



**INSTITUTO
FEDERAL**
Piauí

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO LICENCIATURA EM FÍSICA**

GILSON GEORGE SILVA NASCIMENTO

**Contribuições do Arduino no ensino de Física para o Ensino Médio: uma
revisão integrativa**

TERESINA

2025

GILSON GEORGE SILVA NASCIMENTO

Contribuições do Arduino no ensino de Física para o Ensino Médio: uma revisão
integrativa

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central.

Orientadora: Prof. Dr. Fábio Nascimento de Sousa

TERESINA

2025

Contribuições do Arduino no ensino de Física para o Ensino Médio: uma revisão integrativa

Gilson George Silva Nascimento¹

Fábio Nascimento de Sousa²

RESUMO

A utilização da tecnologia no processo de ensino e aprendizagem é necessário quando se propõe um ambiente escolar dinâmico e eficaz, onde deve ser levado em consideração o conhecimento dos alunos, saindo do senso comum para o conhecimento científico. Sendo assim, a relevância do Arduino no processo de ensino e aprendizagem de Física levou à realização dessa revisão de literatura, que tem como objetivo apresentar as principais contribuições do Arduino no ensino de Física por meio das publicações na área do ensino no período compreendido entre os anos de 2019 a 2024. Os estudos analisados indicaram que muitos trabalhos trouxeram como recurso didático a utilização de experimentos que em sua grande maioria utilizava materiais de custo acessível, indicando que os pesquisadores/professores tinham a preocupação com a aplicabilidade prática dos experimentos e também a sua replicabilidade. É importante mencionar que algumas áreas do ensino de Física são mais acessadas enquanto outra são menos abordadas, e essa disparidade mostra que ainda existem lacunas na pesquisa em Física que facilmente podiam ser aglutinadas com a realização de práticas e ferramentas didáticas com o uso das tecnologias e do Arduino, onde a produção voltasse para as áreas menos assistidas.

Palavras-chave: Tecnologias. Ensino de Física. Arduino. Processo de ensino e aprendizagem.

ABSTRACT

The use of technology in the teaching and learning process is necessary when proposing a dynamic and effective school environment, where students' knowledge must be taken into account, moving from common sense to scientific knowledge. Therefore, the relevance of Arduino in the Physics teaching and learning process led to this literature review, which aims to present the main contributions of Arduino to Physics teaching through publications in the area of teaching in the period between 2019 and 2024. The studies analyzed indicated that many works included the use of experiments as a teaching resource, the vast majority of which used low-cost materials, indicating that researchers/teachers were concerned with the practical applicability of experiments and also their replicability. It is important to mention that some areas of Physics teaching are more accessed while others are less covered, and this disparity shows that there are still gaps in Physics research that could easily be combined with the implementation of teaching practices and tools using technologies and Arduino, where production would return to the least assisted areas.

¹Graduando em Licenciatura em Física pelo Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI)
E-mail: georgilson@gmail.com

²Graduado em Física pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Mestre em Física da Matemática Condensada pela UFPI. Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais pela UFPI e Professor do Instituto Federal do Piauí- IFPI Campus Teresina Central Sul.

Keywords: Technologies. Teaching Physics. Arduino. Teaching and learning process.

Data de aprovação: Teresina 30 de julho de 2025

1 INTRODUÇÃO

A utilização crescente do uso das tecnologias, notadamente após o início do Século XXI, tem influenciado fortemente e de forma direta o modo em que as pessoas observam umas às outras, o mundo e a cultura, modificando as relações sociais e interpessoais. As transformações sociais constantes ocorrem de forma acelerada e em um estágio nunca visto na história da humanidade, onde pode contribuir a esse fato a contribuição do uso massivo das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC's) que estão presentes no cotidiano.

A inserção das TDIC's na educação e no processo de ensino e aprendizagem é um cenário real e um caminho sem volta, visto que desde as últimas décadas do século

XX e início do XXI essas tecnologias tiveram um alcance maior por conta das tecnologias conectadas às redes, pelo uso dos smartphones, notebooks, tablets entre outros dispositivos móveis.

Frente ao cenário atual no uso das TDIC's quer as voltadas para a educação e ao processo de ensino e aprendizagem quer para outros usos, é necessário que as escolas, gestores e docentes não fiquem estáticos às mudanças causadas por essas tecnologias, mas que as usem, buscando assim obter resultados em sua prática docente.

Estudos realizados em torno do ensino de Ciências e, notadamente, as voltadas para o ensino de Física, tem voltado sua atenção sobre a inserção da tecnologia e da informação como metodologias ativas para que o processo de ensino e aprendizagem se torne contextualizado e atrativo para os alunos. Cabe salientar que apesar da internet ser uma fonte rica de informações para professores e alunos, não basta usá-la para fins simplórios e sim, como aliada na resolução de problemas propostos.

Tem que mencionar que existem outras possibilidades de trabalhar conceitos de Física, dentre eles a modelagem computacional, onde as equações abstratas de matemática ganham vida, e a utilização do computador como instrumento de

laboratório, onde aparece o Arduino, por sua versatilidade e fácil utilização quer por alunos quer por professores e seu “custo acessível”.

Sendo assim, o proposto artigo objetivo apresentar as principais contribuições do Arduino no ensino de Física por meio das publicações na área do ensino no período compreendido entre os anos de 2019 a 2024.

No processo de ensino e aprendizagem em Física, o Arduino é utilizado na experimentação na construção de instrumentos científicos de custo-benefício interessante, proporcionando aos alunos a iniciação em programação e robótica.

O referido artigo surgiu da necessidade de discutir sobre a inclusão de novas tecnologias no ensino de Física, que auxiliem os professores nas abordagens didáticas em sala de aula, deixando o processo de ensino e aprendizagem consolidado e rico, incorporando conhecimentos novos.

Quanto aos procedimentos técnicos, utilizou-se de recursos da pesquisa bibliográfica. A esse respeito Gil (2001), afirma que a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A IMPORTÂNCIA DAS TDIC’S NO MEIO EDUCACIONAL

As TDIC’s utilizadas no ambiente educacional permitem a interação entre a área de informática/tecnologia e os alunos, proporcionando um processo de ensino e aprendizagem mais interativos, permitindo um ensino mais interativo. A inovação tecnológica inserida no ambiente educacional tem criado mudanças, quer na forma de comunicação e de escrita (e-mail) e inovações na linguagem.

Balbino; Oliveira; Silva (2021) afirmam que a utilização das TDIC’s é uma maneira de discutir e pensar a educação fora dos muros das escolas, visto que quando utilizadas adequadamente, potencializa a aprendizagem dos discentes, aperfeiçoa a prática pedagógica docente, servindo também como ferramentas de apoio educacional.

Sob esse contexto, muitas implicações se delinearam com o uso da tecnologia nas escolas, como a necessidade de preparação do professor para a utilização de ferramentas e recursos didático-pedagógicos mais eficientes. Nesse sentido Rojo

(2014) analisa que com a expansão tecnológica e a entrada no mercado de uma grande variedade de softwares educacionais como recursos, se desenvolveram com a inserção da informática nas escolas, fazendo emergir uma série de possibilidades no campo educacional, com novos métodos e técnicas que motivam a criatividade permitindo a superação diante da assimetria entre professores e alunos.

Quando o ambiente educacional abarca em seu processo o uso das tecnologias digitais, se amplia os saberes e, por conseguinte, as inovações/renovações através de ferramentas tecnológicas como forma de mediação pedagógica. Corroborando com as discussões Rojo (2014, 37) coloca que “a tecnologia como instrumento pedagógico repercute nas formas do educador atingir estratégias metodológicas para tornar o ensino crítico e inovador”. Salienta diante do exposto que a inserção dessa linguagem audiovisual nas aulas traz inovações importantíssimas, pois possibilita sobremaneira a curiosidade na construção do conhecimento.

De acordo com uma pesquisa realizada pela TIC Educação (2019) tem crescido o número de escolas que estão utilizando as tecnológais digitais para o ensino e aprendizagem entre 2016 e 2019 houve um aumento de escolas públicas onde os pais ou responsáveis usam de perfis e/ou de páginas nas redes sociais para interação com a escola.

Em sua matéria o Sae digital (2021), listou alguns motivos que diz que o uso das TDIC's melhora o desempenho dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, dentre eles: maior interesse, fixação dos conteúdos, engajamento dos alunos das tarefas, experimentação de diversas ferramentas e recursos tecnológicos, o auxílio na percepção e resolução de problemas reais. Ainda nessa matéria destaca que as TDIC's insere os jovens nos debates socioeconômicos e culturais, contribuindo para a construção de um senso crítico, bem como a responsabilização frente a utilização dos recursos digitais e da internet, e democratiza o acesso ao ensino, dando autonomia a pessoas com deficiências, auxiliando a superar suas limitações.

Nessa perspectiva é importante mencionar conforme Silva; Moraes (2021) que a introdução das TDIC's no processo de ensino e aprendizagem não é algo simples, visto que há empecilhos, tais como a formação docente, a inadequação do uso dessas tecnologias, um processo de ensino e aprendizagem que não leva em consideração a criatividade, a colaboração, a criticidade, a estrutura física das escolas que impossibilita os professores a utilizarem de modo didático dos recursos tecnológicos disponíveis nas escolas.

2.2 O USO DAS TDIC'S COMO NOVO TIPO DE MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA ENTRE PROFESSORES E ALUNOS

É notório que o ensino tradicional é marcado pela predominância do professor como centro da aula, aquele que leva o conhecimento feito e produzido, enquanto o aluno se torna apenas agente passivo, acostumado a ouvir, sem participar, sem dialogar. Nesse sentido, Costa Júnior (2013) avalia que na escola tradicional o livro e o saber estabeleciam uma relação de centralidade, de modo que o ensino por muito tempo se caracterizou pelos alunos levando suas mochilas cheias de livros e cadernos para a escola.

Dentro desse universo que se tornou o uso das TDIC's como o principal recurso didático no processo de ensino e aprendizagem na/da atualidade, discutir sobre as ferramentas tecnológicas presentes no processo de ensino e aprendizagem é essencial para compreender a totalidade desse processo e a importância dos recursos das TDIC's para que a aprendizagem fosse total e não realizada de forma fragmentada, logo porque, os alunos chegam cada vez mais bem formados tecnologicamente do que seus professores.

Dornelles e Pertile (2019) observaram que a prática pedagógica deve articular-se com as dinâmicas entre docentes e discentes no processo de aquisição do conhecimento, considerando as funções que serão assumidas por ambos. Tal perspectiva propõe uma nova ótica que rompe com a relação tradicional e hierárquica entre mestre e discípulo, ainda presente em muitos contextos educacionais.

Os autores afirmam que o uso das TDIC's na escola, necessita de um planejamento, haja vista que pode levar os alunos a consultas desprovidas de objetivos pertinentes, além da reprodução de práxis educacionais que privilegiam o mero repasse de informações.

Vários professores das escolas públicas que utilizam os recursos tecnológicos na sala de aula sabem claramente a importância de integrar o planejamento e projetos para o uso adequado desses recursos, os quais favoreçam o trabalho pedagógico do professor. Levando em consideração esse cenário, Pinto (2019) coloca que ainda há professores relutantes sobre o uso das TDIC's, mas que isso não pode impedir que eles abandonem de vez o uso dessas tecnologias, ao tempo em que defende que é

necessário que a gestão escolar proporcione atualização e treinamento, para que os professores se adaptem ao novo cenário educacional.

Indo na mesma direção, Lopes Sobrinho; Paniago; Pereira (2023) ressaltam que a falta de preparo para o uso das TDIC's requer a necessidade de formação quer para os professores da educação básica quer para os das Instituições de Ensino Superior –IES's, abarcando o uso de forma efetiva das ferramentas digitais.

Para Azevedo; Costa (2021) a inserção das TDIC's na educação precisa ser pensada buscando uma forma de fortalecer e potencializar o processo de ensino e aprendizagem, sendo necessário que os professores tenham em mente que o uso das TDIC's oportunizam aos alunos a construção de conhecimentos. Frente a essa constatação, é necessário que haja formação inicial e continuada para que os professores saibam lidar e incluam essas tecnologias na sua prática docente, mas sendo necessário discutir se o uso dessas ferramentas não se deu de forma precipitada, sem estruturação e/ou preparação devida. (Almeida; Paniago, Lopes Sobrinho, 2023).

Corroborando com as discussões Almeida; Paniago; Lopes Sobrinho (2023) colocam que a utilização das TDIC's se mostra positiva, visto que auxiliam no processo de ensino e aprendizagem, pois promovem diversas formas de transmissão de conteúdos, fazendo com que os professores as incorporem no seu fazer docente, quer através da formação continuada, quer por mecanismos de troca e parcerias na utilização destas ferramentas.

Nesse sentido, Alves (2019) reitera que as dificuldades dos professores quanto ao uso das TDIC's giram especialmente em torno da falta de formação e qualificação, sendo que quando usadas de forma planejada, possuem vantagens para o processo de ensino e aprendizagem. Sendo assim, uma prioridade que os professores sejam alfabetizados tecnologicamente.

Ao tempo que Turgut et al., (2021); Qaddumi et al. (2023) frisam que os professores ainda enfrentam alguns outros desafios quando se propõem a utilizar as TDIC's no seu fazer docente, como a ausência de infraestrutura adequada, de equipamentos e até mesmo de uma formação específica direcionada para a área tecnológica, sabendo que as estruturas das escolas possuem infraestrutura inadequada, como por exemplo, o acesso restrito à internet enfrentam, aos recursos financeiros, aos equipamentos técnicos e a problemas na própria rede de eletricidade. Para Turgut et al., (2021) outro entrave é a ausência de apoio técnico para

implementação das TDIC's, o que causa ansiedade nos professores, visto que muitos não possuem habilidade técnica, o que atrapalha sobremaneira o uso dessas ferramentas, e para Dar; Jan (2023) mas é necessário que os professores tenham motivação e desejo para se alfabetizar tecnologicamente e que a escola também passe por um processo de renovação, não somente nos espaços físicos mas proporcionando aos professores condições legítimas para a realização do seu fazer pedagógico com dinamicidade, inovações e instigador, utilizando de todas as ferramentas tecnológicas disponíveis.

Mas cabe ressaltar, conforme Silva; Teixeira (2020) que é necessário que os professores se integrem e aprendam a utilizar as TDIC's, associando-as às práticas educacionais, levando em consideração o perfil dos alunos.

2.3 PROFESSORES DE FÍSICA E O USO DAS TDCI'S NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Para Carvalho; Vannucchi (1996) ao tempo em que a Física avança exponencialmente, o seu ensino não acompanha tal progresso, logo porque, é necessário que o conhecimento seja atualizado e corrobore com as novas exigências que uma formação cidadão requer. (Brasil, 2000).

Dessa forma, a BNCC guia as propostas curriculares buscando desenvolver habilidades, através da aplicabilidade teoria x prática, e do enriquecimento da experiência da ciência na tecnologia e meio social. (Brasil, 2000).

Para Rezende; Lopes; Egg (2004) as mudanças implantadas ao longo dos últimos vinte anos ocorrem de forma paulatina, logo porque, exige questões pessoais e de sensibilização por parte dos professores, como o não uso de materiais didático que não sejam os livros e a dificuldade em usar as TDIC's e falta de recursos físico e humanos nas escolas.

Os autores supracitados continuam dizendo que há outras dificuldades indicadas por professores de Física quanto às práticas experimentais, como a ausência de tempo no preparo dos experimentos, dificuldade no desenvolvimento de atividades por conta do grande número de alunos nas salas de aula, e ainda, muitas escolas não possuem em seus espaços físicos, laboratórios de ciências adequados para tais práticas e, quando existem, há escassez de equipamentos e condições adequadas para o seu uso.

Levando em consideração essa realidade, Pena; Filho (2009) reitera que isso demonstra a carência de recursos que auxiliem a prática docente e também falhas na formação inicial, contribuindo diretamente para a não experimentação no processo de ensino e aprendizagem nas aulas de Física, onde a abordagem prático-experimental no ensino de Física, vai decorrer de uma legítima experimentação buscando elucidar a natureza por meio da ciência da experiência. (Pereira; Moreira, 2017). A ciência da experiência, conforme salientam Pena; Filho (2009). Pereira; Moreira (2017) de acordo com alunos e professores é uma estratégia eficaz no processo de ensino e aprendizagem, visto que vai possibilitar a saída do real para o abstrato ocorra de forma mais branda, podendo ocorrer através do trabalho de campo ou em salas de aulas comuns, respeitando a segurança que cada experimentação exige.

Cabe mencionar que o laboratório didático é essencial na consolidação, aprimoramento e apropriação dos conceitos científicos, valorizando a criatividade e que esta perpassa o próprio fazer científico, fomentando desafios cognitivos, apartando-se das verdades absolutas, que manifestam um prisma de neutralidade da ciência. (Pereira; Moreira, 2017).

O aluno dentro do laboratório vai aprender além de usar esquemas, aplicar relações matemáticas e estimulado a não ficar estático, buscando ir além dos conceitos e das linguagens, relacionando-se entre estes e o mundo empírico. (Séré; Coelho; Nunes, 2003). Indo na mesma perspectiva, Bonadiman; Nonenmacher (2007) colocam que o experimento possibilita aos alunos a vivência do ensino de Física de forma prazerosa, agitadora, permeada de desafios e significados e, por meio da diversidade das abordagens e atividades, motivando os alunos a ter mais atenção e interesse frente as atividades experimentais, como salientam (Séré; Coelho; Nunes, 2003).

De acordo com Rocha; Marranghello; Lucchese (2014) a inserção das TDIC's por meio das atividades práticas de laboratório aproxima os alunos e pode despertar interesse para profissões tecnológicas de nível superior.

Sendo assim, e tendo todo o arcabouço desenhado até o momento, quando se pensa em atividades experimentais elaboradas, sem a necessidade de investimentos altos em laboratórios, pressupõe o uso do Arduíno, sendo posto como alternativa nas aulas de física, fornecendo subsídios técnicos e teóricos para a experimentação quer para professores, alunos e pesquisadores da área. (Moreira; Romeu; Alves; Silva, 2018).

De acordo com Martinazzo et al., (2014) o Arduíno quando utilizado no ensino de Física, possui grande aplicabilidade, visto que é um sistema que lê sinais elétricos em sensores expostos ao ambiente a partir de suas portas digitais e analógicas, onde estuda a aceleração, o movimento uniformemente variado, a oscilação, o resfriamento, a evaporação e queda dos corpos.

O uso do Arduíno conforme Cavalcante, Tavolaro e Molisani (2011), possibilita interação maior dos alunos com os conteúdos expostos, onde estes se apropriam da tecnologia buscando a construção do conhecimento, mas é necessário ressaltar que tal uso ou o uso das TDIC's vai solucionar possíveis problemas no ensino de Física, onde conforme Praia; Cachapuz; Pérez (2002) cabe aos professores desenvolverem suas atividades de forma desafiadora, mas com um grau como incentivo e não como desmotivação, impossível de resolução e desânimo.

2.4 A PLATAFORMA ARDUINO: CONCEITOS, HISTÓRIA E APLICABILIDADE

A plataforma Arduino, reconhecida por sua natureza de código aberto (open-source), consiste em um sistema de prototipagem eletrônica acessível e fácil de usar. Sua estrutura integra tanto o hardware—uma placa microcontroladora programável—quanto o software, que permite a leitura de sensores, o controle de atuadores e a interação com diversos dispositivos eletrônicos. Essa simplicidade, aliada ao baixo custo, consolidou o Arduino como uma ferramenta essencial para profissionais e entusiastas das mais variadas áreas (BANZI, 2011).

O surgimento do projeto remonta a 2005, no Instituto de Design de Interação de Ivrea, na Itália. A intenção inicial era criar um recurso de baixo custo que pudesse ser utilizado por estudantes sem experiência prévia em eletrônica e programação. O nome, uma homenagem a um bar local, foi inspirado em Arduíno de Ivrea, um rei italiano do século XI (MONK, 2012).

Como um “cérebro eletrônico” programável, o Arduino é capaz de realizar tarefas específicas, desde automação residencial até o controle de robôs. Na área da educação, sua aplicação se destaca especialmente no ensino de Física. A plataforma permite que conceitos teóricos sejam testados de forma prática e interativa, como a medição de grandezas em experimentos de mecânica, o estudo de termodinâmica com sensores de temperatura, e a montagem de circuitos para análise de eletromagnetismo (BANZI, 2011).

Figura 1 – Placa Arduino Uno R3 e seus principais componentes



Fonte: Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0

A versatilidade do Arduino estimula o aprendizado prático e a criatividade, tornando-se uma ferramenta indispensável para projetos inovadores e interdisciplinares, que unem tecnologia, educação e ciência.

3 METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de revisão integrativa, que permite incluir literatura teórica e empírica bem como estudos com diferentes abordagens metodológicas (quantitativa e qualitativa). os estudos incluídos na revisão são analisados de forma organizada em relação aos seus objetivos, materiais e métodos, permitindo que o leitor analise o conhecimento pré-existente sobre o tema investigado (Pompeo; Rossi; Galvão, 2009).

Para a construção de uma revisão integrativa é necessário seguir seis etapas distintas: a identificação do tema e seleção da questão de pesquisa; estabelecimento de critérios para inclusão e exclusão de estudos/amostragem ou busca na literatura; categorização dos estudos; avaliação dos estudos incluídos; interpretação dos resultados; e apresentação da revisão/síntese do conhecimento (Ercole; Melo; Alcoforado, 2014).

Os métodos para elaboração de revisões integrativas preveem: (1) escolha e definição do tema (elaboração da questão); (2) busca na literatura (amostragem); (3) critérios para categorização dos estudos (coleta de dados); (4) avaliação dos estudos incluídos nos resultados; (5) discussão dos resultados; (6) apresentação da revisão integrativa (Mendes; Silveira; Galvão, 2008).

A pesquisa bibliográfica foi realizada nas bases de dados: Google Acadêmico e Scientific Electronic Library Online (scielo), obtidos a partir da busca com os seguintes descritores: “arduíno”, “ensino de física”, “ensino médio”, a busca de dados aconteceu no primeiro semestre de 2025.

Os critérios de inclusão foram artigos de pesquisa na temática; disponíveis online na íntegra; em português com recorte temporal de 2019 a 2024. Como critério de exclusão, estão os artigos repetidos nas bases de dados; sem resumo nas bases de dados ou incompletos, pesquisas realizadas fora do Brasil. Como critério de exclusão define-se: artigos repetidos nas bases de dados; artigos sem resumo nas bases de dados ou incompletos, pesquisas realizadas fora do Brasil. serão realizadas, inicialmente, leituras dos títulos e dos resumos de cada um dos trabalhos encontrados, e a partir disso, será decidido se o trabalho seria utilizado ou não neste estudo.

Os estudos foram avaliados em quatro etapas: leitura exploratória, seletiva, analítica e interpretativa. Na leitura exploratória, busca o conhecimento dos textos na sua totalidade. a leitura seletiva, realiza uma leitura aprofundada do método, resultados, discussão e conclusões. Na leitura analítica, as informações encontradas são ordenadas de forma a identificar as principais ideias dos artigos. Por fim, na leitura interpretativa, são estabelecidas relações entre o conteúdo das publicações, agrupando-os (Gil, 2006)

Após a coleta e leitura dos artigos, os mesmos foram organizados em tabelas e quadro, por meio de porcentagem simples e posteriormente, foram criadas categorias, observando-se a similaridade dos conteúdos abordados em consonância com os objetivos do estudo, e posteriormente realizado a discussão de acordo com o

que foi encontrado nos artigos trabalhados. será preenchido um formulário estruturado contendo as seguintes variáveis: autor(es)/ano, título, objetivo e resultados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da estratégia de busca foram encontrados 75 artigos. inicialmente foi feita uma leitura exploratória dos títulos e resumo e após essa primeira leitura 63 artigos foram excluídos, por estarem duplicados, não pertencer ao idioma português e não atender ao objetivo do trabalho.

Assim, 12 estudos foram selecionados para a composição desta revisão, e as informações destes trabalhos foram descritas de acordo com os autores/ano, título, objetivo e resultados (quadro 1).

Quadro 01. Caracterização dos artigos selecionados de acordo com Autores/Ano, Título, Objetivo e Resultados.

Autores/Ano	Título	Objetivo	Resultados
SILVEIRA, BARTHEM, SANTOS (2019)	Proposta didático experimental para o ensino inclusivo de ondas no Ensino Médio.	Descortinar esse mundo invisível, trazendo para a sala de aula experimentos que podem ser utilizados, inclusive, por estudantes com deficiência visual ou auditiva.	Os experimentos ajudam a ilustrar os limites de nossas percepções e algumas propriedades do som e da luz, mostrando a existência de um uni-verso além dos nossos sentidos. Através de uma proposta didático experimental inclusiva, permite uma experiência sensorial a alunos cegos e surdos em classes mistas.
MOURA, GOMES, MARIA, MOURA/(2019)	Ensino de Termometria e Tecnologias de inovação: realidade e possibilidades de uma prática educacional usando Arduino	Analisar a realidade e as possibilidades no ensino de uma prática experimental em termometria utilizando inovação tecnológica de custo acessível, aplicada em duas turmas de ensino médio de escolas públicas da cidade de Bragança, Pará, Brasil.	Os dados possuem potencialidades para reaplicação da proposta, associação de teoria à prática, afirmando, portanto, o uso de recursos tecnológicos como ferramenta para dinamização das aulas de física.
CID, CORREA/2019	VENTURINO: análise da variação de pressão em um tubo de Venturi utilizando Arduino e sensor de pressão.	Construção de um tubo de Venturi fabricado com materiais de custo acessível e equipado com uma placa Arduino e sensores de pressão modelo bmp280	Criar recursos didáticos para desenvolver atividades de ensino baseados no conceito de aprendizagem ativa, utilizando o método Predizer – Observar – Explicar (POE).
CARDOSO, ZANNIN/(2019)	Proposta experimental para análise das variáveis de estado dos gases com Arduino.	Construção de um produto educacional de custo acessível, utilizando a plataforma Arduino, para demonstrar a relação entre as variáveis de estado de um gás ideal em aulas do Ensino Médio.	Mesmo com materiais simples, é possível a construção de um aparato experimental capaz de extrair dados quantitativos e sua utilização em aula pode contribuir na construção do conhecimento

			de forma potencialmente significativa.
BARROS, DIAS/(2019)	Práticas experimentais de Física a distância: Desenvolvimento de uma aplicação com Arduino para a realização do Experimento de Millikan remotamente	Apresentar a elaboração de um sistema que permite o acesso remoto e controle didático de um experimento de Física através da internet.	Os resultados quantitativos e qualitativos apontam para a viabilidade de implementação do recurso didático.
CASTILHO, OLIVEIRA, DUTRA/(2020)	O ENSINO DE FÍSICA E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UM KIT EXPERIMENTAL COM ARDUINO PARA O ENSINO DE QUEDA LIVRE	Analisa uma atividade experimental comparativa entre dois aparatos experimentais de queda livre, desenvolvida durante as aulas de física em uma turma de primeira série do ensino médio	Possibilitaram a percepção de que a realização de atividades experimentais com foco na aprendizagem ativa dos alunos propiciou a compreensão dos conceitos abordados durante a prática; outrossim, demonstrou as vantagens do uso do Arduino na realização do experimento, o custo acessível na aquisição dos componentes e a precisão dos resultados, equivalente aos equipamentos produzidos comercialmente para os laboratórios didáticos de Física.

CARVALHO, MOURÃO/(2020)	Um protótipo usando Arduino para o estudo da lei de Hooke	Apresenta a análise e descrição de um experimento abordando a lei de Hooke, como uma proposta didática motivadora para a aprendizagem de física, sustentada na automação de práticas por meio de aquisição de dados com o uso da interface de prototipagem Arduino.	A estratégia de experimentação em física é uma importante ferramenta de ensino e que a articulação entre essa e o uso de placas para prototipagem, maximizam o desenvolvimento de habilidades associadas aos conceitos trabalhados, de tal forma que os objetivos puderam ser atingidos, tendo ainda, a partir da análise, potencialidade para ser trabalhada em outras realidades escolares.
COUTINHO JU- NIOR, MONTEIRO, COSTA, SALES/(2021)	Uma proposta experimental de eletricidade com o uso da placa de prototipagem Arduino para o ensino de Física	Construir uma proposta de atividade experimental utilizando a placa de prototipagem Arduino, em aulas de eletricidade	Através do instrumento desenvolvido é possível à aquisição de dados, bem como o desenvolvimento de uma série de experimentações, servindo de alternativa aos instrumentos de medição existentes em laboratórios de escolas e instituições de ensino, estabelecendo uma relação estreita entre a física e a programação. a sugestão de aula pode ser expandida e implementada para outros instrumentos de medição, como o multímetro, amperímetro, voltímetro entre outros, assim como explorada em atividade colaborativa entre alunos e projetos didáticos

PEREIRA, SILVA (2021)	Construção de um kit experimental com arduino para ensino de oscilações em tempo real	Propor a construção e utilização de um kit experimental para estudo de oscilações utilizando Arduino.	Por meio de um sensor ultrassônico HC-SR04, pode-se construir gráficos de posição (velocidade e aceleração) em tempo real, permitindo a visualização do comportamento senoidal apresentado pela teoria, e possibilitando maior compreensão do fenômeno além da determinação de grandezas físicas envolvidas
MONTEIRO et al.,/(2022)	Arduino no Ensino de Física: uma Revisão Sistemática de Literatura de 2011 a 2021	Realizar uma Revisão Sistemática da Literatura, de trabalhos nacionais, sobre o Arduino no ensino de Física, no período de 2011 a 2021.	Na etapa dos resultados, um total de 41 trabalhos foi analisado, a fim de verificar como o Arduino tem sido utilizado nas aulas de Física.
SOUZA (2024)	utilização da plataforma arduino no processo de ensino/aprendizado de fundamentos de eletricidade na física	Apresenta-se uma proposta para utilização da plataforma arduino no processo de ensino/aprendizado de fundamentos de eletricidade na física	Os resultados obtidos são satisfatórios, e destaca-se que 99% dos alunos recomendam mais aulas como está nas disciplinas de física, e 100% dos alunos avaliaram a metodologia ativa com um bom potencial em relação a metodologia tradicional.
ROCHA, RUIVO, ROMEU, ALMEIDA/(2024)	ARDUINO INTEGRADO AO ENSINO DE FÍSICA: REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA	Conduzir uma análise crítica da contribuição dos estudos na área acadêmica e científica no contexto nacional.	Os estudos analisados evidenciaram contribuições significativas no uso de equipamentos digitais em abordagens experimentais, destacando-se pela utilização de materiais de custo acessível. No entanto, foi observada uma baixa incidência da robótica educacional como estratégia de ensino nesta amostra.

Silveira, Barthem, Santos (2019) desenvolveram duas aplicações que apresentam relações entre frequências invisíveis e inaudíveis, mas que, através do processamento com a plataforma Arduino, podem ser convertidas em frequências que sensibilizem os sentidos dos alunos. Os dois experimentos, o som que o surdo pode ver e o cego pode ouvir e a luz que o cego pode ouvir e o surdo pode ver, indicam que os alunos podem estabelecer suas relações com o processo de ensino e aprendizagem de forma contínua, absorvendo assim conceitos mais elaborados/adequados para além de raciocínio padronizado mais rebuscado.

No trabalho realizado por Moura, Gomes, Maria, Moura (2019) compreende que a experimentação quando utilizada por meio de materiais que aguçam a curiosidade dos alunos, direta ou indiretamente vai promover uma melhor compreensão do processo de ensino e aprendizagem dos assuntos no ensino de Física.

Também com o uso de experimentos, Cid, Correa (2019) afirmam que tais recursos motivam uma participação maior dos alunos nas aulas de Física, além de aguçarem a curiosidade. O trabalho em questão produz subsídios para discutir o tema de hidrodinâmica por meio da construção de aparato de custo acessível e indica propostas para a realização de atividades e propostas experimentais e lúdicas, permitindo a construção relacional entre as grandezas relevantes para que ocorra o entendimento balizar sobre hidrodinâmica: velocidade, pressão e área da seção transversal.

De acordo com Cardoso, Zannin (2019) os experimentos no ensino de Física são executáveis e demonstram resultados positivos, desde que sejam respeitados o planejamento didático e os objetivos sejam claros, onde o Arduino, surge como elemento principal visto sua capacidade de demonstrações qualitativas de fenômenos físicos, e em especial, a coleta de dados quantitativos, onde qualquer professor e/ou aluno pode realizar pesquisas, aprendizagens e desenvolvimento de projetos com o Arduino.

Para Barros, Dias (2019) tanto a análise quantitativa quanto a análise qualitativa demonstram aplicabilidade e retorno positivo para o processo de ensino e aprendizagem no ensino de Física, quer ocorra de forma presencial quer ocorra de forma remota a distância.

O trabalho realizado por Castilho, Oliveira, Dutra (2020) demonstra que as atividades experimentais aliada às novas tecnologias possibilitam aos alunos aprendizagens por meio da experimentação, investigação, colaboração e resolução

de problemas, dando ao ensino de Física um carácter mais independente. Os autores colocam que o uso do Arduíno possui variadas possibilidades didáticas voltadas para o ensino de Física e que podem ser facilmente realizadas pelos alunos que cursam o Ensino Médio, sem a perda da validade e do vigor científico.

Carvalho, Mourão (2020) são categóricos quando após a realização de seu trabalho junto aos alunos do Ensino Médio, que o ensino de Física pode ser realizado no dia-a-dia com o uso dos equipamentos de nosso uso pessoal e diário e a uma Física experimental, que ainda está longe de ser presente de forma ampla nas escolas de Ensino Médio. Ao mesmo tempo, chamam atenção para a aplicabilidade do Arduíno como recurso para o ensino de Física, possibilitando e indicando outras aplicações didáticas quanto a seu uso.

Coutinho Junior, Monteiro, Costa, Sales (2021) colocam que o uso do Arduíno no ensino de Física e especialmente no ensino da eletricidade, pode servir para fundamentar outros conteúdos curriculares, sendo utilizado também no ensino presencial quanto no ensino a distância.

Pereira, Silva (2021) em seu trabalho colocam que a visualização do comportamento senoidal constatado pode ser comparada com a modelagem apresentada pela teoria, ou até mesmo determinado somente pela experimentação e também os alunos podem participar diretamente na construção do protótipo para a aquisição dos dados ao tempo em que se familiarizam com as tecnologias novas, pode emergir adaptações, propostas novas investigativas.

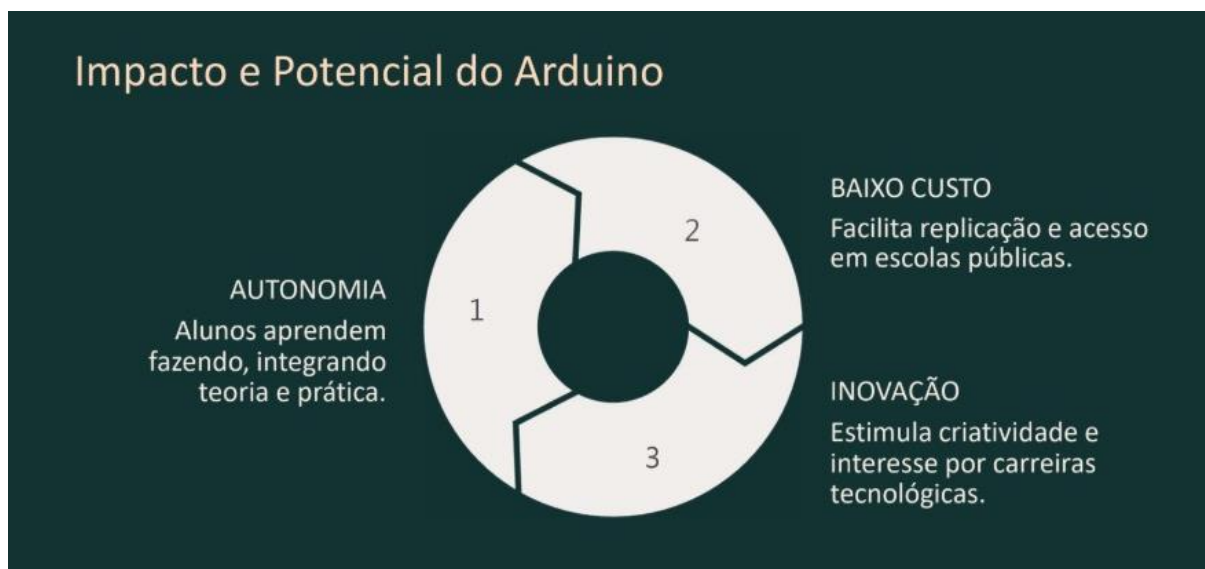
Em seu trabalho de revisão sistemática Monteiro et al (2022), colocam que apesar do Arduíno ser utilizado no ensino de Física em diversas áreas, como por exemplo, na hidrodinâmica, eletricidade, dentre outras, mas chamam a atenção quando colocam a ausência da utilização do Arduíno em dispositivos móveis.

Souza (2024) em seu trabalho destaca que o uso da plataforma arduíno deixa as aulas mais dinâmicas, desperta o interesse dos alunos, facilita o processo de ensino e aprendizagem, alia teoria a prática e o uso do arduíno nos fundamentos de eletricidade na física torna-se alternativa inovadora, dando aos alunos autonomia no processo de ensino e aprendizagem, aprendendo fazendo.

No trabalho de revisão realizado por Rocha, Ruivo, Romeu, Almeida (2024) é importante frisar que mesmo ainda com avanços tecnológicos atuais, o seu uso no ensino de Física ainda perpassa por desafios quer no tocante aos equipamentos, infraestrutura e formação de professores, ao mesmo tempo em que chamam atenção

de que o ensino eficaz é aquele que é alinhado aos objetivos, que garanta o aprendizado e leve em consideração o contexto sociocultural dos alunos, buscando assegurar de forma eficaz o uso das ferramentas pedagógicas.

Figura 2 – Circuito de controle de LED com Arduino



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

O Arduino possui um potencial transformador no ensino de física, ao integrar teoria e prática de forma acessível e inovadora, como evidenciado pelos estudos revisados. Sua capacidade de promover autonomia, com custo acessível e estímulo à criatividade o torna uma ferramenta valiosa para despertar o interesse dos alunos e facilitar a compreensão de conceitos complexos. No entanto, o professor permanece como mediador essencial nesse processo, guiando a construção do conhecimento e adaptando as tecnologias ao contexto sociocultural dos estudantes. Esses elementos, conforme figura 2, combinados com a mediação docente, reforçam o Arduino como um recurso pedagógico capaz de revolucionar o ensino, tornando-o mais dinâmico, inclusivo e alinhado às demandas do século XXI.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo possibilitou que fossem identificadas diversas aplicações do Arduino no processo de ensino e aprendizagem de Física, para além disso, proporcionou um prisma abrangente do progresso das pesquisas com essa temática.

As pesquisas realizadas indicaram que muitos trabalhos trouxeram como recurso didático a utilização de experimentos que em sua grande maioria utilizava materiais de custo acessível, indicando que os pesquisadores/professores tinham a preocupação com a aplicabilidade prática dos experimentos e também a sua replicabilidade.

É importante mencionar que algumas áreas do ensino de Física são mais acessadas enquanto outras são menos abordadas, e essa disparidade mostra que ainda existem hiatos na pesquisa em Física que facilmente podiam ser aglutinadas com a realização de práticas e ferramentas didáticas com o uso das tecnologias e do Arduíno, onde a produção voltasse para as áreas menos assistidas.

Neste sentido, estudar temática é relevante para o campo acadêmico, pois a proposta deste trabalho é subsidiar um relevante conteúdo bibliográfico sobre a temática, o que possibilitará uma compreensão mais clara e um considerável enriquecimento do conhecimento científico, principalmente.

O que se pretende com a produção desse trabalho, é que o mesmo sirva como base de reflexão e de novos direcionamentos sobre o assunto, servindo como base e fonte de pesquisa para o desenvolvimento de novos enfoques que outrora tenham passado despercebido durante a construção deste. Desse modo, esperamos que o estudo aqui desenvolvido provoque novas reflexões.

REFERÊNCIAS

- ALVES, D. C. L. **A percepção dos professores sobre o uso das mídias e tecnologias na prática docen-te e suas contribuições no IFSULDEMINAS**. 2019. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Humano e Tecnologias) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2019. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/191577> . Acesso em: 10 fev. 2025.
- AZEVEDO, G. X.; COSTA, G. M. C. (Org.). **Tecnologias no Contexto Educacional**. 1. ed. Goiânia - GO: Editora IGM, 2021. v. 1. 92p.
- ALMEIDA, G. A.; PANIAGO, R. N.; LOPES SOBRINHO, O. P. Elaboração de estratégias didáticas no ensino-aprendizagem das figuras geométricas na Educação Infantil. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 8, p. 1-18, 2023. <https://doi.org/10.3895/actio.v8n3.17075>
- BALBINO, V. S.; OLIVEIRA, I. C.; SILVA, R. C. D. As tecnologias digitais como instrumentos mediadores no processo de aprendizagem do aluno com autismo. **Revista de Educação, Ciência e Cultura**, v. 26, p. 1-18, 2021. <https://doi.org/10.18316/recc.v26i3.8452>

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**, vol. 41, nº 4, e20190049 (2019). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0049> Acesso em 24 fev 2025

BONADIMAN, H; NONENMACHER, S. E. B. O Gostar e o Aprender no Ensino de Física: Uma Proposta Metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 194- 223, ago. 2007.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ensino médio. Brasília: Ministério da Educação, 2000.

CARDOSO, J.M.; ZANNIN, M. Proposta experimental para análise das variáveis de estado dos gases com Arduino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 41, nº 4, e20190028 (2019). Disponível em: DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0028> Acesso em 24 fev 2025

CARVALHO, J.C.N; MOURÃO, O.S. Um protótipo usando Arduino para o estudo da lei de Hooke. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, e844997733, 2020 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 Disponível em: DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.7733> Acesso em 25 de fev 2025

CARVALHO, A. M. P; VANNUCCHI, A. O currículo de Física: Inovações e tendências nos anos noventa. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 3-19, 1996.

CASTILHO, W.S.; OLIVEIRA, D.L.; DUTRA, M.V.G. O ENSINO DE FÍSICA E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UM KIT EXPERIMENTAL COM ARDUINO PARA O ENSINO DE QUEDA LIVRE. **Experiências em Ensino de Ciências** V.15, No.3. 2020. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/781/734> Acesso em 23 fev 2025

CAVALCANTE, M.; TAVOLARO, C.; MOLISANI, E. Física com Arduino para iniciantes. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, p. 4503, 2011.

CID, A.D.; CORREA, T. Venturino: análise da variação de pressão em um tubo de Venturi utilizando Arduino e sensor de pressão. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 41, nº 3, e20180333 (2019). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0333> Acesso em 25 fev 2025

COSTA JÚNIOR, Hélio Lemes. Tempos Digitais: ensinando e aprendendo com tecnologia. Rondônia: **EDUFRO**, 2013.

COUTINHO JUNIRO, A.L.; MONTEIRO, J.A.; COSTA, D.F.; SALES, G.L. Uma proposta experimental de eletricidade com o uso da placa de prototipagem Arduino para o ensino de física. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2,

e11110212302, 2021 (CC BY 4.0) Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12302> Acesso em 24 fev 2025

DAR, R. A.; JAN, T. Changing role of teacher educators in view of NEP 2020. **Journal of Xi'an Univer-sity of Architecture & Technology**, v. 15, n. 1, p. 144-156, 2023. <https://doi.org/10.31426/ijamsr.2021.4.11.4911566662345>

DORNELLES, João Batista; PERTILE, Solange de L. **LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA E SUA ESPORÁDICA UTILIZAÇÃO NA ESCOLA INSTITUTO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO DEPUTADO RUY RAMOS**. 2019. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/1626/Dornelles_Joao_Batista.pdf?sequence=1&isAllowed=y Acesso em 10 fev 2025

ERCOLE, Flávia Folci; MELO, Laís Samara de; ALCOFORADO, Carla Lúcia Goulart Constant. **Revisão integrativa versus revisão sistemática**. Revista Mineira de Enfermagem. 2018. Disponível em: <http://www.reme.org.br/artigo/detalhes/904> Acesso em: 09 fev 2025

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2006

LOPES SOBRINHO, O. P.; PANIAGO, R. N.; PEREIRA, A. I. S. The Agronomists teachers in the context of the teaching practices in at a Federal Institute of Education. **Acta Scientiarum. Education** (On-line), v. 45, p. e62818, 2023. <https://doi.org/10.4025/actascieduc.v45i1.62818>

MARTINAZZO, C. A.; TRENTIN, D. S.; Douglas FERRARI, D.; PIAIA. M. M. Arduino: Uma tecnologia no ensino de Física. **Perspectiva**, Erechim, v. 38, n. 143, p. 21-30, set. 2014.

Mendes K.D.S.; Silveira R.C.C.P.; Galvão, C.M. Revisão Integrativa: Método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na Enfermagem. **Texto Contexto Enferm**, Florianópolis, 2008 Out-Dez; 17(4): 758-64. Disponível em: scielo.br/j/tce/a/XzFkg6tjWs4wHNqNjKJLkXQ/?format=pdf&lang=pt Acesso 10 fev 2025

MOURA, F. A.; GOMES, T. J. S.; MARIA, A. C. C; MOURA, S. R. Ensino de Termometria e Tecnologias de Inovação: realidade e possibilidades de uma prática educacional usando Arduino. **Educitec, Manaus**, v. 05, n. 10, p. 267-286, mar. 2019. Edição especial.

PENA, F. L. A; FILHO, A. R. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006). **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2009.

PEREIRA, M. V.; MOREIRA, M. C. A. Atividades Prático-experimentais no Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 265-277, abr. 2017. PEREIRA, P.D.M.; SILVA, M.S. Construção de um kit experimental com arduino para ensino de oscilações em tempo real. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.

43, e20210186 (2021). Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0186> Acesso em 25 fev 2025

PINTO, Diego de Oliveira. **Tecnologia e educação: quais os desafios de implantá-la no ensino**. 2019. Documento eletrônico. Disponível em: <https://blog.lyceum.com.br/tecnologia-e-educacao-quais-os-desafios/>. Acesso em 09 fev 2025.

POMPEO, Daniele Alcalá; ROSSI, Lídia Aparecida; Galvão, Cristina Maria. Revisão integrativa: etapa inicial do processo de validação do diagnóstico em enfermagem. **Acta paul. enferm.** Vol 22. No. 4. São Paulo. 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010321002009000400014&script=sci_abstract&lng=pt Acesso em: 09 fev 2025

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; PÉREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. **Ciência e Educação**, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002.

QADDUMI, H. et al. Investigating Palestinian in-service teachers' beliefs about the integration of information and communication technology (ICT) into teaching **English. Education and Information Technologies**, p. 1-21, 2023. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11689-6>

REZENDE, F; LOPES, A. M. A; EGG, J. M. Identificação de Problemas do Currículo, do Ensino e da Aprendizagem de Física e de Matemática a partir do discurso de Professores. **Ciências e Educação**, v. 10, n. 2, p. 185-196, 2004.

ROCHA, F.; MARRANGHELLO, G.; LUCCHESI, M. Acelerômetro eletrônico e a placa Arduino para o ensino de Física em tempo real. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 98-123, abr. 2014.

ROCHA, W.F.; RUIVO, S.C.; ROMEU, M.C.; ALMEIDA A.C.F. ARDUINO INTEGRADO AO ENSINO DE FÍSICA: REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA. (2024). **REAMEC - Rede Amazônica De Educação Em Ciências e Matemática**, 12, e24070. Disponível em: <https://doi.org/10.26571/reamec.v12.17642> Acesso em 25 fev 2025

ROJO, Roxane. **Escol@ Conectada: os Multiletramentos e as TICs- Volume I**. São Paulo: Parábola, 2014.

SAE DIGITAL. Ferramentas digitais para o ensino remoto. [2020?]. Disponível em: <https://sae.digital/ferramentas-digitais-para-o-ensino-remoto/>. Acesso em: 25 fev 2025.

SÉRÉ, M. G; COELHO, S. M; NUNES, A. D. O Papel da Experimentação no Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n. 1, p. 30-42, abr. 2003.

SILVA, E. G. M.; MORAES, D. A. F. de. Tecnologias digitais como ferramentas didáticas mediadoras das práticas educativas. **Pesquisa e Ensino**, v. 2, p. 1-19, 2021. <https://doi.org/10.53282/pge.v2i2.857>

SILVA, C. C. S. C.; TEIXEIRA, C. M. de S. O uso das tecnologias na educação: os desafios frente à pandemia da COVID-19. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 9, p. 70070-70079, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n9-452>

SILVEIRA, M.C.; BARTHEM, R.B.; SANTOS, A.C. Proposta didático experimental para o ensino inclusivo de ondas no ensino médio. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 41, nº 1, e20180084, 2019. Disponível em: DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0084> Acesso em 25 fev 2025

SOUZA, S.S.F. Utilização da plataforma Arduino no processo de ensino/aprendizado de fundamentos de eletricidade na física, Research, Society and Development, v. 13, n.3, e5213345227, 2024. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/45227> Acesso em 24 fev 2025

BANZI, Massimo. Getting Started with Arduino. 2. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2011.

MONK, Simon. Programming Arduino: Getting Started with Sketches. New York: McGraw-Hill Education, 2012.

TIC EDUCAÇÃO 2019: Escolas estão mais presentes nas redes sociais, mas plataformas de aprendizagem a distância são pouco adotadas. Documento eletrônico. Disponível em:< <https://www.cetic.br/pt/noticia/escolas-estao-mais-presentes-nas-redes-sociais-mas-plataformas-deaprendizagem-a-distancia-sao-pouco-adotadas/>> . Acesso em 29 de out. 2024.

TURGUT, Y. E.; ASLAN, A. Factors affecting ICT integration in TURKISH education: a systematic review. **Education and Information Technologies**, v. 26, n. 4, p. 4069-4092, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10441-2>