

PRÁTICAS DIDÁTICAS NO ENSINO DE FÍSICA: Um estado do conhecimento relacionado aos conteúdos de acústica no ensino médio e superior público

*Amilson Monteiro Miranda Filho*¹

*Vanusa Bezerra Pachêco*²

*Eliana de Macedo Medeiros*³

RESUMO

A acústica é um ramo da Física que se dedica ao estudo das ondas sonoras e suas amplas aplicações no cotidiano, incluindo a produção musical por meio de instrumentos, a comunicação através de rádios e a expressão da fala humana. O objetivo geral desta pesquisa foi mapear trabalhos científicos relacionados às metodologias utilizadas no ensino e aprendizagem dos conteúdos de acústica em instituições de ensino médio e superior, publicados no período de 2014 a 2023. E tem a seguinte problemática: "Quais são os trabalhos científicos relacionados às metodologias utilizadas no ensino e aprendizagem da Física nos conteúdos de acústica em instituições de ensino médio e superior?" Como procedimento metodológico, usamos o estado do conhecimento com uma abordagem de pesquisa qualitativa. Como resultados, conseguimos verificar a abordagem dos artigos no ensino de acústica, principalmente quando utilizados em laboratórios. Essa abordagem consiste em montagens simples, utilizando instrumentos musicais, softwares e Arduino. A partir disso, concluímos que há uma ênfase na falta de abordagens didáticas e metodológicas sobre o ensino de acústica no ensino médio. Essa constatação também serve como reflexão para futuras pesquisas, já que o mapeamento realizado revelou que é possível proporcionar uma aprendizagem efetiva nessa área sem a necessidade de um alto investimento financeiro ou o uso de cálculos complexos.

Palavras-chave: Laboratório. Ensino de Física. Experimentações. Aprendizagem.

DIDACTIC PRACTICES IN PHYSICS TEACHING:

¹ Mestrando em Ciências e Humanidade pelo Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA). (Universidade Federal do Amazonas- Brasil). Orcid iD: <https://orcid.org/0009-0000-8074-3979>. E-mail: amilson.miranda.sai@gmail.com

² Doutora em Ciências: Física Atômica e Molecular/Instituição: Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR); trabalha no Instituto de Saúde e Biotecnologia (ISB); Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Orcid iD: <https://orcid.org/0009-0009-8301-5227>. E-mail: vanusafis@ufam.edu.br

³ Mestre em Ensino de Ciências e Humanidades pela Universidade Federal do Amazonas-UFAM-PPGECH. Trabalha no Instituto de Saúde e Biotecnologia (ISB); Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-2876-2504>. E-mail: elianansps@gmail.com

A State of Knowledge Related to Acoustics Content in Public High School and Higher Education

ABSTRACT

Acoustics is a branch of physics dedicated to the study of sound waves and their wide applications in everyday life, including music production through instruments, communication via radios, and the expression of human speech. The general objective of this research was to map scientific works related to the methodologies used in teaching and learning acoustics content in high school and higher education institutions, published from 2014 to 2023. It addresses the following question: "What are the scientific works related to the methodologies used in teaching and learning physics in acoustics content in high school and higher education institutions?" As a methodological procedure, we used the state of knowledge with a qualitative research approach. As results, we verified the approach of the articles in teaching acoustics, especially when used in laboratories. This approach consists of simple setups using musical instruments, software, and Arduino. From this, we concluded that there is an emphasis on the lack of didactic and methodological approaches to teaching acoustics in high school. This finding also serves as a reflection for future research, as the mapping revealed that it is possible to provide effective learning in this area without the need for high financial investment or the use of complex calculations.

Keywords: Laboratory. Physics Teaching. Experimentation. Learning.

PRÁCTICAS DIDÁCTICAS EN LA ENSEÑANZA DE FÍSICA:

Un estado del conocimiento relacionado con los contenidos de acústica en la educación secundaria y superior pública

RESUMEN

La acústica es una rama de la Física que se dedica al estudio de las ondas sonoras y sus amplias aplicaciones en la vida cotidiana, incluyendo la producción musical mediante instrumentos, la comunicación a través de radios y la expresión del habla humana. El objetivo general de esta investigación fue mapear trabajos científicos relacionados con las metodologías utilizadas en la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos de acústica en instituciones de educación secundaria y superior, publicados en el período de 2014 a 2023. Y tiene la siguiente problemática: "¿Cuáles son los trabajos científicos relacionados con las metodologías utilizadas en la enseñanza y el aprendizaje de la Física en los contenidos de acústica en instituciones de educación secundaria y superior?" Como procedimiento metodológico, utilizamos el estado del conocimiento con un enfoque de investigación cualitativa. Como resultados, logramos verificar el enfoque de los artículos en la enseñanza de la acústica, principalmente cuando se utiliza en laboratorios. Este enfoque consiste en montajes simples, utilizando instrumentos musicales, software y Arduino. A partir de esto, concluimos que hay un énfasis en la falta de enfoques didácticos y metodológicos sobre la enseñanza de la acústica en la educación secundaria. Esta constatación también sirve como reflexión para futuras investigaciones, ya que el mapeo realizado reveló que es posible

proporcionar un aprendizaje efectivo en esta área sin la necesidad de una alta inversión financiera o el uso de cálculos complejos.

Palabras clave: Laboratorio. Enseñanza de Física. Experimentaciones. Aprendizaje.

INTRODUÇÃO

Este trabalho trata-se de um estado do conhecimento que teve como objeto de pesquisa artigos científicos originais encontrados na base de dados da Scielo, especificamente, no periódico Revista Brasileira de Ensino de Física. O objetivo principal foi mapear trabalhos científicos relacionados às metodologias utilizadas no ensino e aprendizagem dos conteúdos de acústica em instituições de ensino médio e superior, publicados no período de 2014 a 2023.

Os objetivos específicos foram analisar os artigos abordando seus principais conceitos e contribuições para o ensino da Física; apontar as principais contribuições didáticas e profissionais dos artigos analisados; e comparar diferentes contextos com os artigos escolhidos, sobre a utilização e ensino da Física acústica.

Para a compreensão desses temas estudados, torna-se necessário o desenvolvimento de um estado do conhecimento, pois isso permite ao pesquisador familiarizar-se com as metodologias utilizadas por outros autores e atualizar os conceitos relacionados à temática estudada. Através desse conhecimento, o conceito é considerado a etapa inicial de qualquer pesquisa, sendo fundamental para aprimorar tanto a compreensão do tema quanto os resultados almejados pela investigação (Albert, 2023). Evidentemente, não devemos confundir alguns conceitos, pois existe uma diferença significativa entre o estado do conhecimento e estado da arte.

Romanowski, Silva e Martins (2006) afirmam que o estado do conhecimento abrange um conhecimento mais específico sobre o tema abordado, concentrando-se apenas em um setor específico de conhecimento. Por outro lado, o estado da arte abrange diversas plataformas, não se limitando apenas a periódicos, mas também incluindo congressos e outras fontes de informação.

Adicionalmente, esse estudo auxiliará outros profissionais no entendimento do funcionamento de experimentos e atividades didáticas relacionados à Física acústica, destacando suas principais funções e contribuições. Além de servir como um guia, para que outros educadores possam se inspirar e criar metodologias atuais de ensino.

Nessa linha de pensamento, este trabalho permite-nos refletir e responder à seguinte questão: “Quais são os trabalhos científicos relacionados às metodologias utilizadas no ensino e aprendizagem dos conteúdos de acústica em instituições de ensino médio e superior?”

Ao longo da vida acadêmica, sempre houve um grande interesse em trabalhar com música, mais especificamente com instrumentos musicais, como violão, teclado e flauta. Isso ocorre devido ao poder transformador que esses instrumentos possuem, quando utilizados em aulas dinâmicas, influenciando os ouvintes a despertarem curiosidade e interesse. Além disso, as perspectivas profissionais desse trabalho surgiram na graduação em Ciências: Matemática e Física na Universidade Federal do Amazonas (Ufam), com o objetivo de aprimorar as práticas pedagógicas e didáticas no ensino de Física, para que assim se possa atuar como facilitador em sala de aula.

Considerando esse contexto, a união da música com a Física no ambiente escolar mostra-se uma opção inovadora e relevante. Isso porque compreender o que já foi realizado nessa área nos proporciona conhecimentos científicos e teóricos que beneficiam não apenas nossos interesses pessoais, mas também nossos objetivos profissionais.

Dessa forma, esse estudo serve como um guia valioso para os pesquisadores que buscam conhecimentos sobre a temática em questão, pois fornece no campo científico uma visão mais abrangente do que está sendo estudado e o que ainda pode ser explorado. Além disso, facilita a busca por atividades experimentais relacionadas à Física Acústica e incentiva o desenvolvimento de novas investigações, contribuindo para a ampliação do conhecimento e a publicação de futuras pesquisas na área.

De acordo com os resultados desta pesquisa, será possível fornecer aos profissionais da educação um conhecimento sobre as diversas

metodologias utilizadas no ensino de assuntos relacionados à acústica, tais como instrumentos musicais e ondas sonoras. Isso irá contribuir para alguns aspectos principais, como: ampliação do conhecimento acerca das metodologias utilizadas no ensino da Física acústica; aquisição de conhecimento científico sobre as práticas didáticas no ensino de Física; identificação dos principais autores e obras que abordam esses temas no campo da acústica; e possibilidade de utilização deste trabalho como referência por outros autores, auxiliando em futuras publicações.

O ensino de Física no Brasil

No âmbito educacional, tem sido amplamente discutida a importância da Aprendizagem Significativa (AS). Isso ocorre devido à sua capacidade de desenvolver nos alunos a habilidade de estabelecer conexões entre os conteúdos ministrados em sala de aula e seu conhecimento prévio do cotidiano (Silva, 2020). No contexto específico do ensino de Física, a AS assume um papel fundamental e prioritário para os professores, uma vez que reconhecem a importância de promover o pensamento criativo no ensino dos temas abordados nessa disciplina.

Dentre eles, podemos destacar as experimentações. Conforme abordam Ferreira e Almeida (2022, p.1), “[...] o experimento deve ser de montagem simples, de fácil execução e capaz de demonstrar com clareza os fenômenos físicos envolvidos, de tal forma que a medida seja eficiente e a análise a mais completa possível”. Ou seja, para que essas atividades experimentais propaguem uma AS, é necessário que haja relação com o conteúdo, trazendo uma reflexão, generalização e conhecimentos por parte dos alunos (Errobiart *et al.*, 2014).

Para ajudar ainda mais nas experimentações, podemos destacar que as montagens experimentais desempenham um papel crucial, oferecendo diversas variedades e meios para sua realização, bem como materiais de baixo e alto custo, dependendo muito da necessidade de cada montagem (Hernández *et al.*, 2021). Conforme Souza Jr. *et al.* (2020), a utilização de tecnologias tem se mostrado como um dos principais aliados no ensino de

Física, como evidenciado pelo uso do Arduino, que estabelece uma conexão entre o objeto de estudo e os softwares simuladores.

Dentre as ferramentas mencionadas anteriormente, as simulações computacionais se destacam como excelentes aliadas nas experimentações, visto que possibilitam uma visualização mais realista dos fenômenos (Medeiros; Medeiros, 2002). Além disso, os simuladores estão se tornando cada vez mais modernos e tecnologicamente avançados, podendo até ser acessados por dispositivos móveis, como os celulares (Moura; Anjos, 2022).

Nesse sentido, os recursos que tendem a auxiliar os educadores a promover um melhor desempenho nos processos de aprendizagem dos alunos permitem o aprimoramento e uma experiência prática, facilitando o processo de ensino e aprendizagem em suas aulas, contribuindo ainda mais para o ensino de Física no Brasil.

ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

6

A presente pesquisa é de caráter exploratório, de natureza básica, pois seus métodos visam responder a um problema e ampliar o entendimento sobre um tema específico (Silva *et al.*, 2022). Usou-se também uma abordagem qualitativa, “[...] enquanto exercício de pesquisa, não se apresenta como uma proposta rigidamente estruturada, ela permite que a imaginação e a criatividade levem os investigadores a propor trabalhos que explorem novos enfoques” (Godoy, 1995, p. 2). Isso tecnicamente nos permitiu organizar os dados coletados e conhecer ainda mais os artigos analisados.

Para a realização deste trabalho, buscou-se fazer um procedimento de revisão de literatura a respeito do estudo experimental no ensino de Física acústica, denominado estado do conhecimento que, na visão de Medeiros e Silva, “[...] este tipo de pesquisa auxilia os estudantes em conhecer produções já feitas na linha de pesquisa estudada e os norteia a encontrar lacunas, que ainda não foram exploradas sobre a temática de seus estudos” (2022, p. 5), com isso, buscamos através de estudos já publicados ideias

abordadas sobre a temática em questão, para assim, responder à problemática e entender tais conceitos.

Ressaltamos que, por se tratar de um estado do conhecimento, nossa análise se concentrou exclusivamente em artigos de um único periódico. Diferentemente do estado da arte, que abrange múltiplas plataformas e fontes, essa abordagem proporciona um recorte mais específico, enquanto o estado da arte busca uma perspectiva mais amplo e holista sobre o tema.

Morosini e Fernandes conceituam estado do conhecimento como “[...] identificação, registro, categorização que levem à reflexão e síntese sobre a produção científica de uma determinada área, em um determinado espaço de tempo, congregando periódicos, teses, dissertações e livros sobre uma temática específica” (2014, p. 155). Ou seja, na visão destes autores, o estado do conhecimento permite que o pesquisador busque em trabalhos publicados, com a temática escolhida, informações recentes e atualizadas a respeito do seu objeto de estudo e, posteriormente, tenha uma ideia mais ampla sobre ela.

De acordo com Silva, Souza e Vasconcelos (2020), é essencial que o pesquisador esteja constantemente atualizado em relação ao referencial teórico em sua área de estudo. Além disso, é crucial acompanhar regularmente as produções científicas já publicadas, a fim de garantir que o estudo em questão contribua para a área de estudo e para pesquisas futuras.

Também conhecemos o estado do conhecimento como estudo bibliográfico, isso porque “[...] a pesquisa bibliográfica está inserida principalmente no meio acadêmico e tem a finalidade de aprimoramento e atualização do conhecimento, através de uma investigação científica de obras já publicadas” (Souza; Oliveira; Alves, 2021, p. 65). Esse tipo de estudo nos ajuda a evoluir intelectualmente sobre determinado tema, principalmente ao analisar obras de autores já lançados, assim como abordamos no estado do conhecimento.

Nesta pesquisa, foram realizadas consultas na base de dados Scielo com o objetivo de encontrar artigos relacionados ao tema em questão. É

importante salientar que dentro dessa plataforma, apenas o periódico Revista Brasileira de Ensino de Física foi utilizado para a pesquisa dos artigos.

Escolhemos a base de dados SciELO por sua acessibilidade, disponibilidade de artigos gratuitos e pela qualidade de suas publicações. Especificamente, utilizamos a *Revista Brasileira de Ensino de Física*, que se destaca por reunir diversos artigos voltados ao ensino, proporcionando uma sustentação relevante para nossa pesquisa.

Inicialmente, colocamos em busca as palavras-chave “ensino de Física acústica” e “ondas sonoras”. Logo encontramos vinte (20) artigos. Depois disso, começamos pela leitura dos títulos dos artigos, a fim de identificar a palavra-chave relacionada. Em seguida, fizemos a leitura dos resumos para verificar os objetivos de cada artigo e aplicarmos os critérios de inclusão e exclusão. Como critérios de inclusão temos: i) publicações de artigos dos últimos 10 anos (2014 a 2023); ii) publicações focadas no ensino e aprendizagem da Física acústica; iii) artigos gratuitos e com acesso eletrônico ilimitado; e iv) artigos que abordassem a montagem, análise e estudos experimentais relacionados à acústica. Como critérios de exclusão, foram considerados: i) artigos de revisão de literatura ou de estado do conhecimento; ii) artigos que tratavam de ciências da saúde; e iii) artigos de análise de cálculos matemáticos sem fins didáticos. Depois dessa aplicação, foram selecionados nove (09) artigos e realizadas as referidas análises.

ANÁLISE E ABORDAGEM DOS ARTIGOS

A princípio, a pesquisa foi baseada nos títulos dos artigos, com o objetivo de encontrar temas relacionados ao ensino e aprendizado da Física, com foco na acústica. Eventualmente, ao analisarmos os títulos, percebemos que os artigos apresentam uma relação direta com o conteúdo discriminado acima, sendo que apenas o artigo intitulado "Proposta didático-experimental para o ensino inclusivo de ondas sonoras no ensino médio" especifica a modalidade de ensino da prática experimental utilizada. Nos demais artigos, o experimento realizado é destacado em seus títulos.

Após isso, realizamos uma análise dos resumos dos artigos, onde pôde-se identificar a relevância das palavras-chave na escolha deles. Além disso, as palavras-chave selecionadas para esta pesquisa devem estar diretamente relacionadas ao conteúdo de acústica, a fim de garantir a coerência das informações encontradas. Dentre as palavras-chave mais frequentes nos artigos avaliados, destacam-se "ondas estacionárias" e "acústica", ambas mencionadas por três artigos.

Essas palavras possuem uma conexão direta com os conceitos de acústica e demonstram a importância desse tema para o campo de estudo. Além disso, outras palavras-chave como "ondas sonoras", "som" e "velocidade do som" também aparecem nos resumos, reforçando a relevância desses conceitos na pesquisa relacionada à acústica. Essas palavras estão intrinsecamente ligadas à compreensão e ao estudo do som e suas propriedades. Por outro lado, algumas palavras-chave podem estar relacionadas às necessidades e utilização de materiais de cada pesquisa, como é o caso de "fone de ouvido" e "corda dedilhada".

Embora essas palavras não sejam tão abrangentes quanto as mencionadas anteriormente, elas podem oferecer insights interessantes para a pesquisa, trazendo novas perspectivas ou aplicações práticas da acústica. Então, ao analisar as palavras-chave mais recorrentes nos resumos dos artigos, podemos inferir que os conceitos de "ondas estacionárias" e "acústica" são de extrema importância nesse campo de estudo. Igualmente, as palavras relacionadas ao som, como "ondas sonoras" e "velocidade do som", também são fundamentais para a compreensão do tema. Por fim, palavras-chave mais específicas, como "fone de ouvido" e "corda dedilhada", podem trazer tópicos interessantes dentro da acústica, abrindo novas possibilidades de investigação e aplicação prática.

Podemos observar uma diversidade entre os estados em relação às Instituições de Ensino Superior (IES) e Universidades Pesquisadoras, principalmente em São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná e Piauí. No entanto, não há semelhanças entre os tipos de instituições. Quanto às datas, encontramos dois artigos publicados em 2022, um em 2021 e dois em 2020.

Logo em seguida, temos trabalhos realizados nos anos de 2019, 2017, 2015 e 2014. É evidente a preocupação em analisar trabalhos recentes, sendo que o mais antigo remonta ao ano de 2014; todavia, esse trabalho específico contém conhecimento relevante a ser apresentado pelo estudo.

Nessa amostra de dados, podemos observar diversas opções didáticas a serem usadas em laboratórios e em salas de aula no ensino e aprendizagem da acústica. Na visão de Moreira (2018), esse pensamento físico aprendido nas escolas está totalmente ligado à utilização das tecnologias, recursos estes que hoje em dia são primordiais no mundo moderno e profissional, sendo relevantes as práticas experimentais na escola.

CONTRIBUIÇÕES DIDÁTICAS E PROFISSIONAIS

Entre os artigos encontrados, oito (08) utilizam abordagens didáticas no Ensino Superior, e apenas um (01) possui abordagem no Ensino Médio. De acordo com Parreira e Dickman (2020), essas abordagens promovem maior participação e compreensão dos alunos nos assuntos, além de contribuir para uma formação profissional mais sólida, ou seja, o aperfeiçoamento de novas temáticas educacionais que sempre estiveram presentes no ensino de Física.

Após analisar esses artigos, foi observado que a expressão "experimentos de baixo custo" está presente em todos eles. De acordo com Santos (2022), essas atividades de baixo custo são utilizadas como alternativas para o ensino de ciências, pois podem ser adotadas por profissionais de diversas áreas, além de serem facilmente acessíveis em termos de materiais necessários.

Em concordância, Silva *et al.* afirmam que "o experimento deve ser parte do contexto de sala de aula e seu encaminhamento não pode separar a teoria da prática [...]" (2017, p. 1), sendo assim, o termo "baixo custo" engloba o uso de simuladores e softwares gratuitos para obter uma visão abrangente das ondas sonoras e analisar o comportamento desses fenômenos através de gráficos.

A falta de abordagem nesses assuntos acarretaria alguns problemas. Como nos dizem Andrade e Maia Júnior, “Em decorrência deste cenário são criados alguns mitos tais como: as ciências naturais são feitas somente para os gênios, ou a filosofia exclusivamente para os sábios; tornando obscuro o verdadeiro objetivo da educação” (2011, p. 1). Diante disso, torna-se evidente a necessidade de descrever fisicamente a vida cotidiana dos alunos, pois é imprescindível compreender a importância de desmistificar essas crenças e valorizar a educação em diversos aspectos da vida diária.

Desta forma, destaca-se a eficácia no desenvolvimento e realização dos experimentos no ensino e aprendizagem da Física com abordagens relevantes, que fazem a relação teoria-prática. Gatti (2020) nos mostra que esses termos agem como uma forma motivadora, promovem discussões e uma melhor aprendizagem significativa dos assuntos.

Portanto, foram apresentadas obras relevantes, bem como seus principais autores e as atividades experimentais utilizadas, uma vez que o ensino e aprendizagem da Física acústica colabora com o processo metodológico nas instituições de ensino.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O ensino e aprendizagem da Física apresentam desafios significativos para os professores, especialmente quando se trata de temas complexos como a Física acústica. Em particular, podemos destacar que a compreensão dos conceitos relacionados à amostragem das ondas sonoras pode ser difícil de transmitir aos alunos.

No entanto, alguns autores têm proposto soluções experimentais para abordar essas dificuldades, como no caso do artigo de Ferreira e Almeida (2022) intitulado "Medida da velocidade do som através da análise dos modos acústicos ressonantes utilizando um celular". Nesta obra, os autores propõem um experimento que utiliza um tubo semifechado com um jato de água caindo continuamente. Através desse processo, os estudantes podem analisar os sons produzidos no interior do tubo com a ajuda do aplicativo *Phyphox*. Em suas conclusões, enfatizam a eficácia desse experimento em

relação à literatura existente, bem como sua aplicabilidade em sala de aula no ensino superior.

Sobre essas questões, Saraiva *et al.* complementam informando que “[...] as tecnologias são consideradas uma alternativa no processo de transposição didática, e estão cada vez mais presentes no nosso cotidiano, e o seu uso na educação pode ser uma ferramenta importante na promoção da aprendizagem” (2021, p. 292).

Relacionado a este pensamento, ressaltamos o uso inteligente de tecnologias como o celular para a experimentação, uma vez que os equipamentos adequados têm um custo elevado. Da mesma forma, Melo *et al.*, nos comunica que “O uso do celular através de jogos educativos, simuladores e outros aplicativos existentes podem possibilitar diversos ganhos no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que ele passa a ser utilizado como ferramenta auxiliar a esse processo” (2021, p. 13).

Além disso, graças a esses *softwares* e aplicativos, torna-se possível coletar dados e observar os fenômenos físicos nas experimentações de forma acessível e precisa. Desse modo, a utilização dessas tecnologias democratiza o acesso à ciência e permite uma maior participação de diferentes públicos nas pesquisas científicas.

Outro ponto a ser considerado diz respeito aos desafios existentes no ensino de Física, entre eles, destacamos a necessidade de estabelecer uma relação entre a teoria e a prática. Segundo Duarte (2018), cada curso de licenciatura deve buscar a sua própria identidade, ou seja, deve se aperfeiçoar na formação do ensino e aprendizagem da Física, visando à formação de profissionais capacitados na área de educação.

Ademais, Caderno (2014) afirma que essa relação possibilita aos alunos compreender ao observar os fenômenos físicos como parte do cotidiano. Dessa maneira, os estudantes aprendem a função dos experimentos como forma de produção de conhecimento científico.

Pedrozo e Freitas (2022), em sua obra intitulada "Modelo analítico para instrumentos musicais de cordas dedilhadas", apresentam uma abordagem experimental para o ensino da Física acústica. Os autores propõem um

modelo analítico que permite o estudo das características da Física acústica através do dedilhado em cordas do violão. Eles explicam que esse fator é fundamental para compreender os harmônicos, que são combinações de ondas sonoras. Nas conclusões, destacam o experimento como algo atrativo para os alunos, pois interliga explicações matemáticas a práticas realizadas por meio da música. Além disso, salientam a grande possibilidade de utilização de outros instrumentos musicais.

De acordo com as práticas adotadas na área de Física acústica, é perceptível o empenho dos autores em encontrar as melhores formas de transmitir conhecimento sobre o tema. Isso se deve à existência de uma variedade de materiais didáticos disponíveis para o ensino dessa disciplina, os quais possibilitam a exploração de diferentes metodologias que auxiliam os alunos a compreender os fenômenos e dinâmicas de maneira individualizada (Fortunato; Mesquita; Cruz, 2023).

É fundamental considerar que os estudantes possuem características e formas de pensamentos e aprendizados distintos, o que destaca a necessidade de utilizar abordagens alternativas na disciplina a fim de atender às diferentes demandas de aprendizagem. A esse respeito, Felber, Krause e Venquiaruto (2018) complementam o debate ao abordar a importância de se utilizar diferentes linguagens, estimular a participação e incentivar a capacidade de pensar dos alunos. Já Evangelista (2019) destaca a importância de o professor selecionar a forma de ensino que incentive a observação, visando a proporcionar condições adequadas de aprendizado.

Souza *et al.* (2021), em sua obra “Demonstração e análise da interferência acústica utilizando um ‘tubo de Quincke’ e a plataforma Arduino”, afirmam que a busca por novas estratégias experimentais é crescente devido aos benefícios que as atividades experimentais trazem para o ensino e aprendizagem da Física.

O estudo apresenta a construção de um percurso de tubo com dois caminhos com o objetivo de demonstrar as mudanças na intensidade do som durante a propagação. As conclusões ressaltam a importância da

abordagem experimental no ensino das ondas sonoras e propõem um material didático de baixo custo para ser usado em laboratórios, permitindo a visualização e facilitando a compreensão do fenômeno. O "tubo de Quincke" é apresentado como uma alternativa ao ensino de acústica devido à sua facilidade de montagem e baixo custo.

Outro trabalho que aborda esse experimento é a obra de Pizetta *et al.* (2017) intitulada "Uma avaliação experimental do tubo de ondas sonoras estacionárias". O estudo descreve a presença de ondas sonoras dentro do campo de conhecimento dos estudantes de Física e destaca as dificuldades encontradas por muitos alunos para compreender os conteúdos.

Para superar essas dificuldades é necessário um maior conhecimento de metodologias a serem adotadas durante as aulas. Nessa perspectiva, os autores realizaram uma montagem experimental usando tubos com êmbolo, conseguindo assim estabelecer uma relação entre a teoria e a prática, obtendo vários gráficos característicos tanto para tubos fechados quanto para tubos semiabertos. Em conclusão, os autores destacam a importância de utilizar experimentações, uma vez que essas permitem identificar possíveis erros que normalmente não são evidenciados apenas pela teoria.

Em concordância, essas experimentações são vistas como as melhores metodologias a serem adotadas no ensino de Física, por se tratar de observações e discussões de fenômenos produzidos. França e Lopez nos mostram que essas experimentações "[...] podem ser uma excelente ferramenta pedagógica para o ensino de Física. Além de ser capaz de motivar os alunos, devido ao seu caráter lúdico, a utilização de experimentos pode enriquecer a construção do conhecimento [...]" (2022, p. 1).

Como visto na obra anterior, o professor deve utilizar os mecanismos de experimentação com seus alunos, pois os ajudam a obter um melhor entendimento dos conteúdos; além de terem alternativas que abordam a qualificação de materiais de baixo custo.

Outro aspecto amplamente abordado nos artigos são as simulações. Conforme apontado por Medeiros e Medeiros (2002), as simulações podem ser compreendidas como representações ou modelos de objetos reais ou

imaginários, sistemas ou fenômenos. Através do uso dessas tecnologias, os estudantes conseguem visualizar os fenômenos em tempo real. Dessa forma, as simulações desempenham um papel complementar e significativo para os experimentos, pois permitem que os professores demonstrem aos alunos como tais fenômenos ocorrem em tempo real.

No estudo intitulado "Utilização de ondas acústicas para caracterização de telhas cerâmicas: uma proposta didática de ensaio não destrutivo", Carvalho Júnior *et al.* (2020) apresentam uma abordagem que evidencia a importância da Física na engenharia, sobretudo a que se refere aos materiais utilizados na construção civil. O experimento realizado consistiu na comparação da amplitude do som produzido ao deixar cair um objeto sobre duas telhas de cerâmica fabricadas com diferentes componentes. As conclusões obtidas abordam as atividades realizadas, mostrando sua eficácia na seleção dos materiais mais adequados, além de proporcionarem uma experiência de aprendizagem mais significativa no contexto da disciplina de materiais de construção.

De acordo com esse contexto, as atividades experimentais têm grande relevância não apenas no ensino e aprendizado da Física, mas também em outras áreas de estudo e graduações. É possível relacionar essa ideia com a perspectiva apresentada por Reis (2019), que destaca a importância das experimentações não apenas em cursos de licenciatura, mas também em cursos de bacharelado, como engenharia. Isso ocorre devido à necessidade desses profissionais de adquirirem uma compreensão abrangente e significativa dos conceitos de Física, o que contribui para uma formação profissional mais sólida e qualificada.

Na obra "Levitação acústica", Andrade, Pérez e Adamowski (2015) apresentam um estudo interessante e relevante para a Física, que explora a possibilidade de realizar levitação em laboratório, utilizando pequenas esferas de isopor e um levitador acústico. Os resultados obtidos permitem compreender as equações básicas da acústica, o funcionamento da levitação e a sua relação com o sistema massa-mola.

Como consequência dessas descobertas, os pesquisadores concluíram que o trabalho foi bem-sucedido e propõem sua utilização em cursos de graduação em Física como uma maneira de explorar os conceitos de ondas estacionárias, oscilações e energia potencial de forma prática e aplicada.

Por esse motivo, podemos dizer que essas montagens experimentais são diferenciadas e interessantes ao olhar dos alunos, pois de acordo com Costa “O processo investigativo é uma forma não só de valorizar os estudantes, como também de valorizar a situação dentro do próprio espaço escolar. É preciso entender que a iniciação científica não é atribuição exclusiva das ciências [...]” (Costa, 2021, p. 43), ou seja, a iniciação científica através dos experimentos causa um impacto significativo na aprendizagem dos alunos, além de despertar a curiosidade e o pensamento crítico.

Souza Jr. *et al.* (2020) trouxeram a “Física experimental com Arduino: ondas em uma corda tensionada”, um estudo utilizando a plataforma Arduino juntamente com materiais de baixo custo, a fim de buscar novas atividades experimentais para o ensino de Física. Eles também complementam que a plataforma Arduino não é tão difícil de trabalhar, ao contrário, ela facilita a interação dos softwares no computador com as montagens experimentais. Em suas conclusões, conseguiram observar as ondas sonoras emitidas, a velocidade de propagação e estudar as características dos timbres. Nas conclusões, os autores destacam a utilização do Arduino como material didático em laboratório, visto que permite a criação de diversos experimentos.

Em consonância com isso, os trabalhos que utilizam o Arduino têm apresentado uma série de resultados positivos. Isso se deve ao fato de que essa ferramenta permite explorar uma ampla gama de experimentos em diversas áreas de estudo (Monteiro *et al.*, 2022). Além disso, ao utilizar materiais de baixo custo, como o Arduino, é possível estimular a criatividade dos professores, possibilitando a realização de experimentos físicos sem a necessidade de ambientes especiais (Castro; Santos, 2022). Portanto, a utilização desses materiais se mostra uma alternativa viável tanto para o ensino básico quanto para o ensino superior.

O artigo de Errobidart *et al.* (2014), “Ouvido mecânico: um dispositivo experimental para o estudo da propagação e transmissão de uma onda sonora”, ressalta a importância de promover uma aprendizagem significativa no ensino de Física ao conectar os conhecimentos do cotidiano à sala de aula. Um exemplo disso é o estudo do ouvido humano por meio da criação de um dispositivo experimental. Esse experimento, que representa fielmente o funcionamento do ouvido humano, possibilita um estudo aprofundado da propagação das ondas sonoras, sendo amplamente utilizado na exploração desse tema.

Um aspecto muito interessante no estudo da Física é sua conexão com o cotidiano das pessoas. A Física acústica, por exemplo, está presente em diversas situações do nosso dia a dia, desde o momento em que caminhamos até quando paramos para conversar com alguém. Porém, é comum que muitas pessoas encontrem dificuldades ao lidar com essa disciplina, especialmente devido à necessidade de realizar cálculos matemáticos complexos (Nascimento, 2019). Nesse sentido, é importante ressaltar que a Física vai além desses cálculos matemáticos, abordando conceitos científicos que podem ser testados e relacionados aos acontecimentos que vivenciamos diariamente. Ao compreender esses conceitos, somos capazes de entender melhor o mundo ao nosso redor e como interagimos com ele.

O último artigo analisado, intitulado "Proposta didático-experimental para o ensino inclusivo de ondas no ensino médio", de autoria de Silveira, Barthem e Santos (2019), ressalta a relevância dos experimentos no processo de ensino e aprendizagem, destacando seus benefícios na memorização dos conceitos de Física. Este artigo enfatiza a importância de promover atividades inclusivas no sistema educacional, especialmente para alunos surdos e cegos, a fim de proporcionar experiências sensoriais por meio do uso de materiais que emitam sons ou cores.

De fato, “[...] a instituição deve se preparar para receber o educando com deficiência, desfazendo as barreiras [...] estando disposta a se adequar às necessidades de todos por meio de um currículo diverso, flexível e

inovador” (Barbosa; Bezerra, 2021, p. 6). O professor, em sua carreira profissional, se depara com uma série de dificuldades, muitas vezes sem nenhum apoio pedagógico ou político, tendo que usar a criatividade para que teoria e prática sejam contempladas pelos educandos.

Desse modo, os experimentos desempenham um papel fundamental ao ilustrar os limites das nossas percepções, destacando algumas propriedades do som e da luz, evidenciando a existência de um universo além dos nossos sentidos. Por meio de uma abordagem didático-experimental inclusiva, é possível oferecer uma vivência sensorial aos alunos, independentemente de suas deficiências, permitindo a participação plena e ativa em uma sala de aula mista.

Picanço, Andrade Neto e Geller (2021) nos confirmam que, para atender os alunos que têm algum tipo de deficiência auditiva, devemos tratar da utilização de experimentos simples, programas interativos e vídeos. Com base nessa situação, as instituições de ensino, juntamente com o corpo docente e pedagógico, precisam estar preparadas para um papel importante em nossa sociedade, que é a inclusão nas diferentes áreas de conhecimento. Poder propor conhecimento com experimentos simples a alunos com deficiência auditiva e outras tende a tornar as aulas de Física ainda mais interessantes.

Em suma, o artigo apresenta duas propostas significativas para o ensino e aprendizagem da Física, que enfatizam a reflexão sobre a teoria e prática na inclusão social de sujeitos com deficiências por meio de experimentos simples e outras ferramentas pedagógicas. Destaca-se, assim, a importância de adotar práticas educacionais que atendam às necessidades específicas de cada aluno, proporcionando uma educação inclusiva e igualitária.

CONCLUSÃO

Ao analisarmos cada artigo cuidadosamente, percebemos que há diversas contribuições significativas para o ensino e aprendizado da Física.

Isso ocorre porque todos os artigos apresentam propostas didáticas experimentais, com o intuito de aprimorar o ensino e aprendizado da disciplina. Vale ressaltar que as principais contribuições metodológicas e didáticas são experimentos de baixo custo. Muitos deles são simples, como um "cair de água", por exemplo, mas proporcionam um conhecimento incrível e significativo sobre acústica.

Além disso, há também experimentos curiosos que utilizam instrumentos musicais. Acreditamos que os alunos se sentirão mais engajados em aprender algo tão simples quanto uma nota de violão, pois isso pode incentivá-los ao interesse.

Ao analisar as contribuições mais expressos para o ensino de Física, percebemos que a inclusão social se destacou como um dos temas centrais. Isso ocorre porque essa questão reflete diretamente a realidade das escolas no Amazonas, onde há escassez de materiais e metodologias adequadas para a sala de aula. A conduta apresentada pelo autor mostrou-se especialmente interessante nesse contexto. Além disso, os experimentos voltados para alunos surdos e cegos demonstram a importância de considerar a acessibilidade no ensino de Física, incentivando outros pesquisadores a explorarem essa concepção em seus trabalhos.

Com base na realização da pesquisa sobre o estado do conhecimento, é evidente observarmos a forma como os autores tratam as práticas relacionadas aos estudos de acústica, devido a muitos deles se preocuparem em relacionar as equações matemáticas com a prática. Esta motivação está no fato de muitos estudantes terem dificuldades em manusear as equações matemáticas; neste caso, essas práticas adotadas nesses trabalhos se tornam um objeto didático essencial para se usar em sala de aula.

Os experimentos mencionados nos artigos explicitam a influência das práticas científicas em laboratórios, que é de extrema importância, pois contribui significativamente para a implementação de um pensamento científico nos alunos. Além disso, esses experimentos os incentivam a

desenvolver novos métodos de ensino de Física, pautados inteiramente em montagens experimentais.

É relevante destacar que, dentre os nove (09) artigos analisados, oito (08) concentram-se no ensino superior, e apenas um (01) aborda o ensino experimental da acústica no ensino médio. No entanto, os conceitos apresentados nos demais artigos se tornam possíveis de serem ministrados em aulas demonstrativas, sendo futuramente mostrados em salas de aula no ensino médio.

Portanto, os autores concluem que as práticas experimentais são eficazes no ensino da acústica, especialmente quando relacionadas a tecnologias como softwares e sistemas simples. Assim, encorajamos os pesquisadores a realizarem atividades didáticas semelhantes com seus alunos, tentando conhecer as perspectivas dos alunos de acordo com essas atividades, tanto no ensino médio quanto no ensino superior. Além disso, eles destacam a falta de pesquisas relacionadas à acústica e enfatizam a importância de abordar esse tema no ensino e aprendizagem da Física.

REFERÊNCIAS

ALBERT, É. Estado de conhecimento: pesquisas realizadas no Brasil sobre as narrativas de professoras. **Práxis Educativa**, [S. l.], v. 18, p. 1–13, 2023. DOI: 10.5212/PraxEduc.v.18.21292.069. Disponível em:

<https://revistas.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/view/21292>.

Acesso em: 27 out. 2023.

ANDRADE, C. R.; JR MAIA, M. S. Ensino da Física e o cotidiano: a percepção do aluno de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Sergipe. **Scientia Plena**, [S. l.], v. 4, n. 4, 2011. Disponível em:

<https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/610>. Acesso em: 8 out. 2023.

ANDRADE, M. A. B.; PÉREZ, N.; ADAMOWSKI, J. C. Levitação acústica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, p. 2304-1-2304-7, 2015. disponível em:

<https://doi.org/10.1590/S1806-11173721747>. Acesso em: 12 ago. 2023.

BARBOSA, A. K. G.; BEZERRA, T. M. C. Educação Inclusiva: reflexões sobre a escola e a formação docente. **Ensino em Perspectivas**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 1–11, 2021. Disponível em:

<https://revistas.uece.br/index.php/ensinoemperspectivas/article/view/5871>.

Acesso em: 7 jan. 2024.



CADERNOS, P. D. E. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE**. 2014. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/pr_oducoes_pde/2014/2014_unicentro_fis_artigo_adriano_monaretto.pdf. Acesso em: 28 set. 2023.

CARVALHO JÚNIOR, Á. B. de et al. Utilização de ondas acústicas para caracterização de telhas cerâmicas: uma proposta didática de ensaio não destrutivo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. e20200340, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0340>. Acesso em: 12 ago. 2023.

CASTRO, L. H. M. de; SANTOS, R. dos. O uso do Arduino e a criação de objetos educacionais em tempos e espaços desarticulados. **Revista de Ciência da Computação**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 05-12, 2020. DOI: 10.22481/recic.v2i1.6550. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/recic/article/view/6550>. Acesso em: 19 ago. 2023.

COSTA, M. F. S. da. **Levitação acústica e o ensino de ondulatória-uma abordagem investigativa**. 2021.

DUARTE, T. C. R. S. A formação do professor de Física: um estado do conhecimento. **Anais V CONEDU...** Campina Grande: Realize Editora, 2018. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/45801>. Acesso em: 19 ago. 2023.

ERROBIDART, H. A. et al. Ouvido mecânico: um dispositivo experimental para o estudo da propagação e transmissão de uma onda sonora. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, p. 1507, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172014000100025>. Acesso em: 12 ago. 2023.

ESCOLA, B. "Louis de Broglie"; **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biografia/louis-victor-pierre.htm>. Acesso em: 02 jan. 2024.

EVANGELISTA, F. L. Materiais didáticos para o ensino de Física no nível fundamental por meio de plataformas eletrônicas. **Revista do Professor de Física**, v. 3, n. 3, p. 49-68, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/26171>. Acesso em: 12 ago. 2023.

FELBER, D.; KRAUSE, J.; VENQUIARUTO, L. O uso de jogos digitais como ferramenta de auxílio para o ensino de Física. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 1, n. 2, 23 ago. 2018. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/8152>. Acesso em: 19 ago. 2023.

FERREIRA, G. C.; ALMEIDA, G. F. B. Medida da velocidade do som através da análise dos modos acústicos ressonantes utilizando um celular. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, p. e20220207, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2022-0207>. Acesso em: 12 ago. 2023.

FORTUNATO, I.; MESQUITA, A. L.; CRUZ, J. A. S. O Ensino de Física e a Complexidade: estado do conhecimento em teses e dissertações brasileiras – tomo II. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, [S. l.], v. 10, p. e023016, 2023. Disponível em: <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/rbic/article/view/1078>. Acesso em: 19 ago. 2023.

FRANÇA, G. H. de; LOPEZ, J. V. Experimento de baixo custo para o ensino de Física óptica: o caso da Lei de Malus. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, p. e20210423, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/jnQJPYWLYx389qDKGsdVJb/>. Acesso em: 19 ago. 2023.

FRAZÃO, D. **Daniel Bernoulli**. 2021. Disponível em: https://www.ebiografia.com/daniel_bernoulli/. Acesso em: 3 jan. 2024.

GATTI, B. A. PERSPECTIVAS DA FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA O MAGISTÉRIO NA EDUCAÇÃO BÁSICA: A RELAÇÃO TEORIA E PRÁTICA E O LUGAR DAS PRÁTICAS. **Revista da FAEBA: Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 29, n. 57, p. 15-28, jan. 2020. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010470432020000100015&lng=pt&nrm=iso. Acessos em: 22 set. 2023.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de empresas**, v. 35, p. 20-29, 1995. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rae/a/ZX4cTGrqYfVhr7LvVyDBgdb/?lang=pt>. Acesso em 02 jan. 2024.

HERNÁNDEZ, A. *et al.* Experimentos caseiros: Uma adaptação mão-na-massa da disciplina de Física Experimental II da UFRJ para o ensino remoto. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20210248, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/Xg7Y9bxtCsVx4pLmLfD4Gpw/>. Acesso em 02 jan. 2024.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. de. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 77–86, jun. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/4gsZ3kVfMKNxGzMcyRBZzFq/abstract/?lang=pt> Acesso em: 12 jun. 2023.

MEDEIROS, E. de M.; SILVA, VLR da. Docência no Ensino Superior: Situação do Conhecimento das produções acadêmicas na temática em questão. **Investigação, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 11, n. 2,

pág. e59511226235, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i2.26235. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/26235>. Acesso em: 12 jun. 2023.

MELO, R. B. de F. *et al.* O uso do smartphone no ensino de Física: relato de uma experiência em ondulatória. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 37366-37380, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/28051>. Acesso em: 19 ago. 2023.

MONTEIRO, J. A. *et al.* Arduino no Ensino de Física: uma Revisão Sistemática de Literatura de 2011 a 2021. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 18, n. 40, ago. 2022. ISSN 2317-5125. DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v18i40.12175>. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/12175>. Acesso em: 19 ago. 2023.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 73–80, set. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>. Acesso em: 21 set. 2023.

MOROSINI, M. C.; FERNANDES, C. M. B. Estado do Conhecimento: conceitos, finalidades e interlocuções. **Educação Por Escrito**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 154–164, 2014. DOI: 10.15448/2179-8435.2014.2.18875. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/index.php/porescrito/article/view/18875>. Acesso em: 30 jul. 2023.

MOURA, G. Y. S.; ANJOS, P. H. R. O ENSINO INTERDISCIPLINAR DA FÍSICA ATÔMICA E MOLECULAR POR MEIO DE SIMULAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA. **Revista do Professor de Física**, [S. l.], v. 6, n. Especial, p. 363–369, 2022. DOI: 10.26512/rpf.v1i1.45973. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/45973>. Acesso em: 20 out. 2023.

NASCIMENTO, J. R. dos S. **Compreendendo a Física no nosso cotidiano**. 2019.

PARREIRA, J. E.; DICKMAN, A. G. Objetivos das aulas experimentais no ensino superior na visão de professores e estudantes da engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. e20200096, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/xBPRrtNZKLT3fY8T3Wp9fCh/>. Acesso em: 20 out. 2023.

PEDROZO, F. F.; FREITAS, T. C. de. Modelo analítico para instrumentos musicais de cordas dedilhadas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, p. e20210399, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0399>. Acesso em: 12 ago. 2023.

PICANÇO, L. T.; ANDRADE NETO, A. S. DE.; GELLER, M. O Ensino de Física para Surdos: o Estado da Arte da Pesquisa em Educação. **Revista Brasileira de**

Educação Especial, v. 27, p. e0123, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbee/a/sv54VxBKCtHBn66kWPq6dyL/>. Acesso em: 12 ago. 2023.

PIZETTA, D. C. *et al.* Uma avaliação experimental do tubo de ondas sonoras estacionárias. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0264>. Acesso em: 12 ago. 2023.

REIS, M. A. F. **Efeito fotoelétrico na produção e transformação da luz:** investigação do uso de uma proposta didática para o ensino de Física em cursos de Engenharia. Teses e Dissertações PPGECIM, 2019.

ROMANOWSKI, J. P.; SILVA, P. J.; MARTINS, P. L. O. Relação teoria e prática na elaboração de saberes docentes no curso de licenciatura em Física. **EccoS-Revista Científica**, n. 51, p. 8703, 2006. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/eccos/article/view/8703>. Acesso em 22 de set. de 2023.

SANTOS, G. F. **Atividades experimentais de baixo custo para o ensino de mecânica.** 2022. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/4617>. Acesso em 22 de set. de 2023.

SARAIVA, G. D. *et al.* **Abordagem investigativa sobre o uso de smartphones em simulações experimentais de Física.** 2021. disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/210303878.pdf>. Acesso em 24 de set. de 2023.

SILVA, A. P. P. N. da; SOUZA, R. T.; VASCONCELLOS, V. M. R. de. **O Estado da Arte ou o Estado do Conhecimento.** Educação. Porto Alegre, Porto Alegre, v. 43, n. 3, e37452, set.2020. DOI: <https://doi.org/10.15448/1981-2582.2020.3.37452>. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-25822020000300005&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 25 ago. 2023.

SILVA, A. R. R. da *et al.* Pesquisa exploratória sobre ambientes ágeis e de inovação. **Revista Mackenzie de Engenharia e Computação**, v. 22, n. 1, p. 120-145, 2022. Disponível em: <https://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/rmec/article/view/14753>. Acesso em: 25 ago. 2023.

SILVA, J. B. da. David Ausubel's Theory of Meaningful Learning: an analysis of the necessary conditions. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 4, p. e09932803, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i4.2803. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/2803>. Acesso em: 25 ot. 2023.

SILVA, J. N. da *et al.* Experimentos de baixo custo aplicados ao ensino de química: contribuição ao processo ensino-aprendizagem. **Scientia Plena**, v.



13, n. 1, 2017. Disponível em:

<https://scientiaplenu.org.br/sp/article/download/3299/1614>. Acesso em: 20 de dez. 2023.

SILVEIRA, M. V. DA.; BARTHEM, R. B.; SANTOS, A. C. DOS. Proposta didático experimental para o ensino inclusivo de ondas no ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 1, p. e20180084, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/yhrjLSmgwbFjrLgcP6kSb5r/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 de dez. 2023.

SOUSA JR, I. V. de *et al.* Física experimental com Arduino: ondas em uma corda tensionada. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. e20200177, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0177>. Acesso em 12 ago. 2023.

SOUSA, A. S. de; OLIVEIRA, G. S. de; ALVES, L. H. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. **Cadernos da FUCAMP**, v. 20, n. 43, 2021. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2336>. Acesso em: 12 ago. 2023.

SOUZA, C. J. de Moraes *et al.* Demonstração e análise da interferência acústica utilizando um “tubo de Quincke” e a plataforma Arduino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20210191, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0191>. Acesso em: 12 ago. 2023.

Recebido em: 15 de agosto de 2024.

Aprovado em: 17 de março de 2025.

Publicado em: 03 de abril de 2025.

