

ARDUINO INTEGRADO AO ENSINO DE FÍSICA: REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA



ARDUINO INTEGRATED INTO PHYSICS TEACHING: SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

ARDUINO INTEGRADO EN LA ENSEÑANZA DE FÍSICA: REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

Wefiton Sousa Rocha*  

Sthephany de Castro Ruivo**  

Mairton Cavalcante Romeu***  

Alisandra Cavalcante Fernandes de Almeida****  

RESUMO

O presente artigo apresenta os resultados de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) sobre o Arduino no ensino de física, utilizando artigos científicos indexados nas plataformas CAPES, SciELO e Redalyc, no período de 2018 a 2023. O objetivo desta pesquisa foi conduzir uma análise crítica da contribuição dos estudos na área acadêmica e científica no contexto nacional. Foram adotados procedimentos de pesquisa qualitativa, fundamentados nos conceitos técnicos e científicos da RSL, com processos e dados apresentados em quadros e gráficos. Os estudos analisados evidenciaram contribuições significativas no uso de equipamentos digitais em abordagens experimentais, destacando-se pela utilização de materiais de baixo custo. No entanto, foi observada uma baixa incidência da robótica educacional como estratégia de ensino nesta amostra. Espera-se que este estudo contribua para o campo acadêmico e científico, auxiliando professores e pesquisadores acerca das estratégias de ensino envolvendo Arduino e o ensino de física.

Palavras-chave: Arduino. Ensino de Física. Revisão Sistemática de Literatura. Robótica educacional.

ABSTRACT

This paper presents the results of a Systematic Literature Review (RSL) on Arduino in physics teaching, using scientific articles indexed on the CAPES, SciELO and Redalyc platforms, from 2018 to 2023. The objective of this research was to conduct an analysis critical of the contribution of studies in the academic

* Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECEM) do Instituto Federal do Ceará (IFCE), Fortaleza, Ceará, Brasil. Endereço para correspondência: Av. 13 de maio, 2081, Benfica, Fortaleza, Ceará, Brasil, CEP: 60.040-531. E-mail: wefiton.sousa.rocha07@aluno.ifce.edu.br.

** Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECEM) do Instituto Federal do Ceará (IFCE), Fortaleza, Ceará, Brasil. Endereço para correspondência: Av. 13 de maio, 2081, Benfica, Fortaleza, Ceará, Brasil, CEP: 60.040-531. E-mail: sthephany.castro.ruivo07@aluno.ifce.edu.br.

*** Doutor em Engenharia de Teleinformática e em Física pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Docente no Instituto Federal do Ceará (IFCE), Fortaleza, Ceará, Brasil. Endereço para correspondência: Av. 13 de maio, 2081, Benfica, Fortaleza, Ceará, Brasil, CEP: 60.040-531. E-mail: mairtoncavalcante@ifce.edu.br.

**** Doutora em Educação (Currículo) pela Pontifícia Universidade de São Paulo (PUC-SP). Docente no Instituto Federal do Ceará (IFCE), Fortaleza, Ceará, Brasil. Endereço para correspondência: Av. 13 de maio, 2081, Benfica, Fortaleza, Ceará, Brasil, CEP: 60.040-531. E-mail: alisandra.cavalcante@ifce.edu.br.

and scientific area in the national context. Qualitative research procedures were adopted, based on the technical and scientific concepts of RSL, with processes and data presented in tables and graphs. The studies analyzed showed significant contributions to the use of digital equipment in experimental approaches, highlighting the use of low-cost materials. However, a low incidence of educational robotics as a teaching strategy was observed in this sample. It is expected that this study will contribute to the academic and scientific field, helping teachers and researchers about teaching strategies involving Arduino and physics teaching.

Keywords: Arduino. Teaching Physics. Systematic Literature Review. Educational Robotics.

RESUMEN

Este artículo presenta los resultados de una Revisión Sistemática de la Literatura (RSL) sobre Arduino en la enseñanza de la física, utilizando artículos científicos indexados en las plataformas CAPES, SciELO y Redalyc, de 2018 a 2023. El objetivo de esta investigación fue realizar un análisis crítico de la Aporte de los estudios del área académica y científica en el contexto nacional. Se adoptaron procedimientos de investigación cualitativa, basados en los conceptos técnicos y científicos de RSL, con procesos y datos presentados en tablas y gráficos. Los estudios analizados mostraron contribuciones significativas al uso de equipos digitales en abordajes experimentales, destacando el uso de materiales de bajo costo. Sin embargo, en esta muestra se observó una baja incidencia de la robótica educativa como estrategia docente. Se espera que este estudio contribuya al campo académico y científico, ayudando a docentes e investigadores sobre estrategias de enseñanza que involucran Arduino y la enseñanza de la física.

Palabras clave: Arduino. Enseñanza de Física. Revisión Sistemática de la Literatura. Robótica educativa.

1 INTRODUÇÃO

O emprego crescente de dispositivos eletroeletrônicos por professores de física representa uma evolução significativa, impulsionada pelo desejo de integrar a robótica educacional aos temas tratados na disciplina. Nesta abordagem, tem-se como meta não apenas enriquecer a experiência do aprendiz, mas também aprimorar os experimentos práticos, abrangendo o contexto dos alunos (Motta; Kalinke; Mocrosky, 2018).

A integração da tecnologia no currículo escolar proporciona um ambiente favorável para tornar a aprendizagem mais dinâmica e eficaz. Nesse sentido, é fundamental que a experiência de aprendizagem seja relevante para o aluno, levando em conta seus conhecimentos prévios e promovendo a transição do conhecimento do senso comum para o científico (Silva; Mello, 2024).

Muitas vezes, a abordagem convencional do ensino de física nas escolas parece distante do cotidiano dos alunos, os quais estão profundamente imersos no universo digital, participando ativamente de sociedades virtuais via redes sociais e aplicativos de mensagens. A rápida evolução tecnológica demanda, inclusive dos professores mais tradicionais, a incorporação de

recursos digitais e dispositivos eletrônicos em suas aulas, com mudanças relevantes em suas abordagens e nos métodos de ensino (Ortunes; Sousa, 2018).

De acordo com Silva *et al.* (2018), as dificuldades na integração dos recursos tecnológicos no contexto escolar são atribuídas às necessárias mudanças no planejamento, currículo e nos métodos de avaliação. A escassez de preparo por parte dos professores surge como um dos principais desafios para a utilização efetiva de dispositivos eletrônicos quando disponibilizados pelas escolas.

A habilidade de adaptação torna-se crucial para garantir uma aprendizagem impactante, alinhada às demandas contemporâneas e à constante evolução do ambiente digital. A adoção desses equipamentos continua em fases iniciais nas escolas públicas, diferenciando-se do cenário observado em Instituições de Ensino Superior (IES), onde tais dispositivos já são empregados em pesquisas de maneira mais consolidada (Pasinato; Trentin, 2020).

Castilho, Oliveira e Dutra (2021) citam a escassez de equipamentos específicos e a precariedade dos laboratórios didáticos, resultantes do baixo investimento nas escolas públicas, com impacto negativo no letramento científico. Uma alternativa viável para superar essa limitação é o uso de dispositivos de baixo custo na instrumentação eletrônica, dada a elevada despesa associada aos equipamentos comerciais convencionais. Diante disso, destacam-se opções como a plataforma Arduino, resistores, sensores, baterias, entre outros recursos acessíveis (Oliveira *et al.*, 2020).

Para enriquecer as atividades experimentais em laboratórios de física sem incorrer em altos custos, a plataforma Arduino surge como uma alternativa acessível para automatizar a aquisição de dados. Essa plataforma integra *hardware* e *software*, proporcionando uma experiência acessível a todos, incluindo professores e alunos, independentemente de suas formações. Moreira *et al.* (2018) exploraram o uso do Arduino voltado ao ensino de física em uma revisão bibliográfica que abrange o período de 2013 a 2017, considerando o uso de equipamentos e materiais de baixo custo para a prática experimental e sua aplicação em sala de aula. No entanto, não houve um foco específico na descrição das áreas da física mais abordadas nos estudos, sejam elas clássicas ou modernas, do ensino básico ao superior, que é uma das principais metas deste artigo.

A versatilidade da plataforma permite explorar conceitos de eletrônica e programação, destacando-se por sua utilidade em uma variedade de aplicações, desde experimentos simples a projetos complexos. Com capacidade de executar comandos, o Arduino é uma ferramenta

valiosa para atividades práticas, contribuindo consideravelmente para o processo de ensino e de aprendizagem (Oliveira *et al.*, 2020).

A utilização do Arduino pode estimular o pensamento crítico, a resolução de problemas e a colaboração entre os estudantes. Em contraste com abordagens de aprendizagem mecânica que, muitas vezes, se restringem à reprodução de fórmulas e procedimentos matemáticos, a aprendizagem significativa, aliada ao uso da robótica, permite que os alunos explorem, compreendam e apliquem conceitos de maneira mais prática e interativa (Moreira, 2021).

A relevância do Arduino no contexto educacional levou à realização desta Revisão Sistemática de Literatura (RSL). Okoli *et al.* (2019) destacam que as revisões de literatura não devem apenas atender às necessidades ou incentivar aprendizados individuais, mas têm a finalidade de beneficiar a comunidade acadêmica, proporcionando confiança aos leitores que buscam síntese de estudos, com destaque de informações relevantes, o que facilita a identificação de áreas mais exploradas, poupando tempo e esforço dos pesquisadores.

Esta revisão tem o objetivo de destacar o papel fundamental do Arduino no ensino de física, evidenciando sua contribuição para o desenvolvimento em âmbito acadêmico e científico, por meio da análise crítica no cenário nacional, abrangendo o período de 2018 a 2023.

Cabe salientar que, além desta introdução, na qual apresenta-se a justificativa e o objetivo da revisão, a presente pesquisa estrutura-se em quatro seções adicionais: o referencial teórico, que oferece uma breve contextualização da aplicação da plataforma Arduino e da estruturação da Revisão Sistemática de Literatura (RSL); a metodologia, contemplando o detalhamento e os procedimentos da RSL, incluindo a seleção e análise dos estudos; a análise e resultados, com a apresentação dos artigos selecionados, as áreas da física abordadas e o uso de equipamentos acessíveis, juntamente à análise das perguntas de qualidade de avaliação; e, por fim, as considerações finais, que fornecem uma síntese dos resultados, implicações e sugestões para futuras pesquisas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção contempla a síntese da plataforma Arduino e como a aplicação da Revisão Sistemática de Literatura (RSL) deve ser conduzida na análise de estudos relevantes em um campo específico.

2.1 Plataforma Arduino

Concebido em 2005 por pesquisadores italianos insatisfeitos com a escassez de placas acessíveis e esquemas simplificados, o propósito inicial da plataforma Arduino foi democratizar o acesso à eletrônica, tornando-a mais amigável a todos e, desde então, tem se estabelecido como uma ferramenta popular e influente na eletrônica DIY (sigla em inglês de “faça você mesmo”) e prototipagem rápida (Arduino, 2018).

Com *hardware* e *software* flexíveis e de fácil utilização, a plataforma Arduino disponibiliza uma ampla variedade de placas e acessórios, e permite a criação de projetos interativos e dispositivos eletrônicos (Moreira *et al.*, 2018). Cabe ressaltar que esta possui sua própria linguagem de programação, baseada em C/C++, e Interface de Desenvolvimento Integrada (IDE), simplificando a escrita e o carregamento de código para a placa.

O Arduino tornou-se popular, em parte, devido aos ambientes de programação *Processing* e *Wiring*, que proporcionam uma interface amigável aos usuários, um dos principais atrativos da plataforma. Antes do Arduino, programar um microcontrolador exigia um processo de aprendizado longo e desafiador, afastando muitos interessados em eletrônica (Arduino, 2018).

A acessibilidade, flexibilidade e facilidade de uso contribuíram para a sua ampla adoção por engenheiros, artistas e estudantes, em todo o mundo. Além disso, o Arduino oferece ampla gama de recursos e bibliotecas que simplificam o desenvolvimento de uma variedade de projetos, desde simples sensores e atuadores a sistemas mais complexos de automação e robótica (Oliveira *et al.*, 2020).

2.2 Sobre a Revisão Sistemática de Literatura (RSL)

O objetivo do método de pesquisa de Revisão Sistemática de Literatura (RSL) é reunir, de forma imparcial, todas as evidências relevantes disponíveis relacionadas à determinada pesquisa específica. A ênfase na abordagem sistêmica é fundamental para examinar a literatura sobre um ou alguns tópicos específicos, de maneira rigorosa e metodologicamente consistente, oferecendo transparência. Essa abordagem é crucial para fornecer uma visão abrangente e confiável sobre o estado atual do conhecimento em determinada área (Dermeval; Coelho; Bittencourt, 2020).

Durante o processo, um protocolo detalhado é elaborado, definindo critérios de inclusão/exclusão, estratégias de busca, métodos de seleção e análise dos estudos. A busca é conduzida de maneira abrangente em bases de dados bibliográficos, a fim de minimizar qualquer viés na seleção dos estudos, sendo realizada com critérios rigorosos para garantir a inclusão apenas de trabalhos relevantes para a área de pesquisa. Cada estudo incluído é avaliado cautelosamente quanto à sua validade e à qualidade. Os dados são extraídos de forma padronizada, e uma síntese sistemática dos resultados é conduzida, muitas vezes, com métodos estatísticos ou qualitativos, dependendo da natureza dos dados (Araújo *et al.*, 2023).

Considerando esses aspectos, Apocalypse e Jorente (2022) apresentam um conjunto de etapas para conduzir uma RSL, visando à organização e sistematização do processo de pesquisa. As etapas incluem: (1) determinar o objetivo da pesquisa; (2) elaborar o protocolo RSL; (3) definir os critérios de inclusão/exclusão; (4) realizar a busca e seleção dos trabalhos científicos; (5) analisar e sintetizar os dados; e (6) apresentar os resultados.

Os resultados são apresentados de maneira clara e transparente, frequentemente em tabelas, quadros, gráficos ou outros formatos visuais. Na discussão são interpretados os resultados em relação aos objetivos da pesquisa, contemplando a qualidade e aplicabilidade dos estudos incluídos, e concluindo com base nas evidências disponíveis. Esse método é altamente valorizado na pesquisa científica devido à sua capacidade de oferecer uma visão abrangente e confiável sobre um tema específico. Frequentemente, é utilizada para identificar lacunas que merecem investigação futura (Okoli *et al.*, 2019).

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa baseou-se em uma abordagem essencialmente qualitativa. Seguiram-se as etapas delineadas por Apocalypse e Jorente (2022) em uma RSL, o que possibilitou uma análise abrangente dos artigos selecionados e a síntese dos resultados obtidos.

Com a definição do protocolo RSL, foi estabelecido um filtro temporal de 2018 a 2023 para verificar a relevância dos artigos publicados em língua portuguesa sobre o uso do Arduino no ensino de física. Foram consultadas três bases de artigos científicos: Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), *Scientific Electronic Library On-line* (SciELO) e *Redalyc Scientific Information System*. Os termos de busca da pesquisa determinados foram as palavras-chave "Arduino" e "Ensino de Física". Ainda foram

formulados critérios de inclusão e exclusão, com o propósito de obter a credibilidade científica, como mostrado no Quadro 1.

Quadro 1 - Critérios de inclusão e exclusão.

Códigos	Critérios	Categorias
Critério 1	Artigos de Arduino para o ensino de física	Inclusão
Critério 2	Artigos de prática experimental com Arduino	Inclusão
Critério 3	Arduino não aplicado ao ensino de física	Exclusão
Critério 4	Textos utilizando formatos distintos do artigo científico	Exclusão
Critério 5	Ensino de Física não aplicado ao curso de física	Exclusão
Critério 6	Artigos que são uma RSL, revisão bibliográfica	Exclusão
Critério 7	Artigos que não estejam em português	Exclusão
Critério 8	Artigos duplicados	Exclusão

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A definição desses critérios torna-se essencial para o cumprimento da filtragem dos artigos pelo pesquisador, que assim manterá o percurso científico e evitará a mistura de informações imprecisas e incoerentes.

Na modelagem de pesquisa realizada no Portal de Periódicos da Capes, utilizou-se “Arduino AND Ensino de Física”; na SciELO, usou-se “Arduino” and “Ensino de Física”; e, na Redalyc, empregou-se o operador *booleano* na busca, resultando em “Arduino” AND “Ensino de Física”. A partir disso, as análises dos títulos, as palavras-chave e os resumos dos artigos permitiram verificar a conformidade com os critérios de inclusão e exclusão.

Como resultado dessa primeira etapa, 89 artigos foram identificados, distribuídos entre as três bases de dados, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 - Relação da quantidade de artigos por base de dados.

Nº	Nome da base	Total de artigos
1	SciELO - Biblioteca Eletrônica Científica <i>On-line</i>	40
2	Portal de Periódicos da Capes	34
3	Redalyc Scientific Information System	15
TOTAL		89

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Do total de artigos encontrados, 39 estudos não se enquadraram em algum critério de inclusão e atenderam, pelo menos, a um critério de exclusão. Na SciELO, foram identificados oito artigos que satisfizeram o critério 1; cinco artigos que obedeceram ao critério 2; e 16 artigos se enquadraram em ambos os critérios. No Portal de Periódicos da Capes, três artigos obedeceram ao critério 1; quatro artigos atenderam ao critério 2; e 11 artigos cumpriram ambos

os critérios. No Redalyc, nenhum artigo obedeceu ao critério 1; apenas um adequou ao critério 2; e um artigo atendeu aos critérios 1 e 2. No Quadro 3 é exibida a organização desses dados.

Quadro 3 - Relação da quantidade de artigos por critério e base de dados.

Nome da base	Critério 1	Critério 2	Em comum
SciELO - Biblioteca Eletrônica Científica <i>On-line</i>	8	5	16
Portal de Periódicos da Capes	3	4	11
Redalyc Scientific Information System	0	1	1
TOTAL	11	10	28

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Dos artigos identificados em relação ao total encontrado (89 artigos), 31,46% atenderam aos critérios de inclusão previstos. Após essa fase inicial, foram definidos métodos de avaliação para uma análise objetiva dos trabalhos selecionados. Esses critérios incluíram perguntas de qualidade de avaliação, tais como: "O Arduino está sendo utilizado em conjunto com materiais de baixo custo?"; "Alguma metodologia ou abordagem de ensino foi empregada?"; "Utilizaram-se equipamentos digitais?"; "Dados foram coletados?"; e "Houve aplicação em alguma turma?". Essa estrutura proporciona uma verificação mais precisa e abrangente dos estudos selecionados.

Com base na caracterização de análises baseadas em categorias para identificar áreas ou estratégias utilizadas em trabalhos científicos, empregamos: (1) Física Clássica e/ou Tradicional (FCT); e (2) Física Moderna e/ou Contemporânea (FMC), como forma de abranger artigos desde assuntos do ensino fundamental até o nível superior.

4 ANÁLISE E RESULTADOS

Nesta seção, são apresentados os principais resultados da revisão, enfatizando o alinhamento dos estudos com as diversas áreas da física e a conformidade com as perguntas de qualidade de avaliação.

4.1 Descrição dos artigos selecionados

No Quadro 4 são apresentados com detalhes, contendo a identificação "ID" (composta pela letra P seguida de um número sequencial), o ano de publicação, o Qualis, o título e os autores de cada estudo dos 28 artigos restantes.

Quadro 4 - Artigos restantes para a análise.

ID	Ano	Qualis	Título	Autoria
P1	2018	A1	Audiotermômetro: um termômetro para a inclusão de estudantes com deficiência visual	Cordova; Aguiar; Amorim; Sathler; e Santos
P2	2018	A1	Desenvolvimento de um aparato experimental de baixo custo para o estudo de objetos em queda: análise do movimento de magnetos em tubos verticalmente orientados	Szmoski; Doff; Lenart; Schwiderke; e Fachini
P3	2018	A1	Sistema <i>photogate</i> de seis canais analógicos para laboratórios didáticos de física	Carvalho Neto; Apolinário; e Soares
P4	2018	A1	A robótica livre e o ensino de física e de programação: desenvolvendo um teclado musical eletrônico	Andrade; Vicente; Leite; Cabral; Baldow; Rocha; e Leão
P5	2018	A1	Estudo de gráficos da cinemática através do jogo batalha naval e de atividades robóticas	Dworakowski; Dorneles; e Hartmann
P6	2018	A1	Ciclo de modelagem associado à automatização de experimentos com o Arduino: uma proposta para formação continuada de professores	Corrallo; Junqueira; e Schuler
P7	2019	A4	Ensino de termometria e tecnologias de inovação: realidade e possibilidades de uma prática educacional usando Arduino	Moura; Gomes; Maria; e Moura
P8	2019	A1	Descrição temporal de forças de colisão: um modelo didático para laboratório de física assistido por sistema embarcado	Nascimento Júnior; Borges; e Nascimento
P9	2019	A1	Práticas experimentais de física a distância: desenvolvimento de uma aplicação com Arduino para a realização do experimento de Millikan remotamente	Barros e Dias
P10	2019	A1	Proposta experimental para análise das variáveis de estado dos gases com Arduino	Cardoso; e Zannin
P11	2019	A1	Proposta didático experimental para o ensino inclusivo de ondas no ensino médio	Silveira; Barthem; e Santos
P12	2019	A1	Estudo das propriedades do Diodo Emissor de Luz (LED) para a determinação da constante de Planck numa maquete automatizada com o auxílio da plataforma Arduino	Oliveira; Ramos; Silva; Chaves; e Melo
P13	2020	A1	Construção de uma maquete experimental automatizada para a determinação da constante de Planck com o auxílio da plataforma Arduino	Oliveira; Ramos; Silva; Chaves; e Melo
P14	2020	A1	Uso do Arduino como um sistema alternativo para medir radiação solar global e práticas educacionais	Alves; Reis; Querino; Moura; Feitosa; e Martins
P15	2020	A1	Física experimental com Arduino: ondas em uma corda tensionada	Sousa Júnior; Miranda; Nascimento; e Araújo
P16	2020	A1	Um marégrafo ultrassônico baseado na placa Arduino para investigação do fenômeno das marés	Soares e Amorim
P17	2020	A1	Velocidade do som em metais pelo método do tempo de voo	Souza Júnior; Araújo; e Kakuno
P18	2020	A1	Construção de uma maquete experimental automatizada para o estudo da polarização da luz e comprovação experimental da Lei de Malus com o auxílio da plataforma Arduino	Oliveira; Silva; Ramos; Melo; Takiya; e Chaves
P19	2020	A1	Experimento de difração luminosa utilizando coleta de dados totalmente automatizada por Arduino	Admiral
P20	2021	A2	O uso do Arduino para o estudo de circuitos do tipo RC	Souza; Costa; Esmeraldo; e Silva
P21	2021	A1	Proposta de atividade experimental para estudos de frequências de um marcador de tempo usando Arduino	Silva; Schmidt; e Laburú

P22	2021	A1	Polaridade magnética e sensor Hall: uma proposta de experimento para os ensinos fundamental e médio	Soares; Pereira Júnior; Moreira; e Chiavini
P23	2021	A1	Demonstração e análise da interferência acústica utilizando um “tubo de Quincke” e a plataforma Arduino	Souza; Silva; Leite; e Monteiro
P24	2021	A1	Construção de um kit experimental com Arduino para ensino de oscilações em tempo real	Pereira; e Silva
P25	2021	A1	Desenvolvimento de uma Microbalança de Cristal de Quartzo (MCQ) experimental como ferramenta para o ensino de física moderna	Lima; Marson; e Santos
P26	2022	A3	Aula experimental remota: determinação do coeficiente de restituição utilizando Arduino	Admiral
P27	2022	B4	Robótica educacional em aulas de física do ensino médio como um recurso para melhorar o pensamento crítico dos alunos	Duminelli; Aylon; e Gomes
P28	2022	A3	Protótipo detector de faíscas para partículas alfa: uma proposta educacional sem uso de fontes radioativas	Maquera; Melquiades; Silva; Toghinho; Silva; Laburú; e Bastos

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Foram identificados seis artigos, de 2018, 2019 e 2021, e sete artigos de 2020. Entretanto, a quantidade de artigos diminuiu nos anos subsequentes, com apenas três artigos de 2022 e nenhum artigo de 2023. Essa distribuição sugere variação na produção de artigos que atendem aos critérios estabelecidos, com um pico em 2020, e redução nos anos seguintes.

A leitura completa dos artigos selecionados permitiu realizar uma análise detalhada, segundo as perguntas de qualidade de avaliação, destacando-se tanto os aspectos positivos quanto as dificuldades encontradas no uso do Arduino no ensino de física. Os artigos apresentaram um conjunto diversificado de abordagens, projetos direcionados ao ensino de física e ampla variedade de construções e desenvolvimentos, incluindo maquetes experimentais, equipamentos de medição, instrumentos musicais, detectores, sistemas de instrumentação remota, módulos didáticos e *kits* experimentais.

No Quadro 5, constam as categorias de análise e os artigos que se enquadraram em cada uma delas.

Quadro 5 - Relação de categorias de análise *versus* artigos.

Categorias	Artigos
Física Clássica e/ou Tradicional (FCT)	P1; P2; P3; P4; P5; P6; P7; P8; P10; P11; P15; P16; P17; P18; P19; P20; P21; P22; P23; P24; P26; P27
Física Moderna e/ou Contemporânea (FMC)	P9; P12; P13; P14; P25; P28

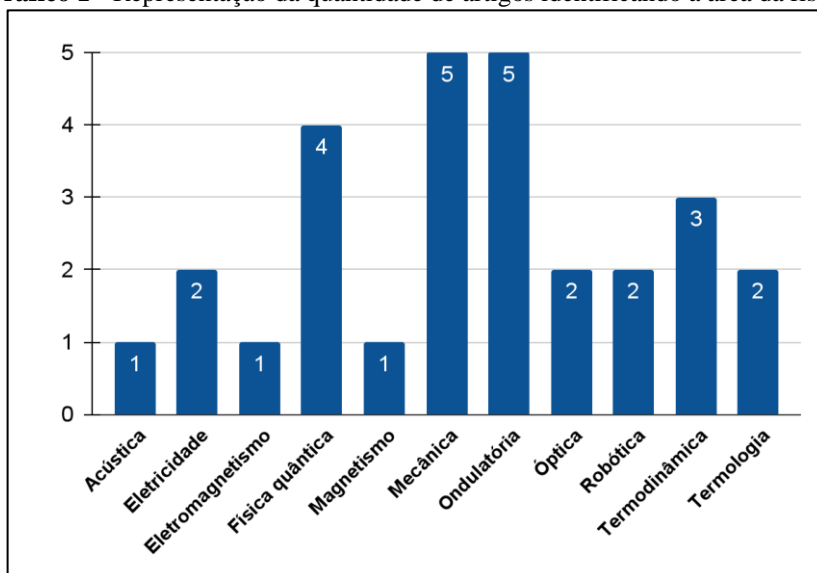
Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Há marcante disparidade entre os artigos direcionados à FCT e aqueles voltados à FMC. Dos 28 artigos analisados, 22 concentram-se na FCT, enquanto apenas seis abordam a FMC. Isso representa significativa predominância de estudos relacionados aos princípios e às teorias

clássicas, em comparação com as áreas mais recentes da física. Assim, traduz-se em uma representação desigual de, aproximadamente, 79% para a FCT e 21% para a FMC, nos estudos analisados.

Constataram-se diversas áreas da física nos artigos analisados. A maioria dos estudos aborda temas relacionados à mecânica e à ondulatória, enquanto as áreas de acústica, eletromagnetismo e magnetismo são menos exploradas, como demonstrado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Representação da quantidade de artigos identificando a área da física.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Além dessas, outras áreas não foram abordadas como assunto principal ou não foram tratadas nos artigos analisados. A robótica educacional foi discutida em apenas dois artigos (P4 e P27). Apesar de sua importância social e do avanço tecnológico que facilita o acesso de educadores e alunos a equipamentos digitais, a amostra analisada não apresentou uma quantidade significativa de artigos selecionados sobre esse tema.

Embora haja possíveis restrições financeiras enfrentadas por alguns professores e estudantes, a robótica educacional desempenha um papel crucial na promoção da inclusão social e da multidisciplinaridade, sendo cada vez mais integrada nas escolas, tanto como componente curricular quanto extracurricular (Santos; Silva, 2020). Além disso, a redução dos preços de dispositivos elétricos e eletrônicos tornou sua aplicação em sala de aula ou laboratório didático uma opção viável.

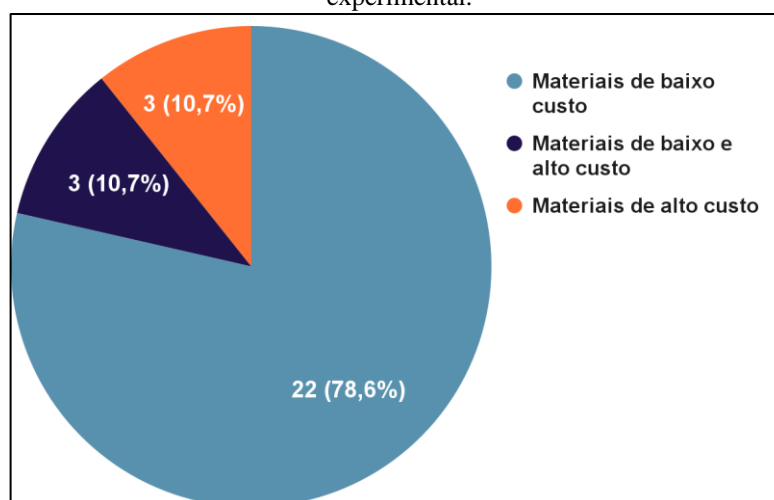
4.2 Enquadramento dos artigos selecionados às perguntas de qualidade de avaliação

A primeira pergunta de qualidade de avaliação, escolhida para a análise, trata-se da utilização do Arduino em conjunto com materiais acessíveis. A adoção e produção de equipamentos e instrumentos experimentais, utilizando materiais de baixo custo, ampliam o acesso a uma variedade de práticas do ensino em física. Essa abordagem ressalta a versatilidade desses aparatos na utilização e avaliação no ambiente escolar. Nesse contexto, justifica-se a busca dos professores por métodos que adotem esses materiais no processo de ensino para facilitar a aprendizagem e contribuir para o desenvolvimento do conhecimento dos alunos (Martins; Rodrigues; Andrade, 2022).

Os artigos em que foram empregados e desenvolvidos experimentos com materiais de baixo custo abrangem P1; P2; P3; P4; P5; P6; P7; P8; P9; P10; P11; P14; P16; P17; P19; P20; P21; P22; P23; P24; P27; e P28, totalizando 22 estudos que enfatizaram a acessibilidade financeira em práticas experimentais. Nos estudos P13; P15; e P26, os autores mencionam que seus experimentos foram construídos com componentes de baixo custo, embora o investimento total para suas produções tenha sido relativamente alto em comparação com os demais. Por outro lado, os artigos P12; P18; e P25 apresentaram experimentos com um investimento mais elevado, pois necessitavam de instrumentos de laboratório, apesar de também utilizarem componentes de baixo custo.

No Gráfico 2, são apresentadas a quantidade e a porcentagem do uso de materiais de baixo custo, de alto custo e de ambos nos experimentos dos 28 artigos.

Gráfico 2 - Representação percentual da quantidade de artigos identificando a descrição do material experimental.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Com base no Gráfico 2, é possível concluir que, nos artigos, os autores enfatizaram o uso de experimentos com materiais de baixo custo, buscando facilitar a reprodução por parte dos leitores e demonstrar práticas experimentais que vão além dos equipamentos laboratoriais.

Dois artigos (P1 e P11) propuseram experimentos voltados à integração e inclusão de pessoas com deficiências visuais e auditivas, objetivando aprimorar as experiências práticas no ensino de física. No entanto, esse tema representou apenas 7,1% dos artigos analisados, o que sugere um percentual baixo e indica possível desinteresse ou a falta de conhecimento sobre esse tema. Cordova *et al.* (2018) enfatizam a falta de propostas que facilitem a inclusão, a fim de promover avanços na criação de materiais didáticos, adaptação dos currículos escolares e apoio aos professores durante o ensino em sala de aula.

A segunda pergunta de qualidade de avaliação considerada foi a aplicação de metodologia ou abordagem didática de ensino nos estudos, e apenas sete artigos (P5; P6; P7; P9; P11; P26; e P27) atenderam a esse critério. Esse número corresponde a 25% do total de escritos analisados e evidenciam uma concentração no desenvolvimento de aparatos experimentais, mas sem indicar possíveis aplicações embasadas em referenciais teóricos. Isso sugere uma lacuna na integração de teoria e prática nos estudos.

Silva, Lima e Pontes (2023) destacam que o processo cognitivo precede à aprendizagem significativa e enfatizam que a linguagem, através de suas representações, tem a capacidade de manipular conceitos e propriedades, servindo como um meio para a aplicação de experimentos tecnológicos.

A terceira pergunta de qualidade de avaliação estabelecida diz respeito à utilização de equipamentos digitais em conjunto com o Arduino. Em 19 artigos, os autores abordaram o uso desses dispositivos (especificamente P1; P2; P3; P4; P5; P6; P7; P8; P9; P13; P15; P16; P17; P18; P19; P23; P24; P25; e P26), o que representa 67,8% dos estudos analisados. Essa predominância indica um foco significativo na utilização e aplicação desses instrumentos no desenvolvimento das pesquisas, evidenciando a relevância do Arduino e dos dispositivos digitais nas investigações educacionais analisadas.

Integrar a tecnologia à educação apresenta desafios e oportunidades para os professores, tendo em vista que estes precisam estar preparados para lidar com esse cenário, tanto no ambiente escolar quanto no social. É responsabilidade do educador elaborar o planejamento e desenvolver técnicas e estratégias que facilitem a compreensão e absorção dos conteúdos pelos alunos (Barros, 2019).

Para alguns professores, a utilização da tecnologia em sala de aula resume-se a uma simples ferramenta de apoio à metodologia tradicional, sem a implementação de estratégias que promovam uma abordagem inovadora no ensino. É preciso preocupar-se com a implementação detalhada e esquematizada para realizar uma abordagem baseada no currículo (Field's; Ribeiro; Souza, 2021).

A quarta pergunta de qualidade de avaliação estabelecida refere-se à utilização de ferramentas e processos para a coleta de dados. Foi identificado que em 24 artigos constam análises de dados estatísticos e/ou discursivos, incluindo os artigos P2; P3; P5; P6; P7; P8; P9; P10; P12; P13; P14; P15; P16; P17; P18; P19; P20; P21; P23; P24; P25; P26; P27; e P28. Apenas quatro escritos (P1; P4; P11; e P22) não apresentaram a aplicação de atividades, questionários, planilhas, observações, experimentos, entrevistas e análise de documentos. No entanto, sabe-se que essas são algumas maneiras pelas quais os dados podem ser coletados e que tais técnicas permitem uma análise abrangente e sólida do estudo.

A coleta de dados pode ser realizada por meio de pesquisa qualitativa, quantitativa ou mista, enquanto os objetivos do estudo são determinantes para a escolha da abordagem mais adequada. A pesquisa qualitativa é útil quando se deseja explorar as perspectivas e opiniões dos participantes, utilizando perguntas abertas para obter respostas e informações detalhadas. Por outro lado, na pesquisa quantitativa, empregam-se perguntas fechadas para coletar dados numéricos, facilitando análises estatísticas. Já a pesquisa mista combina elementos das duas abordagens para oferecer uma compreensão mais abrangente do fenômeno em estudo (Creswell, W.; Creswell, D., 2021).

A quinta pergunta de qualidade de avaliação focou na aplicação do Arduino em sala de aula. Apenas sete estudos (P4; P5; P6; P7; P9; P26 e P27) abordaram a aplicação e avaliação desses dispositivos, o que representa apenas 25% dos artigos selecionados. Isso evidencia uma baixa abordagem na implementação de práticas experimentais para analisar o aprendizado dos alunos, com a maioria dos artigos se concentrando no desenvolvimento de produtos educacionais e na montagem desses dispositivos, complementados por embasamento teórico para facilitar a compreensão do seu funcionamento.

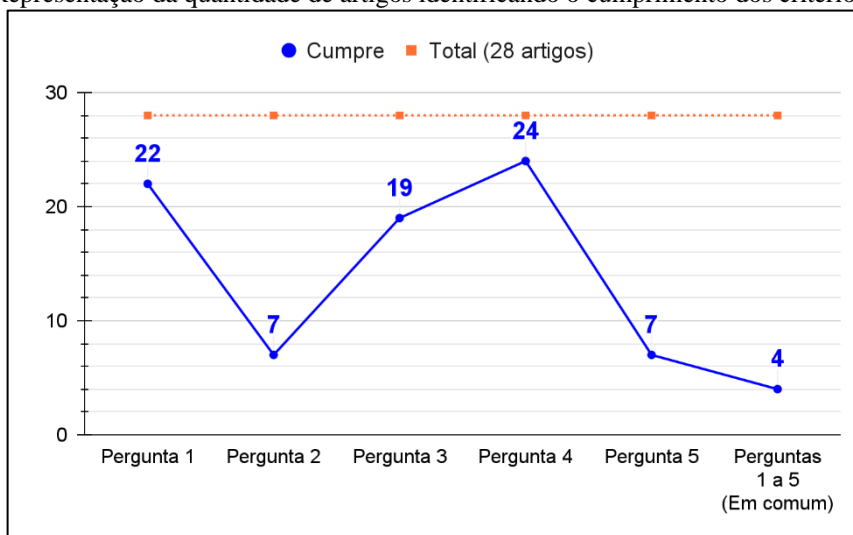
Sousa e Santos (2020, p.1.398) afirmam:

[...] toda pesquisa tem como intencionalidade indagar algo a partir de uma problemática vivenciada no contexto social, tendo como objetivo responder à pergunta problema e às preocupações de elaborar novos conhecimentos que possibilitem compreender/transformar a real condição do que está sendo estudado.

A elaboração e descrição de um aparato experimental ou abordagem pedagógica podem oferecer compreensões e gerar novos conhecimentos sobre o assunto estudado. No entanto, uma maneira de compreender a relevância e o impacto do que está sendo proposto em estudos pode ser com a aplicação em turmas, o que possibilita obter informações sobre a abordagem ou experimentação atribuída, de modo a contribuir na obtenção de relatos relevantes que possam informar melhorias nas estratégias adotadas na utilização de determinada ferramenta pedagógica.

Após classificar os artigos conforme as perguntas de qualidade de avaliação, apenas quatro responderam a todas as cinco perguntas propostas (P5; P6; P7 e P9), representando 14,2% do total analisado. O Gráfico 3 mostra a quantidade de artigos que cumpriram cada uma das perguntas (1, 2, 3, 4 e 5), destacando os quatro artigos que atenderam a todos os requisitos.

Gráfico 3 - Representação da quantidade de artigos identificando o cumprimento dos critérios de avaliação.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Como ilustrado no Gráfico 3, verificou-se que as perguntas 2 e 5 foram atendidas de maneira equitativa, com um total de sete artigos cada. A pergunta 4 apresentou o maior número de artigos atendidos, com 24 estudos, os quais utilizaram ferramentas para coletarem dados.

Por fim, a integração da tecnologia na educação é de suma importância para o ensino de física. O desenvolvimento de estratégias de ensino pode ajudar a promover a aprendizagem dos alunos, através de práticas experimentais adaptadas aos contextos social e escolar. O uso do

Arduino facilita a interação com conceitos de eletrônica e programação, fornecendo uma formação complementar aos conceitos físicos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração desta revisão sistemática de literatura possibilitou identificar diversas aplicações do Arduino no ensino de física, além de proporcionar uma visão abrangente do progresso das pesquisas nessa área. Observou-se alta incidência de experimentos utilizando materiais de baixo custo, evidenciando a preocupação dos pesquisadores com possíveis aplicações práticas e replicabilidade desses estudos.

O uso da tecnologia no ensino ainda enfrenta desafios relacionados à disponibilidade de equipamentos, infraestrutura e à formação dos professores. Uma abordagem de ensino eficaz deve ser alinhada aos objetivos da aula, garantindo o aprendizado e considerando o contexto dos alunos, a fim de assegurar o uso eficaz da ferramenta pedagógica.

Houve um desequilíbrio significativo nas categorias de análise, com concentração notável de estudos abordando temas da física clássica e/ou tradicional, típicos dos níveis de ensino fundamental e médio. Por outro lado, destacou-se uma escassez de trabalhos explorando a física moderna e/ou contemporânea, mais abordada no ensino superior. Isso pode indicar um possível maior interesse ou compreensão, por parte dos pesquisadores, em tópicos direcionados ao ensino básico.

Apesar da relevância científica e tecnológica da robótica educacional, foram observados apenas dois artigos nesta revisão. Isso pode indicar, dentro dos critérios adotados na amostragem, pouca utilização nas práticas experimentais no ensino de física.

Consequentemente, observou-se maior ênfase na exploração das áreas de mecânica e ondulatória, ao passo que acústica, eletromagnetismo e magnetismo foram menos abordados. Essa discrepância evidencia lacunas na pesquisa em física que poderiam ser preenchidas com a aplicação de práticas e ferramentas didáticas com o uso do Arduino, sendo voltadas para essas áreas menos exploradas.

Espera-se que esta análise do uso do Arduino no ensino de física se torne uma referência útil para pesquisadores e professores interessados em desenvolver experimentos e aplicações práticas com Arduino, com dispositivos elétricos e eletrônicos relacionados aos conteúdos de física em suas aulas.

REFERÊNCIAS

ADMIRAL, T. D. Aula experimental remota: determinado do coeficiente de restituído utilizando Arduino. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 34, n. 1, p. 81-90, 2022. ISSN 0326-7091.

<http://dx.doi.org/10.55767/2451.6007.v34.n1.37937>.

ADMIRAL, T. D. Experimento de difração luminosa utilizando coleta de dados totalmente automatizada por Arduino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. e20200139, 2020.

<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0139>.

ALVES, P. V. *et al.* Uso do Arduíno como um sistema alternativo para medir radiação solar global e práticas educacionais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. e20190304, 2020.

<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0304>.

ANDRADE, T. G. M. de. *et al.* A robótica livre e o ensino de física e de programação: desenvolvendo um teclado musical eletrônico. **Texto Livre: Linguagem e Tecnologia**, v. 11, n. 3, p. 317-330, 2018.

<https://doi.org/10.17851/1983-3652.11.3.317-330>.

APOCALYPSE, S. M.; JORENTE, M. J. V. O método *design thinking* e a pesquisa em ciência da informação. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, v. 27, p. 1-21, 2022.

<https://doi.org/10.5007/1518-2924.2022.e87281>.

ARAÚJO, A. C. S. *et al.* Ensino de Cosmologia frente à abordagem curricular pedagógica encontrada em artigos científicos. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Cuiabá, v. 11, n.1, e23035, jan./dez., 2023.

<https://doi.org/10.26571/reamec.v11i1.14995>.

ARDUINO. **O que é Arduino**, 2018. Disponível em:

<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>. Acesso em: 5 abr. 2024.

BARROS, A. F. de. O uso das tecnologias na educação como ferramentas de aprendizado. 2019. Disponível em:

https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_o_uso_da_tecnologia_como_ferramenta_aprendizado_1.pdf. Acesso em: 19 abr. 2024.

BARROS, T. R.; DIAS, W. S. Práticas experimentais de Física a distância: Desenvolvimento de uma aplicação com Arduino para a realização do Experimento de Millikan remotamente.

Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 41, p. e20190049, 2019.

<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0049>.

BUSS, C. da S.; MACKEDANZ, L. F. O ensino através de projetos como metodologia ativa de ensino e de aprendizagem. **Revista Thema**, Pelotas, v. 14, n. 3, p. 122–131, 2017.

<https://doi.org/10.15536/thema.14.2017.122-131.481>.

CARDOSO, J. M.; ZANNIN, M. Proposta experimental para análise das variáveis de estado dos gases com Arduino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, p. e20190028, 2019. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0028>.

CARVALHO NETO, J. T. de.; APOLINÁRIO, F. R.; SOARES, A. A. de. Sistema fotogate de seis canais analógicos para laboratórios didáticos de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 40, n. 1, e1504, 2018. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0166>.

CASTILHO, W. S.; OLIVEIRA, D. L.; DUTRA, M. V. G. O ensino de física aliado a recursos educacionais digitais (red): As contribuições da plataforma Arduino em sala de aula. **Revista Observatório**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. a2pt, 2021. <https://doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2021v7n2a2pt>.

CORDOVA, H. P. *et al.* Audiotermômetro: um termômetro para a inclusão de estudantes com deficiência visual. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 2, e2505, 2018. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0299>.

CORRALLO, M. V.; JUNQUEIRA, A. de. C.; SCHULER, T. E. Ciclo de modelagem associado à automatização de experimentos com o Arduino: uma proposta para formação continuada de professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 35, n. 2, p. 634-659, 2018. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n2p634>.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2021.

DERMEVAL, D.; COELHO, J. A. P de M.; BITTENCOURT, I. I. Mapeamento sistemático e revisão sistemática da literatura em informática na educação. In: JAQUES, Patrícia Augustin; SIQUEIRA, Sean; BITTENCOURT, Ig; PIMENTEL, Mariano (orgs.). **Metodologia de pesquisa científica em informática na educação: abordagem quantitativa**. Porto Alegre: SBC, 2020.

DUMINELLI, G. P. F.; AYLON, L. B. R.; GOMES, L. C. A robótica educacional em aulas de física do ensino médio como um recurso para melhorar o pensamento crítico dos alunos. **Revista Vitruvian Cogitationes**, v. 3, n. 2, p. 126-138, 2022. <https://doi.org/10.4025/rvc.v3i2.66356>.

DWORAKOWSKI, L. A.; DORNELES, P. F.; HARTMANN, A. M. Estudo de gráficos da cinemática através do jogo batalha naval e de atividades robóticas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 532-549, 2018. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n2p532>.

FIELD'S, K. A. P.; RIBEIRO, K. D. F.; SOUZA, R. A. Utilização de metodologias ativas apoiadas em tecnologias digitais para o ensino de química: um relato de experiência. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, Brasil, v. 9, n. 2, p. e21052, 2021. <https://doi.org/10.26571/reamec.v9i2.11890>.

GALVÃO, I. C. M.; ASSIS, A. Atividade experimental investigativa no ensino de física e o desenvolvimento de habilidades cognitivas. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 14-26, 2019.

<https://doi.org/10.26843/rencima.v10i1.1570>.

LIMA, G. T. de; MARSON, P. G.; SANTOS, H D. Desenvolvimento de uma Microbalança de Cristal de Quartzo (MCQ) experimental como ferramenta para o ensino de física moderna. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20210153, 2021.

<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0153>.

SILVA, M. B. da; MELLO, G. J. . ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA DOS JOGOS NO ENSINO DE FÍSICA. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, Brasil, v. 12, p. e24006, 2024.

<https://doi.org/10.26571/reamec.v12.16381>

MAQUERA, A. G. *et al.* Protótipo detector de faíscas para partículas alfa: uma proposta educacional sem uso de fontes radioativas. **Revista Ciências & Ideias**, p. 225-241, 2022.

<https://doi.org/10.22407/2176-1477/2022.v13i4.1716>.

MARTINS, W. V. A.; RODRIGUES, C. G.; ANDRADE, E. V. O ensino sobre força de empuxo auxiliado por experimentos de fácil acesso. **Revista Mais Educação**, v. 5, n. 1, p. 1.082-1.092, 2022.

<https://doi.org/10.51778/2595-9611.v5i1>.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20200451, 2021.

<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>.

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.

<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n3p721>.

MOTTA, M. S.; KALINKE, M. A.; MOCROSKY, L. F. Mapeamento das dissertações que versam sobre o uso de tecnologias. **ACTIO**, Curitiba, v. 3, n. 3, p. 65-85, set./dez. 2018.

<http://dx.doi.org/10.3895/actio.v3n3.7591>.

MOURA, F. A. de; GOMES, T. J. de S.; MARIA, A. C. C. de; MOURA, S. R. Ensino de termometria e tecnologias de inovação: realidade e possibilidades de uma prática educacional usando Arduino. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, Brasil, v. 5, n. 10, 2019.

<https://doi.org/10.31417/educitec.v5i10.459>.

NASCIMENTO, J. F.; BORGES, V. E. S.; NASCIMENTO, R. M. M. F. Descrição temporal de forças de colisão: um modelo didático para laboratório de física assistido por sistema embarcado. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, 2018.

<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0219>.

OKOLI, C. *et al.* Técnica e introdução: guia para realizar uma revisão sistemática de literatura. **EaD em Foco**, [S. l.], v. 9, n. 1, 2019.

<https://doi.org/10.18264/eadf.v9i1.748>.

OLIVEIRA, I. N. de *et al.* Construção de uma maquete experimental automatizada para o estudo da polarização da luz e comprovação experimental da Lei de Malus com o auxílio da plataforma Arduíno. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. e20200247, 2020.

<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0247>.

OLIVEIRA, I. N. de *et al.* Estudo das propriedades do Diodo Emissor de Luz (LED) para a determinação da constante de Planck numa maquete automatizada com o auxílio da plataforma Arduíno. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. e20190105, 2019.

<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0105>.

OLIVEIRA, I. N. *et al.* Construção de uma maquete experimental automatizada para a determinação da constante de Planck com o auxílio da plataforma Arduíno. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 2, p. 828-848, 2020.

<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n2p828>.

ORTUNES, L.; SOUSA, F. A. de. Abordagem de ensino e as novas tecnologias de informação: uma aproximação da realidade do aluno. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 18, n. 205, p. 62-75, 2018. Disponível em:

<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/40227>. Acesso em: 14 abr. 2024.

PASINATO, L. B.; TRENTIN, M. A. S. A robótica na escola: promovendo o raciocínio lógico e articulando a tecnologia na educação básica por meio de um desafio relâmpago. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 6, p. e094420-e094420, 2020.

<https://doi.org/10.31417/educitec.v6i.944>.

PEREIRA, P. D. M.; SILVA, M. S. da. Construção de um kit experimental com Arduíno para ensino de oscilações em tempo real. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20210186, 2021.

<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0186>.

RODRIGUES, I. L. *et al.* Uma proposta de sequência didática com o uso de experimentação para a construção de conceitos de eletromagnetismo no ensino médio. **Conexões - Ciência e Tecnologia**, v. 15, p. 021017, 2021.

<https://doi.org/10.21439/conexoes.v15i0.2123>.

SANTOS, R. C.; SILVA, M. D. F. da. A robótica educacional: entendendo conceitos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 3, 2020.

<http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v13n3.10965>.

SILVA, D. S. M. da. *et al.* Metodologias ativas e tecnologias digitais na educação médica: novos desafios em tempos de pandemia. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 46, p. e058, 2022.

<https://doi.org/10.1590/1981-5271v46.2-20210018>.

SILVA, J. B. da. *et al.* Tecnologias digitais e metodologias ativas na escola: o contributo do Kahoot para gamificar a sala de aula. **Revista Thema**, v. 15, n. 2, p. 780-791, 2018.
<https://doi.org/10.15536/thema.15.2018.780-791.838>.

SILVA, M. L da; LIMA, I. B.; PONTES, E. A. S. Aprendizagem significativa e o uso de metodologias ativas na educação profissional e tecnológica. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, [S. l.], v. 21, n. 8, p. 9038–9050, 2023.
<https://doi.org/10.55905/oelv21n8-066>.

SILVA, O. H. M. da.; SCHMIDT, L. F.; LABURÚ, C. E. Proposta de atividade experimental para estudos de frequências de um marcador de tempo usando Arduino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 38, n. 1, p. 446-458, 2021.
<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2021.e73810>.

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, p. e20180084, 2018.
<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0084>.

SOARES, A. A. *et al.* Polaridade magnética e sensor Hall: uma proposta de experimento para os ensinos fundamental e médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20210185, 2021.
<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0185>.

SOARES, R G.; AMORIM, H. S de. Um marégrafo ultrassônico baseado na placa Arduino para investigação do fenômeno das marés. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 37, n. 2, p. 925-943, 2020.
<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n2p925>.

SOUSA JÚNIOR, 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.
<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0177>.

SOUSA, J. R. de; SANTOS, S. C. M. dos. Análise de conteúdo em pesquisa qualitativa: modo de pensar e de fazer. **Pesquisa e Debate em Educação**, Juiz de Fora: UFJF, v. 10, n. 2, p. 1396-1416, jul.-dez. 2020.
<https://doi.org/10.34019/2237-9444.2020.v10.31559>.

SOUZA JÚNIOR, D. B. de; ARAÚJO, J. W. B. de.; KAKUNO, E. M. Velocidade do som em metais pelo método do tempo de voo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. e20200164, 2020.
<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0164>.

SOUZA, C. J. M. de *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.
<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0191>.

SOUZA, L. G. de.; COSTA, D. R. S. da.; ESMERALDO, N. F. de. A.; SILVA, P. C. L. da. O uso do Arduino para o estudo de circuitos do tipo rc. **Conexões - Ciência e Tecnologia**, [S. l.], v. 15, p. e021009, 2021.
<https://doi.org/10.21439/conexoes.v15i0.1914>.

SZMOSKI, R. M. *et al.* Desenvolvimento de um aparato experimental de baixo custo para o estudo de objetos em queda: análise do movimento de magnetos em tubos verticalmente orientados. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 1, e1505, 2018.
<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0061>.

APÊNDICE 1 – INFORMAÇÕES SOBRE O MANUSCRITO

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECM) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, *campus* Fortaleza pelo suporte parcial.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

Resumo/Abstract/Resumen: Wefiton Sousa Rocha e Mairton Cavalcante Romeu

Introdução: Wefiton Sousa Rocha, Mairton Cavalcante Romeu e Alisandra Cavalcante Fernandes de Almeida

Referencial teórico: Wefiton Sousa Rocha, Sthephany Castro Ruivo, Mairton Cavalcante Romeu e Alisandra Cavalcante Fernandes de Almeida

Análise de dados: Wefiton Sousa Rocha, Sthephany Castro Ruivo, Mairton Cavalcante Romeu e Alisandra Cavalcante Fernandes de Almeida

Discussão dos resultados: Wefiton Sousa Rocha, Sthephany Castro Ruivo, Mairton Cavalcante Romeu e Alisandra Cavalcante Fernandes de Almeida

Conclusão e considerações finais: Wefiton Sousa Rocha e Mairton Cavalcante Romeu

Referências: Wefiton Sousa Rocha

Revisão do manuscrito: Wefiton Sousa Rocha e Mairton Cavalcante Romeu

Aprovação da versão final publicada: Wefiton Sousa Rocha, Sthephany Castro Ruivo, Mairton Cavalcante Romeu e Alisandra Cavalcante Fernandes de Almeida

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmica, política e financeira referente a este artigo.

DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA

O conjunto de dados que dá suporte aos resultados da pesquisa foi publicado no próprio artigo.

PREPRINT

Não publicado.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

COMO CITAR - ABNT

ROCHA, Wefiton Sousa; RUIVO, Sthephany de Castro; ROMEU, Mairton Cavalcante; ALMEIDA, Alisandra Cavalcante Fernandes de. Arduino integrado ao ensino de física: revisão sistemática de literatura. **REAMEC** –

Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática. Cuiabá, v. 12, e24070, jan./dez., 2024.
<https://doi.org/10.26571/reamec.v12.17642>

COMO CITAR - APA

Rocha, W. S., Ruivo, S. de C., Romeu, M. C., Almeida, A. C. F. de. (2024). Arduino integrado ao ensino de física: revisão sistemática de literatura. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 12, e24070.
<https://doi.org/10.26571/reamec.v12.17642>

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* da Turnitin, através do serviço *Similarity Check* da *Crossref*.



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

Dois pareceristas *ad hoc* avaliaram este manuscrito e não autorizaram a divulgação dos seus nomes.

HISTÓRICO

Submetido: 16 de maio de 2024.

Aprovado: 13 de agosto de 2024.

Publicado: 27 de setembro de 2024.
