós-graduação em ensino de ciências e matemática (pgecm) do IFCE: uma revisão sistemática de literatura. **Educere et Educare**, v. 17, n. 44, p. 1-18, 2022.

APÊNDICE 1 – INFORMAÇÕES SOBRE O MANUSCRITO

AGRADECIMENTOS

Não se aplica

FINANCIAMENTO

Não se aplica

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

Resumo/Abstract/Resumen: Ana Clara Souza Araújo

Introdução: Davy Mororó Ximenes

Referencial teórico: Ana Clara Souza Araújo

Análise de dados: Ana Clara Souza Araújo

Discussão dos resultados: Davy Mororó Ximenes

Conclusão e considerações finais: Mairton Cavalcante Romeu

Referências: Mairton Cavalcante Romeu

Revisão do manuscrito: Ana Clara Souza Araújo, Davy Mororó Ximenes, Mairton Cavalcante Romeu

Aprovação da versão final publicada: Ana Clara Souza Araújo, Davy Mororó Ximenes, Mairton Cavalcante Romeu

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmico, político e financeiro referente a este manuscrito.

DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA

Os autores garantem a disponibilidade de dados da pesquisa, quando couber.

PREPRINT

Não publicado.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Parecer Consubstanciado do CEP nº. 5.836.954. CAAE: 64302522.9.0000.5589.

COMO CITAR - ABNT

ARAÚJO, Ana Clara Souza; XIMENES, Davy Mororó; ROMEU, Mairton Cavalcante. Experimento de Young: uma análise através do ganho de Hake. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Cuiabá, v. 12, e24058, jan./dez., 2024. <https://doi.org/10.26571/reamec.v12.16700>

COMO CITAR - APA

Araújo, A. C. Souza, D. M. X, Romeu, M. C. (2024). Experimento de Young: uma análise através do ganho de Hake. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 12, e24058. <https://doi.org/10.26571/reamec.v12.16700>

DIREITOS AUTORAIS

Os direitos autorais são mantidos pelos autores, os quais concedem à Revista REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática - os direitos exclusivos de primeira publicação. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicado neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico. Os editores da Revista têm o direito de realizar ajustes textuais e de adequação às normas da publicação.

POLÍTICA DE RETRATAÇÃO - CROSSMARK/CROSSREF

Os autores e os editores assumem a responsabilidade e o compromisso com os termos da Política de Retratação da Revista REAMEC. Esta política é registrada na Crossref com o DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.retratacao>



OPEN ACCESS

Este manuscrito é de acesso aberto (*Open Access*) e sem cobrança de taxas de submissão ou processamento de artigos dos autores (*Article Processing Charges – APCs*). O acesso aberto é um amplo movimento internacional que busca conceder acesso online gratuito e aberto a informações acadêmicas, como publicações e dados. Uma publicação é definida como 'acesso aberto' quando não existem barreiras financeiras, legais ou técnicas para acessá-la - ou seja, quando qualquer pessoa pode ler, baixar, copiar, distribuir, imprimir, pesquisar ou usá-la na educação ou de qualquer outra forma dentro dos acordos legais.



LICENÇA DE USO

Licenciado sob a Licença Creative Commons [Attribution-NonCommercial 4.0 International \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.



VERIFICAÇÃO DE SIMILARIDADE

Este manuscrito foi submetido a uma verificação de similaridade utilizando o *software* de detecção de texto [iThenticate](https://www.turnitin.com/) da Turnitin, através do serviço [Similarity Check](https://www.crossref.org/) da [Crossref](https://www.crossref.org/).



PUBLISHER

Universidade Federal de Mato Grosso. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Publicação no [Portal de Periódicos UFMT](https://portal.periodicos.ufmt.br/). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da referida universidade.



EDITOR

Dailson Evangelista Costa  

AVALIADORES

Eloi Benicio de Melo Junior  

Ivonne C. Sánchez  

Lilian Cristiane Almeida dos Santos  

HISTÓRICO

Submetido: 24 de novembro de 2023.

Aprovado: 19 de agosto de 2024.

Publicado: 21 de setembro de 2024.
