



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PEDRO II
TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

JOSÉ RIBAMAR GOMES DE SOUSA

ARDUINO COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE FÍSICA

PEDRO II

2024

JOSÉ RIBAMAR GOMES DE SOUSA

ARDUINO COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE FÍSICA

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Pedro II.

Orientador: Prof. Esp. Thiago Abreu de Moura.

Coorientador: Prof. Dr. Wilton de Carvalho Lopes.

PEDRO II

2024

ARDUINO COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE FÍSICA

José Ribamar Gomes de Sousa¹

Thiago Abreu de Moura²

RESUMO

A Física é uma disciplina fundamental no currículo escolar. No entanto, a baixa assimilação dos conteúdos dificulta uma aprendizagem significativa, o que pode resultar no desinteresse dos alunos e desconforto do professor. Diante disso, é crucial adotar abordagens inovadoras e ativas que promovam uma aprendizagem duradoura. Afinal, é por meio de experiências práticas e interativas que se estimula a curiosidade e a criatividade dos alunos. Neste artigo, foi proposta uma metodologia experimental com Arduino para melhorar o ensino de Física. Essa metodologia demonstrou padrões consistentes nas relações entre distância, tempo, aceleração e velocidade ao longo de planos inclinados, evidenciando sua eficiência e o potencial dessa ferramenta para melhorar a forma como os alunos aprendem ciências.

Palavras-chaves: Laboratório de Física; Metodologia Ativa; Arduino; Experimentação; Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

Physics is a fundamental discipline in the school curriculum; however, the low assimilation of content poses challenges to meaningful learning, leading to student disinterest and teacher discomfort. In response, it is crucial to adopt innovative and active approaches that promote lasting learning experiences. After all, it is through practical and interactive experiences that students' curiosity and creativity are stimulated. This article proposes an experimental methodology using Arduino to enhance Physics education. The methodology consistently demonstrated patterns in the relationships between distance, time, acceleration, and velocity along inclined planes, highlighting its efficiency and the potential of this tool to improve the way students learn science.

Keywords: Physics Laboratory; Active Methodology; Arduino; Experimentation; Meaningful Learning.

Data de aprovação: 10/01/2024 (data de apresentação do TCC)

¹ Graduação em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. IFPI.

² Especialização em Banco de Dados. IESJT.

1 INTRODUÇÃO

A Física, ciência que contribui para a construção da realidade material do mundo em que estamos inseridos, sendo uma disciplina fundamental no currículo escolar (FORTUNATO; SOUZA; LANFRANCO, 2020), enfrenta desafios no ensino, como a memorização mecânica de fórmulas, comum no ensino tradicional. Essa abordagem, muitas vezes centrada em respostas corretas para provas, pode comprometer a aprendizagem significativa, como apontam os desafios educacionais destacados por Moreira (2021). Barros e Dias (2019) ressaltam que a resolução mecânica de exercícios pode limitar a compreensão profunda dos fenômenos físicos, propondo a necessidade de métodos mais envolventes que proporcionem uma aprendizagem duradoura e eficiente.

Filho, Silva e Favaretto (2020), ao discutirem a baixa assimilação dos conteúdos de Física, destacam a metodologia passiva/expositiva como causa principal da desmotivação dos alunos, propondo o uso de teorias que enfatizam a interação social, especialmente a Zona de Desenvolvimento Proximal. O cerne da questão reside na ausência de inovação metodológica e na falta de integração dos conteúdos com a realidade cotidiana dos alunos, o que resulta em uma baixa assimilação do conteúdo. Além disso, a fragmentação do conhecimento, baseada no paradigma cartesiano-newtoniano, contribui para a prática de ensino de replicação, prejudicando o aprendizado significativo e gerando desinteresse, tanto por parte dos alunos quanto dos docentes (AGUIAR et al., 2020).

No qual esse desinteresse apresenta-se preocupante ao observar os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad) sobre educação, divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os resultados mostram que 24,7% dos jovens entre 15 e 29 anos que abandonaram os estudos indicaram a falta de interesse como o principal motivo, sendo esta a segunda maior causa para a evasão escolar (g1.globo³).

Diante dos desafios presentes na sociedade contemporânea, os educadores enfrentam a necessidade premente de se adaptarem e transformarem suas abordagens pedagógicas para atender às demandas do cenário atual (MONTEIRO, 2021). Com o avanço das novas tecnologias e aparelhos eletrônicos, é necessário repensar a forma como os alunos aprendem, especialmente aqueles que já nasceram no ambiente digital (PISCHETOLA, 2019). No entanto, a inclusão das Tecnologias Digitais nas escolas deve ser feita de forma consciente e com objetivos claros e definidos, para evitar que esses recursos sejam apenas um complemento às metodologias de ensino já existentes (CARVALHO; DAVID; VASCONCELOS, 2021).

Frente a esse contexto, é crucial adotar abordagens inovadoras e ativas, centradas na promoção de uma metodologia ativa e no envolvimento efetivo dos alunos (PISCHETOLA, 2022). Afinal, é por meio de experiências práticas e interativas que se torna possível estimular a curiosidade e a criatividade dos alunos, possibilitando o desenvolvimento de habilidades e competências importantes para o mundo tecnológico atual (SOARES, 2021).

No contexto educacional, ressalta-se a importância de recursos didáticos que viabilizem a realização de experimentos e atividades práticas, promovendo uma aprendizagem de qualidade para os alunos (BATTISTEL; HOLZ; SAUERWEIN, 2022). Entre esses recursos, destacam-se as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), com ênfase na ferramenta Arduino. Conforme salientado por Soares e Colares (2020), as TICs têm se tornado uma valiosa aliada na educação, possibilitando a abordagem de conceitos teóricos em diversas disciplinas.

No âmbito específico da Física, a aplicação do Arduino em experimentos apresenta vantagens notáveis. Em contraste com os equipamentos convencionais, no qual a ferramenta

³G1. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/parana/educacao/noticia/2023/06/23/40percent-dos-jovens-indicam-necessidade-de-trabalhar-como-principal-motivacao-para-abandono-dos-estudos-diz-ibge.ghtml>

oferece uma solução de baixo custo, o que pode ser observado na pesquisa de Alves et al. (2020), tornando acessíveis experiências práticas mesmo para instituições com recursos limitados. Além do aspecto financeiro, destaca-se a importância da experimentação no processo de aprendizagem dos conceitos científicos. O uso do Arduino, ao possibilitar não apenas a execução de experimentos, mas também a montagem pelos próprios alunos, amplia a interação com a disciplina, fomentando o desenvolvimento de habilidades práticas e criativas em ambiente colaborativo. Dessa forma, o Arduino contribui para proporcionar descobertas relevantes aos alunos, promovendo uma aprendizagem ativa, estimulante e alinhada às demandas contemporâneas da educação, ao conectar teoria e prática (BRASIL, 2021).

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um protótipo para realizar experimentos de Física em conjunto com a plataforma Arduino. O Trabalho está dividido da seguinte forma: A seção 2 apresenta um breve referencial teórico. Seção 3 a metodologia. Seção 4 os Resultados e Discussões. Por fim, a seção 5 conclui o trabalho, identificando algumas limitações encontradas, que ser trabalhos futuros.

1.1 TRABALHOS RELACIONADOS

Na presente subseção, são abordados resumidamente alguns estudos que destacam a eficácia do Arduino no ensino de Física experimental. As pesquisas exploram temas como ohmímetros, oscilações mecânicas, luxímetros e propriedades de ondas, enfatizando a acessibilidade proporcionada por kits de baixo custo, podendo ser observados na tabela 1.

Quadro 1 - Trabalhos relacionados ao uso do Arduino na Física.

Publicação	Ano	Temática
CARDOSO; ZANNIN	2019	análise das variáveis de estados dos gases com Arduino.
ALVES et al.	2020	Uso do Arduino como um sistema alternativo para medir radiação solar global e práticas educacionais.
Sousa Jr et al.	2020	Física experimental com Arduino: ondas em uma corda tensionada.
JÚNIOR et al.	2021	Propõe uma atividade prática de ensino de Eletricidade, usando Arduino como emulador de Ohmímetro digital.
PEREIRA; SILVA	2021	Construção de um kit experimental com Arduino para estudar oscilações.
PEREIRA et al.	2021	Construção de um luxímetro digital utilizando plataforma Arduino para uso em laboratórios didáticos.
SILVA; MENDES; REBOUÇAS	2023	Momento de inércia em plano inclinado com uso de Arduino.

Fonte: Auroria Própria (2023).

O trabalho de Cardoso e Zannin (2019) aborda a falta de interesse e desempenho dos alunos em ciências da natureza, especialmente física, na educação básica, devido à escassez e laboratórios. A proposta consiste na construção de um experimento de baixo custo com Arduino para demonstrar relações entre pressão, volume e temperatura. O texto destaca a importância de atividades práticas para melhorar o aprendizado, apresentando uma solução acessível para contornar as limitações de recursos laboratoriais.

No contexto do experimento que utiliza a plataforma Arduino para explorar as propriedades de ondas em cordas tensionadas, o trabalho de Sousa Jr et al. (2020) destaca a análise da velocidade de propagação e densidade linear das cordas. Ressalta-se a

acessibilidade e o custo reduzido do aparato experimental, enfatizando o potencial educacional do Arduino para investigações em fenômenos físicos.

Alves et al. (2020) propõe um piranômetro de baixo custo para medir radiação solar global, crucial para processos naturais. Destaca-se a escassez de dados no Brasil devido ao alto custo de equipamentos. O protótipo, acessível e educativo, busca superar essa limitação. Além disso, ressalta a importância de contextualizar conceitos físicos no ensino. Apesar de algumas limitações, o protótipo demonstrou desempenho satisfatório, sendo uma alternativa viável para estimativas de radiação solar em intervalos espaçados.

O trabalho conduzido por Júnior et al. (2021) apresenta uma abordagem para atividades experimentais em aulas de eletricidade, utilizando a plataforma Arduino. A proposta envolve a construção de um ohmímetro no Arduino, fazendo uso de um divisor de tensão com resistores em série. Essa integração do Arduino ao ensino de Física proporciona uma interação ativa dos alunos com os conceitos teóricos e práticos da eletricidade.

No âmbito do estudo realizado por Pereira e Silva (2021), é apresentado um kit experimental destinado ao estudo de oscilações mecânicas no ensino, utilizando Arduino e o sensor HC-SR04. O experimento oferece uma abordagem prática e relevante, enfatizando a importância da acessibilidade na instrumentação para fomentar a interação ativa dos alunos com os fenômenos físicos.

Pereira et al. (2021) aborda a construção e aplicação de um luxímetro baseado na plataforma Arduino para experimentos de Física Experimental, com ênfase na difração da luz em fenda única. Esse luxímetro, mais acessível em comparação aos modelos comerciais, demonstra eficiência em medições experimentais, incluindo atividades como a Lei de Malus e a Lei Fotométrica da Distância. A proposta oferece uma alternativa de baixo custo e manutenção autônoma.

Outro estudo aborda a aplicação da plataforma Arduino e do sensor ultrassônico HC-SR04 para realizar experimentos sobre o movimento de rolamento de objetos em um plano inclinado (PI). O trabalho inclui análises do rolamento de cilindros, tubos e esferas, destacando a importância de considerar o momento de inércia no movimento rotacional. Essa proposta visa explorar conceitos físicos, como dinâmica e energia, tornando-se uma ferramenta educacional versátil para o ensino de fenômenos físicos relacionados ao movimento em planos inclinados (SILVA; MENDES; REBOUÇAS, 2023).

Essas abordagens não apenas contornam limitações práticas, como a escassez de laboratórios, mas também estimulam o interesse dos alunos, promovendo uma compreensão mais profunda e prática dos princípios fundamentais da Física. Em conjunto, esses estudos indicam que o Arduino emerge como uma ferramenta valiosa para tornar o ensino de Física mais dinâmico, acessível e envolvente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção de referencial teórico apresentará as bases teóricas que fundamentam o estudo e fornecerão embasamento conceitual para a pesquisa.

O ensino de Física muitas vezes não desperta o interesse dos alunos devido à falta de contextualização com a realidade dos estudantes e à ênfase na memorização de conceitos utilizados apenas em avaliações (MOREIRA, 2021). Para tornar a aprendizagem mais envolvente, é crucial considerar os conhecimentos prévios dos alunos, e não a forma tradicional que o professor ensina. O livro de Weimer (2013) destaca a transição de uma abordagem centrada no professor para uma centrada no aluno, enfocando práticas que incorporam a participação ativa dos alunos. Nesse cenário, a metodologia ativa se encaixa perfeitamente, uma vez que a aprendizagem ativa incorpora atividades práticas intercaladas com instrução, incentivando a participação dos alunos no processo de aprendizagem.

(MORAN, 2021).

2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A aprendizagem significativa é um processo ativo que vai além da mera memorização, conforme apresentado por Ausubel (2003), psicólogo educacional, conhecido por sua contribuição significativa para a teoria da aprendizagem. Destacando que a aprendizagem significativa ocorre quando os novos conceitos são ancorados em conceitos já familiares e relevantes para o aprendiz, promovendo uma compreensão mais profunda e duradoura.

A metodologia ativa, que busca envolver os alunos de maneira prática, colaborativa e desafiadora (JAHWARI et al., 2022), ganha destaque na teoria da aprendizagem significativa. Essa teoria enfatiza a interação vital entre novos conhecimentos e a compreensão prévia do aluno, promovendo uma assimilação ativa (SEFTON; GALINI, 2022). Contrapondo as limitações das aprendizagens mecânicas, centradas na memorização, essa abordagem visa proporcionar autonomia ao aluno. Portanto, é fundamental planejar, desenvolver e avaliar o ensino com base nessa teoria para aprimorar a prática educativa (AGRA et al., 2019).

Dentro do contexto do trabalho, destacam-se diversas metodologias ativas para o ensino, das quais algumas serão apresentadas a seguir:

- **Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj):** Método educacional em que os alunos se envolvem ativamente na construção do conhecimento através da realização de projetos práticos e desenvolvimento de produtos do mundo real (GUO et al., 2020), promovendo maior envolvimento, participação e eficiência nos alunos (OLIVEIRA; SIQUEIRA; ROMÃO, 2020).
- **Aprendizagem por descoberta:** Enfatiza a teoria de Bruner, integrando fases do desenvolvimento, currículo em espiral e participação ativa do aluno (BORBA; GOI, 2021).
- **Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP):** Método ativo que surgiu na Escola de Medicina de McMaster, Canadá, em 1965 (BOROCHOVICIUS; TASSONI, 2021). Destaca a importância da ABP para desenvolver habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e habilidades colaborativas nos alunos (MALMIA et al., 2019). Essa abordagem torna o processo de aprendizagem mais relevante e proporciona uma compreensão mais aprofundada dos temas estudados (LOPES et al., 2019).
- **Utilização de Simulações:** Estratégia eficaz de aprendizado em diversas áreas (YAMANE et al., 2019). Silva et al. (2019) destacam que tais simulações oferecem uma abordagem prática e envolvente, enriquecendo a compreensão dos alunos em relação a conceitos científicos.
- **Ensino por Experimentação:** Integra atividades práticas para facilitar a aprendizagem, conectando teoria e prática de forma interativa e contextualizada (SANTOS; MENEZES, 2020). Essa abordagem ativa visa construir conhecimento, desenvolver habilidades práticas, estimular a curiosidade e contextualizar conceitos científicos na realidade dos alunos (SOUZA, 2022).

Dessa forma, a utilização de metodologias significativas, aliadas ao uso de simulações práticas, proporciona uma experiência de aprendizado mais enriquecedora e eficaz, estimulando a participação ativa do aluno e sua autonomia no processo educativo. Essa combinação transforma a prática educacional, oferecendo novas ferramentas para um ensino mais eficaz e alinhado com a realidade dos estudantes. Permitindo que os alunos interajam, reflitam e construam conhecimento (ARAÚJO et al., 2021).

2.2 EXPERIMENTAÇÃO NA FÍSICA

Ao abordar a importância das práticas no ensino de Física, Benfíca e Prates (2020) ressaltam que a utilização de experimentos pode ser um método eficaz para aprender a disciplina. Tavares et al. (2022) complementam essa visão, destacando que a experimentação em Física engloba a realização de experimentos e atividades práticas como parte integrante do processo de ensino-aprendizagem, contribuindo para o sucesso da ação de ensino do professor e favorecendo o aprendizado dos alunos.

A eficácia dos experimentos requer uma estrutura cuidadosa das situações de aprendizagem. Da Silva Frota (2020) investigam os fatores que influenciam a motivação e desmotivação dos alunos em aulas de Física, considerando a relação com a disciplina, metodologias de ensino e interação professor-aluno. Além disso, Parreira e Dickman (2020) abordam a importância e a variedade de objetivos atribuídos à física experimental no ensino, destacando a necessidade de clareza e consenso entre professores e alunos sobre os propósitos do laboratório didático.

O laboratório de Física é vital para melhorar a qualidade do ensino e estimular as habilidades cognitivas e motoras dos alunos, conforme ressaltado por Krause et al. (2021). O autor ressalta que a metodologia tradicional muitas vezes é ineficaz e não consegue despertar o interesse dos alunos, mas a inserção da metodologia ativa e a prática experimental pode torná-los mais ativos e envolvidos na construção do conhecimento. A experiência de escolher práticas de laboratório capazes de instigar os alunos ao máximo visa compartilhar conhecimento e incentivá-los a realizar pesquisas.

Compreender as várias etapas do processo experimental é fundamental para garantir a qualidade e a confiabilidade de seus resultados, como destacado por Lima e Ferreira (2019). Isso inclui formular problemas, selecionar materiais e equipamentos, conduzir experimentos, registrar dados e analisar resultados (VILLAYERDE et al., 2021). A pesquisa de Jesus et al. (2021) enfatiza a integração crucial da tecnologia no ensino pós-pandemia, destacando o papel de equipamentos de baixo custo e softwares especializados para enriquecer a aprendizagem científica.

É interessante notar que a experimentação em Física pode ser realizada por instituições com poucos recursos financeiros, conforme abordado por Nogueira e Hernandez (2021). Destacando a eficácia da experimentação em Física com materiais de baixo custo, o estudo promove a autonomia dos alunos, enriquecendo disciplinas com abordagens investigativas e análises quantitativas.

Outro fator crucial é a interdisciplinaridade na experimentação, sendo essencial dada a relação da Física com outras áreas do conhecimento, como matemática, química e biologia, além das contínuas inovações tecnológicas que afetam todas as áreas da sociedade (MACHADO; AMORIM; BARROS, 2021). Essa abordagem busca conectar diferentes disciplinas e áreas de conhecimento, permitindo aos alunos uma compreensão mais abrangente e contextualizada dos fenômenos físicos (YABIKU; BERNARDO, 2020).

2.3 ARDUÍNO

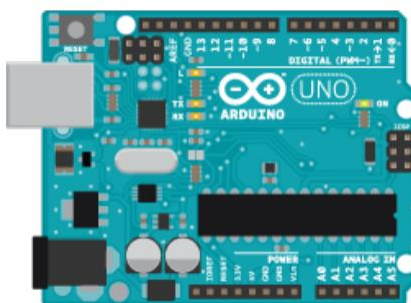
As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) desempenham um papel crucial na educação, facilitando o acesso à informação, inovação nos métodos de ensino e desenvolvimento de habilidades para alunos e professores (ASENCIO; FREIRE; ESPINOZA, 2019), com destaque para o Arduino, que será abordado nos experimentos do trabalho.

O Arduino é uma plataforma de código aberto que combina hardware e software para facilitar a prototipagem e criação de projetos eletrônicos, sendo amplamente utilizada por uma comunidade global de entusiastas e profissionais, sendo um instrumento científico de baixo

custo, que pode ser usado para provar princípios físicos (Arduino.cc, 2023). Com uma enorme comunidade em fóruns que compartilha códigos e diagramas de circuitos, facilitando a sua utilização e pode ser utilizado sem estar acoplado ao computador (ALMEIDA, 2021).

Os autores Barros e Dias (2019) apresenta informações sobre o uso do Arduino em experimentos de física. No qual a plataforma Arduino é caracterizada por uma placa open-Soure, associada a um micro controlador e circuitos de entrada e saída para projetos eletrônicos, cujas funcionalidades são desenvolvidas por meio da linguagem de programação baseada em Wiring. Conforme apresentado no trabalho realizado por Caetano (2021), com a utilização de uma placa Arduino, conforme apresentado na Figura 1, o usuário pode controlar o experimento e receber dados de sensores, permitindo experimentos mais precisos e controlados, mostrando o quão eficiente e poderoso é essa ferramenta englobada ao meio educacional.

Figura 1 - Placa Arduino.



Forte: Arduino.cc (2023).

Vidal-Silva et al. (2019) aborda a relevância e a acessibilidade do Arduino, destacando seu papel na integração de hardware e software para o desenvolvimento de soluções em sistemas computacionais. O ambiente de desenvolvimento, fornecido pelo fabricante e disponível na Internet, permite ao usuário programar o aparelho e exibir os dados processados em uma janela no computador. O Arduino é fácil de programar e pode ser levado para onde for trabalhar, necessitando apenas de energia (NASCIMENTO; BORGES; NASCIMENTO, 2019).

O Arduino é uma plataforma versátil e acessível para o desenvolvimento de protótipos eletrônicos, apresentada na investigação científica dos autores Silveira et al. (SILVEIRA; BARTHEM; SANTOS, 2019), facilitando a implementação e compreensão prática de conceitos abordados.

3 METODOLOGIA

Na presente seção, descreve-se uma metodologia que incorpora uma pesquisa experimental, envolvendo a definição de objetivos, escolha de variáveis influentes, estabelecimento de controles e observação dos efeitos gerados no objeto de estudo (VILLAYERDE et al., 2021). A implementação prática dessa abordagem se materializa por meio de projetos concretos que utilizam o Arduino em experimentos relacionados à física. Esse processo compreende desde a concepção de projetos específicos até a programação adequada do Arduino, resultando na execução de experimentos de maneira notável.

3.1 CRIAÇÃO DOS EXPERIMENTOS: PESQUISA CIENTÍFICA

Nas fases iniciais desta metodologia, a investigação centrou-se na identificação de conceitos teóricos que puderam ser replicados através de experiências do mundo real, o que é crucial para uma aprendizagem significativa. Explora pesquisas relacionadas à dinâmica de objetos em movimento, com foco nas relações entre altura, inclinação, tempo, aceleração e velocidade.

Com essa abordagem, foi possível compreender os fenômenos teoricamente, além de encontrar parâmetros práticos que pudessem ser utilizados em experimentos reais. Nesta fase, tendo em conta a sua aplicabilidade prática para o estudo da dinâmica de objetos que se movem ao longo de um plano inclinado. Foram escolhidas como base as equações de aceleração dada pela equação (1)

$$a = \frac{2s}{t^2} \quad (1)$$

a: Aceleração;

s: Distância;

t: Tempo;

e velocidade dada pela equação (2).

$$v = v_0 + a.t \quad (2)$$

v: Velocidade;

v₀: Velocidade inicial;

a: Aceleração;

t: Tempo;

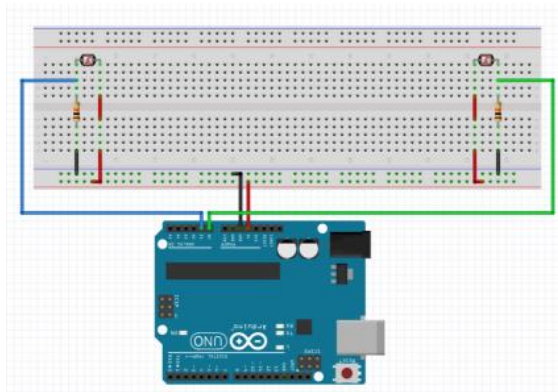
Nesse início, foi possível garantir que a pesquisa teórica resultasse em conceitos e parâmetros que pudessem ser efetivamente replicados e testados na prática. Essa abordagem integrada teoria-experimento permitiu uma compreensão mais abrangente e aplicável da dinâmica do movimento da esfera ao longo do plano inclinado, que poderá ser observado melhor na seção 5.

3.2 CRIAÇÃO DOS EXPERIMENTOS: PESQUISA CIENTÍFICA

No segundo momento, um experimento prático foi realizado para investigar o movimento de uma esfera ao longo de um plano inclinado. Nesse cenário, o movimento da esfera é resultado da influência da gravidade, e a aceleração do objeto ao longo do plano é diretamente afetada pela inclinação do mesmo.

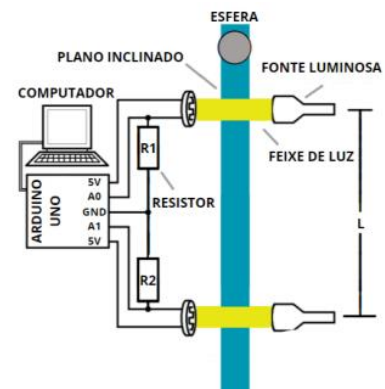
Para a realização dos experimentos, foram utilizados os seguintes materiais: uma esfera de metal com 5 cm de diâmetro; uma superfície com um plano inclinado; dois sensores de luz (LDR); resistor de $10K \Omega$; duas fontes luminosas; um Arduino Uno; e uma fonte de alimentação, conforme ilustrado nas figuras 2 e 3.

Figura 2 - Ilustrado esquemática do experimento.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

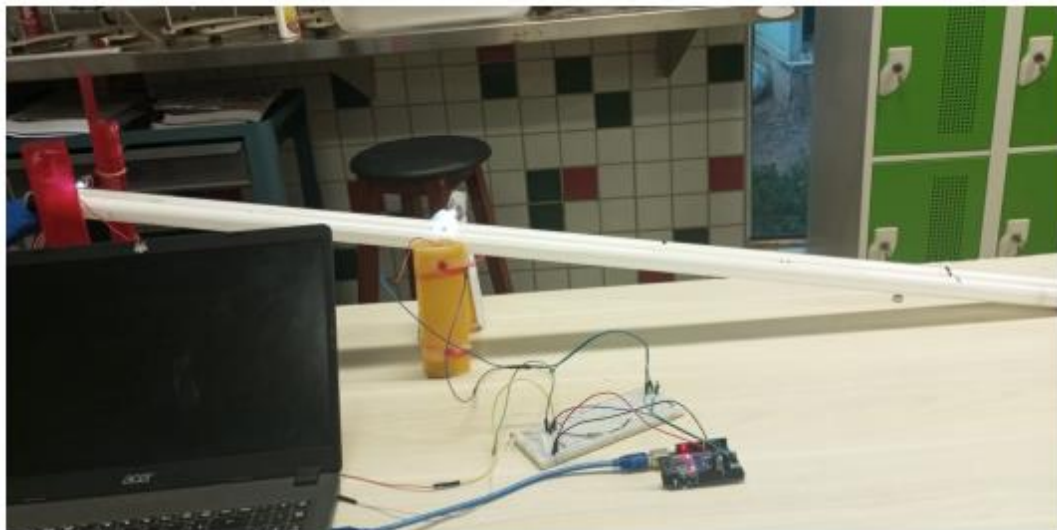
Figura 3 - Ilustrado esquemática do experimento.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Os sensores de luz instalados nos pinos A0 e A1 do Arduino Uno são utilizados para monitorar a trajetória de uma esfera lançada em um plano inclinado. Esses sensores têm a capacidade de medir a intensidade da luz, permitindo ajustes na luminosidade de acordo com as condições do ambiente. Graças a isso foi possível a realização do experimento, podendo ser observado na figura 4.

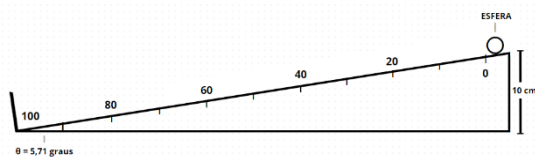
Figura 4 - Realização do experimento.



Fonte: Dados da Pesquisa (2024).

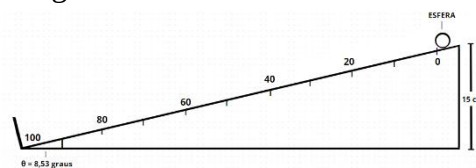
No decorrer dos testes, foram exploradas duas alturas (10 cm e 15 cm) e várias larguras (20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm e 1 m), conforme mostrado nas figuras 5 e 6, que puderam ser replicados na prática.

Figura 5 - Plano inclinado de 10 cm.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 6 - Plano inclinado de 15 cm.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

As equações (1) e (2) desempenham um papel crucial no experimento, e escolhidas pela sua clareza e facilidade de implementação no código, disponível no tinkercad.⁴

A operação do experimento é a seguinte: dois sensores, separados por distâncias específicas (20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm e 100 cm), conforme já ilustrado nas figuras 5 e 6, determinam o deslocamento (s) na equação. A partir desse deslocamento, o tempo (t) que a esfera leva para percorrer de A a B é calculado. Com esses dados, a aceleração pode ser determinada, conforme exemplificado na equação (1).

A partir da aceleração obtida, que é aproximadamente 0.67 m/s^2 , foi usado a equação de velocidade, onde a esfera inicia em repouso. A equação de movimento uniformemente acelerado (MRUA) relaciona a aceleração (a), o tempo (t), a velocidade inicial (v_0), e o deslocamento (s), conforme exemplificado na equação (2).

Essa abordagem fornece uma compreensão clara e sistemática do experimento, conectando deslocamento, tempo, aceleração e velocidade de maneira coesa. Fornecendo precisão ao registrar os dados do experimento.

É importante notar que os dados apresentados anteriormente foram realizados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, serão apresentados os resultados da pesquisa

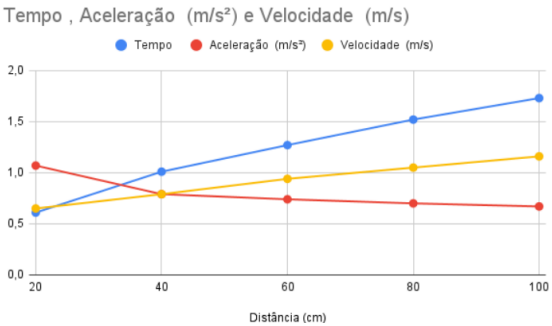
Ao verificar a praticidade das atividades Práticas, especialmente ao calcular a aceleração e a velocidade. Foi possível notar que os experimentos ocorreram conforme o planejado, simplificando a análise para avaliar o comportamento da esfera ao longo da superfície inclinada.

Ao examinar os resultados para diferentes alturas e distâncias, pode-se notar padrão consistente na relação entre distância, tempo, aceleração e velocidade, conforme apresentado nas Figuras 7 e 8.

A variação na aceleração da esfera ao longo do tempo, começando com uma aceleração inicial mais alta e diminuindo posteriormente, pode ser atribuída à combinação da inclinação do plano, o estado inicial de repouso da esfera e fatores como resistência do ar. Ao ser lançada, a esfera experimenta uma aceleração inicial significativa devido à força gravitacional e à inclinação do plano. Conforme se move, a influência de forças de resistência, como a resistência do ar, pode levar a uma diminuição na aceleração inicial, possivelmente alcançando um equilíbrio entre forças opostas.

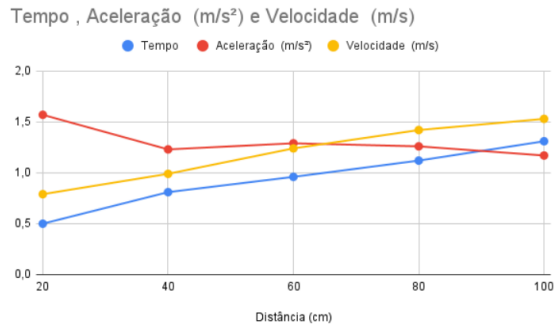
⁴ Código do Experimento. Disponível em: <https://www.tinkercad.com/things/bqUcDMhkBZs-glorious-stantia>

Figura 7 - Gráfico de t, a, e v em função de s, altura: 10 cm.



Fonte: Dados da Pesquisa (2024).

Figura 8 - Gráfico de t, a, e v em função de s, altura: 15 cm.



Fonte: Dados da Pesquisa (2024).

Os dados mostrados nas Tabelas 2 e 3 destacam claramente como as mudanças em parâmetros como altura de inclinação e distância percorrida afetam a aceleração e velocidade da esfera.

Tabela 1 - Resultados do experimento em um plano inclinado de 10 cm de altura.

Distância (cm)	Tempo (s)	Aceleração (m/s²)	Velocidade (m/s)
20	0,61	1,07	0,65
40	1,01	0,79	0,79
60	1,27	0,74	0,94
80	1,52	0,70	1,05
100	1,73	0,67	1,16

Fonte: Dados da Pesquisa (2024).

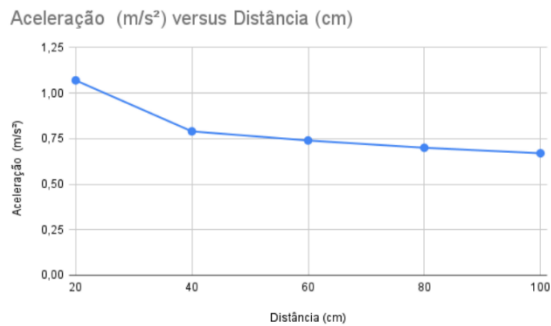
Tabela 2 - Resultados do experimento em um plano inclinado de 15 cm de altura.

Distância (cm)	Tempo (s)	Aceleração (m/s²)	Velocidade (m/s)
20	0.50	1.57	0.79
40	0.81	1.23	0.99
60	0.96	1.29	1.24
80	1.12	1.26	1.42
100	1.31	1.17	1.53

Fonte: Dados da Pesquisa (2024).

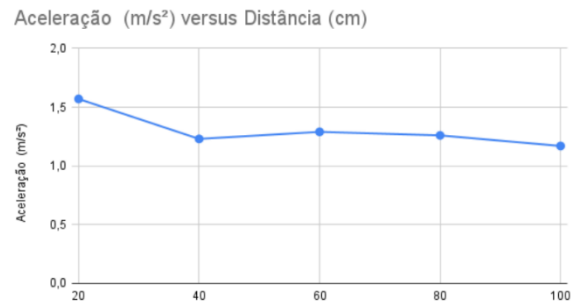
A tabela revela que, à medida que o objeto percorre distâncias maiores, sua aceleração diminui. Essa mudança está associada ao aumento do atrito entre o objeto e a superfície inclinada (SILVA; MENDES; REBOUÇAS, 2023). Consequentemente, nota-se que à medida que o objeto se move por uma distância maior, o aumento da velocidade está sendo menor em cada intervalo de posições. Essa relação entre distância e aceleração é evidenciada de maneira clara nos gráficos apresentados nas figuras 9 e 10.

Figura 9 – Gráfico de a em função de s , altura: 10 cm.



Fonte: Dados da Pesquisa (2024).

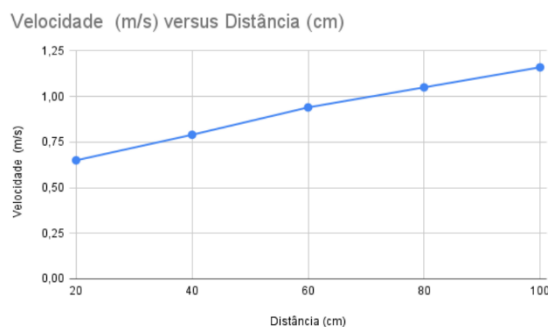
Figura 10 – Gráfico de a em função de s , altura: 15 cm.



Fonte: Dados da Pesquisa (2024).

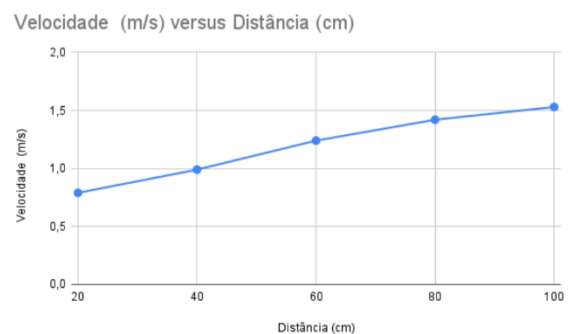
À medida que o objeto percorre uma distância maior, nota-se que sua velocidade continua a aumentar, mas esse aumento torna-se menos pronunciado. Essa desaceleração no crescimento da velocidade ao longo de distâncias crescentes acontece devido a uma menor taxa de aceleração para trajetos mais extensos, pois as forças de atrito são contrárias ao movimento (*InfoEscola*⁵). Em outras palavras, embora a velocidade ainda aumente, esse crescimento se desacelera à medida que a distância percorrida aumenta. Essa tendência é evidenciada nos gráficos das figuras 11 e 12.

Figura 11 – Gráfico de v em função de s , altura: 10 cm.



Fonte: Dados da Pesquisa (2024).

Figura 12 – Gráfico de v em função de s , altura: 15 cm.

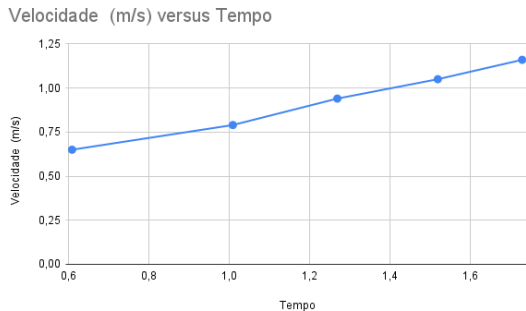


Fonte: Dados da Pesquisa (2024).

⁵ InfoEscola. Disponível em: <https://www.infoescola.com/mecanica/forcas-de-atrito/>

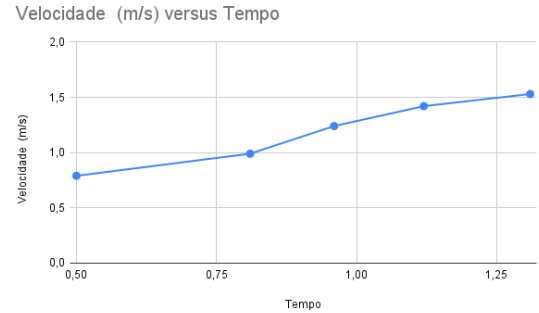
Embora esse crescimento desacelere à medida que o tempo aumenta, a velocidade do objeto continua a aumentar. Isso é consistente com o comportamento esperado de um objeto em um plano inclinado sob a influência da gravidade, evidenciado nos gráficos das figuras 13 e 14.

Figura 13 – Gráfico de v em função de t , altura: 10 cm.



Fonte: Dados da Pesquisa (2024).

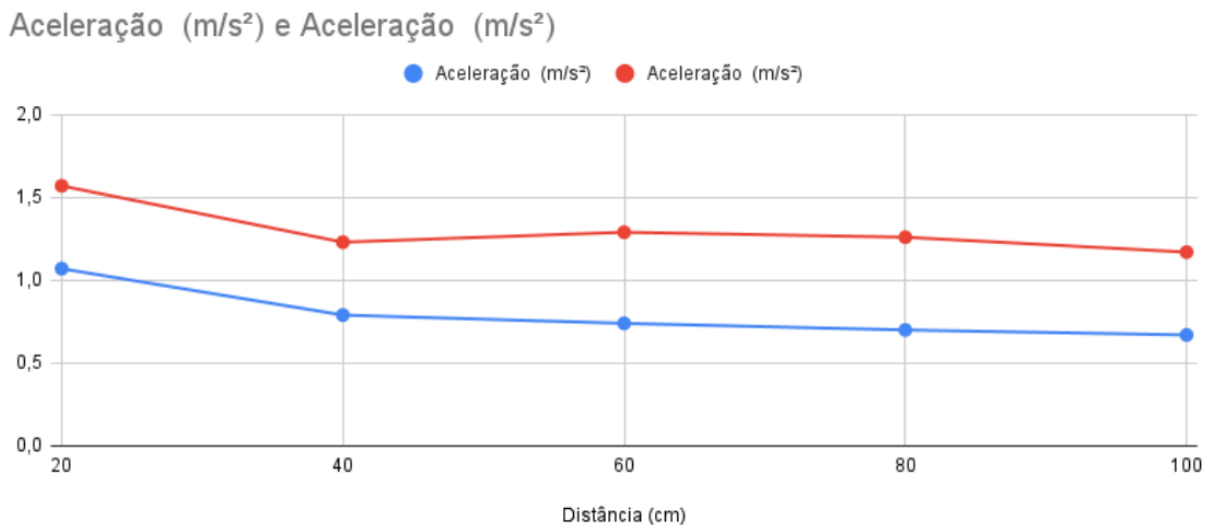
Figura 14 – Gráfico de v em função de t , altura: 10 cm.



Fonte: Dados da Pesquisa (2024).

Os resultados do experimento indicam que as acelerações foram mantidas entre as posições de 40 a 100 cm. Deve-se observar que, como o objeto inicia em repouso, a sua aceleração tende a ser maior no início do percurso e, posteriormente, se mantém estável. Além disso, nota-se que a aceleração é maior para um plano inclinado de 15 cm de altura em comparação com um plano de 10 cm. Essa variação na aceleração é explicada pelo aumento da inclinação, indicando que quanto maior a inclinação, maior é a aceleração do objeto. Isso é evidenciado pelo gráfico da Figura 15.

Figura 15 - Aceleração com altura de 10 cm e Aceleração com altura de 15 cm.



Fonte: Dados da Pesquisa (2024).

Através dos resultados obtidos, notou-se que a programação do Arduino possibilitou um monitoramento contínuo dos estados dos sensores, registrando o início do tempo no exato momento em que a esfera bloqueia um dos sensores. Em seguida, a aceleração da esfera foi calculada levando em consideração a distância predefinida entre os sensores e o intervalo temporal observado, tendo como base os resultados das figuras 16 e 17.

Figura 16 – Resultados obtidos, altura: 10 cm.

```
15:55:04.782 -> _____
15:55:04.782 ->
15:55:04.821 -> -   CALCULO-DE-VELOCIDADE   -
15:55:04.821 -> _____
15:55:13.302 -> Tempo.: 1.73 segundos
15:55:13.302 -> Distância.: 1.00 m
15:55:13.387 -> Aceleração.: 0.67 m/s²
15:55:13.388 -> Velocidade final.: 1.16 m/s
15:55:13.400 -> _____
15:55:22.167 -> Tempo.: 1.73 segundos
15:55:22.167 -> Distância.: 1.00 m
15:55:22.239 -> Aceleração.: 0.67 m/s²
15:55:22.239 -> Velocidade final.: 1.16 m/s
15:55:22.276 -> _____
15:55:28.442 -> Tempo.: 1.72 segundos
15:55:28.442 -> Distância.: 1.00 m
15:55:28.534 -> Aceleração.: 0.68 m/s²
15:55:28.534 -> Velocidade final.: 1.16 m/s
15:55:28.557 -> _____
```

Fonte: Resultados da Pesquisa (2024).

Figura 17 – Resultados obtidos, altura: 10 cm.

```
16:09:40.779 -> _____
16:09:40.779 ->
16:09:40.819 -> -   CALCULO-DE-VELOCIDADE   -
16:09:40.819 -> _____
16:09:47.939 -> Tempo.: 1.32 segundos
16:09:47.939 -> Distância.: 1.00 m
16:09:48.008 -> Aceleração.: 1.15 m/s²
16:09:48.013 -> Velocidade final.: 1.52 m/s
16:09:48.049 -> _____
16:09:56.045 -> Tempo.: 1.31 segundos
16:09:56.045 -> Distância.: 1.00 m
16:09:56.130 -> Aceleração.: 1.17 m/s²
16:09:56.130 -> Velocidade final.: 1.53 m/s
16:09:56.155 -> _____
16:10:02.492 -> Tempo.: 1.30 segundos
16:10:02.492 -> Distância.: 1.00 m
16:10:02.576 -> Aceleração.: 1.19 m/s²
16:10:02.576 -> Velocidade final.: 1.54 m/s
16:10:02.599 -> _____
```

Fonte: Resultados da Pesquisa (2024).

Com tudo, é importante ressaltar que os valores são influenciados por fatores experimentais, e são resultados aproximados devido à natureza das medidas de tempo e velocidade, as quais foram realizadas utilizando instrumentos que, embora precisos, não alcançam a perfeição absoluta, o que por sua vez foi feito vários testes para uma melhor eficiência dos dados, sem que comprometesse a credibilidade dos resultados obtidos.

Mostrando que os métodos utilizados podem ser facilmente integrados em ambientes educacionais e fornece uma base sólida para as instituições de ensino.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho tem como objetivo construir uma proposta de atividade experimental utilizando uma placa Arduino para aquisição de dados como distância, tempo, aceleração média e velocidade, demonstrando que esta ferramenta pode ajudar a melhorar a forma como os alunos aprendem ciências.

Com essa abordagem, além de oferecer uma boa perspectiva para o ensino de Física, também estimula os professores a conduzirem aulas mais dinâmicas e participativas. A combinação de baixo custo, facilidade de implementação e potencial de aprimoramento faz com que esta proposta seja uma contribuição notável para a educação em Física, proporcionando benefícios visíveis tanto para educadores quanto para estudantes, melhorando assim a perspectiva do aluno em relação aos estudos de Física.

Como proposta para trabalhos futuros, o aprimoramento do protótipo é um fator importante, para que seja possível realizar ajustes mais práticos nos ângulos e distâncias,

conforme utilizados nos experimentos. Além da introdução de um display LED, proporcionando uma experiência ainda mais interativa e visualmente estimulante.

Outro fator é que o experimento será aplicado em sala de aula, para observar o desempenho na prática dos alunos em relação à disciplina, empregando as metodologias e experimentos destacados no presente trabalho. Já que, em um primeiro momento, a ideia do projeto é verificar a eficiência do experimento para só então ser abordado em sala de aula, promovendo assim uma experiência que realmente contribua para uma melhor aprendizagem desses estudantes.

REFERÊNCIAS

AGRA, G. et al. Análise do conceito de aprendizagem significativa à luz da teoria de ausubel. **Revista Brasileira de Enfermagem**, SciELO Brasil, v. 72, p. 248–255, 2019.

AGUIAR, M. D. et al. Teacher malaise in physics teaching: perspectives and challenges. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, p. e106963265, Apr. 2020. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3265>>.

ALMEIDA, M. M. de. Experimento de baixo custo para medição da dissipação da energia em um pêndulo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Sociedade Brasileira de Física, v. 43, p. e20200360, 2021. ISSN 1806-1117. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0360>>.

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**, SciELO Brasil, v. 42, 2020.

ARAÚJO, E. S. et al. O uso de simuladores virtuais educacionais e as possibilidades do phet para a aprendizagem de física no ensino fundamental. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 3, p. 1–25, 2021.

Arduino. **Introduction**. 2023. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em: 27 de dezembro 2023.

Arduino.cc. **Arduino**. Accessed on 25th May 2023. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>>.

ASENCIO, L. Y. G.; FREIRE, E. E. E.; ESPINOZA, S. E. M. Las tics como herramientas didácticas del proceso de enseñanza-aprendizaje. **Conrado**, Universidad de Cienfuegos., v. 15, n. 66, p. 104–110, 2019.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. [S.l.]: Lisboa, 2003. v. 1.

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**, SciELO Brasil, v. 41, p. e20190049, 2019.

BATTISTEL, O. L.; HOLZ, S. M.; SAUERWEIN, I. Motivação e eficiência em estratégias de ensino de física no nível médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 44, p. e20210278, 2022.

BENFÍCA, K. F. G.; PRATES, K. H. G. As contribuições do uso de experimentos no ensino – aprendizado da física/ the contributions of the use of experiments in teaching - learning physics. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 33686–33703, Jun. 2020. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/11049>>.

BORBA, F. I. M. de O.; GOI, M. E. J. Jerome bruner nos processos de aprender e ensinar ciências. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, p. e1521019508–e1521019508, 2021.

BOROCHOVICIUS, E.; TASSONI, E. C. Aprendizagem baseada em problemas: Uma experiência no ensino fundamental. **Educação em Revista**, SciELO Brasil, v. 37, 2021.

BRASIL, M. S. Neurociência cognitiva e metodologias ativas. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 7, p. 1017–1032, 2021.

CAETANO, T. C. O experimento “curva de luz” do laboratório remoto de física: uma proposta de atividade investigativa contextualizada epistemologicamente. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 43, p. e20210169, 2021.

CARDOSO, J. M.; ZANNIN, M. Proposta experimental para análise das variáveis de estado dos gases com arduino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 41, 2019.

CARVALHO, T. C. D. C. V.; DAVID, P. B.; VASCONCELOS, F. H. L. Percepções sobre as políticas públicas de inclusão digital na educação básica durante a pandemia da covid-19: Uma análise bibliográfica. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 15, p. 021025, 2021.

FILHO, E. B.; SILVA, A. d. O. D.; FAVARETTO, D. V. Um jogo de tabuleiro utilizando tópicos contextualizados em física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 42, p. e20190356, 2020.

FORTUNATO, I.; SOUZA, R. A. de; LANFRANCO, Á. C. P. M. Ensino de física nos anos iniciais do ensino fundamental: um estado do conhecimento. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, p. 42–57, 2020.

FROTA, J. da S.; XEREZ, L. M. P.; PARENTE, N. N. A motivação e desmotivação no processo de aprendizagem do ensino de física. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 62802–62816, 2020.

GUO, P. et al. A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. **International journal of educational research**, Elsevier, v. 102, p. 101586, 2020.

JAHWARI, F. A. et al. Using cdio principles for teaching of mechanical design courses. In: IEEE. **2022 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**. [S.l.], 2022. p. 1683–1688.

JESUS, J. J. de; OLIVEIRA, A. F. de; SILVA, A. P. da. Espectrômetro digital. uma proposta de construção de um experimento de física moderna para o ensino remoto. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e51410817786–e51410817786, 2021.

JR, I. V. d. S. et al. Física experimental com arduino: ondas em uma corda tensionada. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 42, p. e20200177, 2020.

JÚNIOR, A. d. L. C. et al. 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, p. e11110212302–e11110212302, 2021.

KRAUSE, M. O.; LEAL, H. S.; SANTOS, T. S. d. J. Um estudo da importância das práticas do laboratório de física, antecedendo à apresentação teórica dos conteúdos, no processo de ensino-aprendizagem - um estudo de caso no ensino médio - / a study of the importance of physics laboratory practices, preceding the theoretical presentation of contents, in the teaching-learning process - a case study in high school -. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 29678–29690, Mar. 2021. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/26892>>.

LIMA, J. R.; FERREIRA, H. Contribuições da engenharia didática como elemento norteador no ensino de física: estudando o fenômeno de encontro de corpos com atividades da robótica educacional. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 42, 2019.

LOPES, R. M. et al. Características gerais da aprendizagem baseada em problemas. LOPES, Renato Matos; FILHO, Moacelio Veranio; ALVES, Neila Guimarães (org.). **Aprendizagem baseada em problemas: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores**. Rio de Janeiro: Publiki, p. 45–72, 2019.

MACHADO, V.; AMORIM, T.; BARROS, P. Interdisciplinaridade no ensino de física e computação na educação básica: relato de experiência de um curso de formação inicial e continuada sob a perspectiva na construção de experimentos. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2021. p. 246–254. ISSN 0000-0000. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/educomp/article/view/14491>>.

MALMIA, W. et al. Problem-based learning as an effort to improve student learning outcomes. **Int. J. Sci. Technol. Res**, v. 8, n. 9, p. 1140–1143, 2019.

MONTEIRO, F. F. Análise de uma experiência híbrida no ensino de física 1. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 43, p. e20200315, 2021.

MORAN, J. **Metodologias ativas de bolso: como os alunos podem aprender de forma ativa, simplificada e profunda**. [S.l.]: Arco 43, 2021.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Sociedade Brasileira de Física, v. 43, p. e20200451, 2021. ISSN 1806-1117. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>>.

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**, Sociedade Brasileira de Física, v. 41, n. 3, 2019. ISSN 1806-1117. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0219>>.

NOGUEIRA, G. T.; HERNANDES, J. A. Laboratório de física iv baseado em experimentos de baixo custo: relato de uma experiência de ensino remoto devido à pandemia de covid-19. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 43, p. e20210242, 2021.

OLIVEIRA, S. L. d.; SIQUEIRA, A. F.; ROMÃO, E. C. Aprendizagem baseada em projetos no ensino médio: estudo comparativo entre métodos de ensino. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, SciELO Brasil, v. 34, p. 764–785, 2020.

PARREIRA, J. E.; DICKMAN, A. G. Objetivos das aulas experimentais no ensino superior na visão de professores e estudantes da engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 42, 2020.

PEREIRA, C. et al. **Construção de um luxímetro digital utilizando plataforma Arduino para uso em laboratórios didáticos**. [S.l.]: SciELO Brasil, 2021.

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

PISCHETOLA, M. **Inclusão digital e educação: a nova cultura da sala de aula**. [S.l.]: Editora Vozes Limitada, 2019.

PISCHETOLA, M. Exploring the relationship between in-service teachers' beliefs and technology adoption in brazilian primary schools. **International Journal of Technology and Design Education**, Springer, v. 32, n. 1, p. 75–98, 2022.

SANTOS, L. R. dos; MENEZES, J. A. de. A experimentação no ensino de química: principais abordagens, problemas e desafios. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, v. 12, n. 26, p. 180–207, 2020.

SEFTON, A. P.; GALINI, M. E. **Metodologias Ativas: Desenvolvendo Aulas Ativas para uma Aprendizagem Significativa**. [S.l.]: Freitas Bastos, 2022.

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

SILVA, J. d. Costa e; MENDES, G. A.; REBOUÇAS, G. d. O. G. Momento de inércia em plano inclinado com uso de arduino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 45, p. e20230045, 2023.

SILVEIRA, M. V. d.; BARTHEM, R. B.; SANTOS, A. C. d. Proposta didático experimental para o ensino inclusivo de ondas no ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Sociedade Brasileira de Física, v. 41, n. 1, p. e20180084, 2019. ISSN 1806-1117. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0084>>.

SOARES, C. **Metodologias ativas: uma nova experiência de aprendizagem**. [S.l.]: Cortez Editora, 2021.

SOARES, L. de V.; COLARES, M. L. I. S. Educação e tecnologias em tempos de pandemia no Brasil. [TESTE] **Debates em Educação**, v. 12, n. 28, p. 19–41, 2020.

SOUZA, T. M. de. A experimentação no ensino de química na educação básica entre a teoria e a prática. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista–ENCITEC**, v. 12, n. 1, p. 39–51, 2022.

TAVARES, A.; SILVA, A.; CHESMAN, C. Experimentos portáteis para o aprendizagem das leis da óptica geométrica com metodologia isle. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 44, p. e20220084, 2022.

VIDAL-SILVA, C. et al. Electrónica para todos con el uso de arduino: Experiencias positivas en la implementación de soluciones hardware-software. **Información tecnológica**, SciELO Chile, v. 30, n. 6, p. 377–386, 2019.

VILLAYERDE, A. et al. **Fundamentos teóricos e metodológicos da pesquisa em educação em ciências**. [S.l.]: Editora Bagai, 2021.

WEIMER, M. **Learner-centered teaching: Five key changes to practice**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2013.

YABIKU, K. R.; BERNARDO, E. P. Uma abordagem interdisciplinar no ensino da física por meio da matemática e dos recursos tecnológicos. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, 2020.

YAMANE, M. T. et al. Simulação realística como ferramenta de ensino na saúde: uma revisão integrativa. **Rev Espac Saude**, v. 20, n. 1, p. 87–107, 2019.