

## VI SIMPÓSIO DE PROJETOS DO PPGEEB

### UTILIZAÇÃO DE CHROMEBOOKS E PLATAFORMA ARDUINO COMO FERRAMENTAS AUXILIARES NA COMPREENSÃO DE CONCEITOS DE CALORIMETRIA

LEITE, Fagner<sup>1</sup>  
ALVES, André Luiz<sup>2</sup>

#### Resumo

O presente estudo se propõe a compreender os efeitos da aplicação de um produto educacional em forma de sequência didática, utilizando a plataforma Arduino e o Chromebook durante as aulas de Física. A pesquisa a ser desenvolvida será de natureza qualitativa explicativa do tipo experimental uma vez que foca no estudo de instrumentos que possam influenciar na aprendizagem dos estudantes. Espera-se que o produto educacional possa facilitar a compreensão dos conceitos de Calorimetria presente no cotidiano dos estudantes.

**Palavras-chave:** ensino de física; experimentação; Arduino.

#### Introdução

Estudos mostram que os métodos tradicionais de ensino não são capazes de atingir os objetivos de aprendizagem, devido a ênfase na aprendizagem passiva e isolada. Além disso, os métodos tradicionais de ensino se concentram em encontrar a solução correta e única para problemas que são extraídos dos livros didáticos e que, em muitas das vezes, não representam o mundo real do aluno. Por outro lado, os métodos exploratórios, no qual os alunos participam de maneira ativa e colaborativa do seu processo de aprendizagem, favorecem a geração de conhecimento e a conexão de novos conhecimentos com conhecimentos antigos finalizando num processo de compreensão conceitual (RAFIEI et al.,2019)

A experimentação é uma das estratégias que vem sendo utilizada há muito tempo no ensino de ciências da natureza (física, química e biologia). Porém muitos os professores acreditam que a prática experimental é um recurso que tem o papel apenas de comprovar/consolidar a teoria, que segundo Amaral e Silva (Amaral &

---

<sup>1</sup> Aluno (a) do Mestrado em Ensino na Educação Básica do Centro Universitário Norte do Espírito Santo. Universidade Federal do Espírito Santo. E-mail: [fagner.leite@edu.ufes.br](mailto:fagner.leite@edu.ufes.br)

<sup>2</sup> Professor (a) do Programa de Pós-graduação em Ensino na Educação Básica do Centro Universitário Norte do Espírito Santo. Universidade Federal do Espírito Santo. E-mail: [andre.alves@ufes.br](mailto:andre.alves@ufes.br)

Silva, 2000) representa uma visão de ciência externa, neutra, quantitativa e empírica, que evidencia a centralidade dos aspectos teórico-conceituais sobre o fenomenológico, na mediação das aulas.

A função do ensino experimental está relacionada com a consciência da necessidade de adoção, pelo professor, de uma postura diferenciada sobre como ensinar e aprender ciências. Muitos conteúdos de Física já são vivenciados pelos alunos, porém os mesmos em sua maioria não conseguem fazer a devida associação. O ensino “decorado” de física, sem a compreensão dos conceitos, alimenta o insucesso na disciplina progressivamente de um conteúdo para outro, deixando a mesma cansativa e sem atrativos.

A utilização do computador nas aulas experimentais, juntamente com a aquisição automática de dados, pode contribuir para um ensino de física mais eficiente. Com a utilização de sensores acoplados a microcontroladores, o aluno tem a possibilidade de medir em tempo real grandezas físicas como temperatura, pressão, velocidade, força, aceleração e etc. Sendo que a construção de gráficos e tabelas torna-se mais rápida, liberando mais tempo para os alunos e professor dialogarem sobre o fenômeno em estudo.

Nesse sentido o uso de ferramentas computacionais pode ajudar os alunos a construir e testar suas idéias e suposições sobre os fenômenos físicos, químicos e biológicos que foram observados durante o experimento, uma vez que a tecnologia oferece meios do aluno confrontar erros e acertos, gerar modelos, estabelecer relações e testar as hipóteses de uma forma rápida e simples (Veit, Haag, & Araujo, 2005).

A motivação para a pesquisa partiu primeiramente da minha observação cotidiana da docência no ensino de Física desde o ano de 2007 onde foi possível observar, analisando as turmas da segunda série do ensino médio das escolas públicas, a grande dificuldade dos alunos na compreensão de conceitos envolvendo o tema Calor e Temperatura em situações cotidianas. Outra motivação para a pesquisa vem da minha experiência na utilização da plataforma Arduino e eletrônica geral desde o ano de 2015. Percebi que o uso da plataforma Arduino na educação poderia ser potencializada, em especial no ensino de Física, devido o atual momento educacional onde o governo do estado do Espírito Santo tanto investe em tecnologias nas unidades escolares.

O presente projeto de pesquisa parte da problemática de tentar compreender de que maneira a utilização dos *Chromebooks* junto com a plataforma Arduino podem auxiliar os estudantes a compreenderem os conceitos associados à Calorimetria e Termologia abordados na organização curricular da rede Estadual de ensino.

O computador é um instrumento muito poderoso num laboratório de ciências, pois com ele podemos realizar experiências que envolvem aquisição de dados, como tempo, temperatura, velocidade, etc... em grande quantidade e permitem também o tratamento de dados, como levantamento de curvas, em tempo real.

## **Objetivos**

O objetivo geral do trabalho é compreender quais os efeitos da aplicação de um produto educacional em forma de sequência didática, utilizando os *Chromebooks* e a plataforma Arduino durante as aulas de Física, sobre o aprendizado dos conceitos de Calorimetria abordados na organização curricular da rede Estadual de ensino.

Os objetivos específicos são:(i)Elaborar guias experimentais utilizando o Chromebook e a plataforma Arduino com os conteúdos de Calorimetria e Termologia;(ii)Desenvolver uma ferramenta web que propicie a construção de gráficos a partir dos dados obtidos experimentalmente;(iii)Elaborar um manual de montagens experimental dos sensores utilizados nos guias experimentais com a plataforma Arduino;(iv)Aplicar as atividades e guias experimentais desenvolvidos nas turmas da segunda série do Ensino Médio;(v) Analisar os efeitos da aplicação do produto educacional desenvolvido nas turmas da segunda série do Ensino Médio.

## **Referencial Teórico**

A pesquisa terá como referencial teórico a teoria sociocultural de Lev Semyonovich Vigotski e a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, ambas classificadas como cognitivistas, e que tem como pontos convergentes estudar como ocorre e quais os mecanismos envolvidos na estrutura cognitiva do indivíduo (SIAS, 2008). A teoria sociocultural de Vigotski o cérebro é formado por uma estrutura básica, de origem genética e sobre essa estrutura básica são construídas as demais estruturas mentais de origem sociocultural (GASPAR, 2009).

Segundo Santos (2014) esta teoria, o meio social e cultural tem grande influência sobre o desenvolvimento cognitivo do indivíduo que ocorre por meio da interiorização de instrumentos e signos através da interação social.

O instrumento é algo utilizado com objetivo certo para fazer alguma coisa e o signo pode ser entendido como elemento que representa ou expressa algo que possui significado (SANTOS, 2014).

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel é uma teoria cognitivista que busca explicar o que ocorre internamente na mente humana com relação ao aprendizado e a estrutura do conhecimento. Ela se concentra numa proposta concreta para o cotidiano escolar diferente da teoria de Piaget que enfatizava a aprendizagem por descoberta como a ideal onde o foco não era a aprendizagem em sala de aula (PRASS, 2012).

Segundo Jonassen et al. (2003; 2006), quando os alunos estão envolvidos, criativos, deliberados e cooperativos e trabalham em projetos do mundo real, eles aprendem de forma significativa. Os professores podem prestar atenção às características da aprendizagem significativa e usar a tecnologia para a aprendizagem porque a aprendizagem dos alunos é conectada, interativa e interdependente.

Um dos primeiros trabalhos sobre a utilização da placa Arduino na sala de aula no ensino médio é o de Cavalcante et. al. (2011). Neste trabalho os autores mostram diferentes modos de operar a placa Arduino para funcionar como uma interface alternativa na aquisição e automação de dados em atividades experimentais de física. Dentre as possibilidades os autores apresentam um estudo de carga e descarga de um capacitor onde os resultados são mostrados em tempo real através de gráficos.

Cavalcante, Monteiro e Pontes (2013) utilizaram a placa Arduino no estudo de ondas sonoras. Foi construído um tubo de Kundt e com o auxílio de um microfone eletreto e um amplificador CILM386 foi medido a intensidade da onda sonora ao longo do tubo e os resultados plotados em gráficos. Para os autores o uso desta tecnologia no ensino de física contribui para a aprendizagem de conceitos de física pois os mesmos podem ser aprofundados de acordo com a necessidade didática (CAVALCANTE, MONTEIRO RODRIGUES, et al., 2013).

Cavalcante e Rodrigues e Darlene (2013) apresentam uma sequência didática onde é explorado o funcionamento dos controles remotos. É utilizada uma placa Arduino UNO ligada a um sensor LDR juntamente com um led RGB e um sensor IR, ambos ligados à placa. Para as autoras, o experimento demonstrou ser um importante recurso para ilustrar a física moderna através do uso de tecnologias, pois além de propiciar uma boa interatividade dos alunos com dispositivos, os materiais utilizados

são de baixo custo e de fácil acesso a todos os professores, o que facilita a difusão nas escolas.

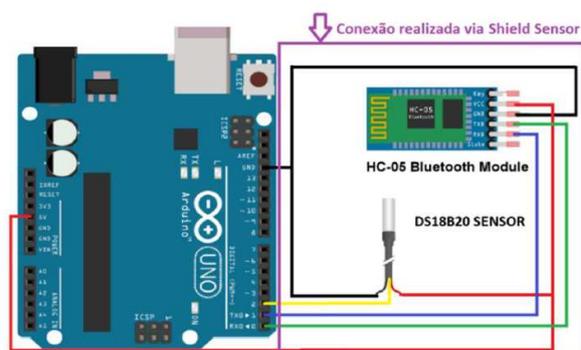
Amorim e Carvalho (2014) apresentam uma montagem simples para o estudo da maré atmosférica, usando a placa Arduino UNO e sensores de temperatura/pressão do tipo BMP085. O processo de automação com a placa Arduino, permite a coleta de dados durante um intervalo de tempo longo e uma alta amostragem. Isso elimina o compromisso exagerado com a coleta de dados, liberando o professor e os estudantes para se concentrarem na discussão e interpretação dos dados obtidos (CARVALHO & AMORIM, 2014). Os autores afirmam que o uso da maquete auxilia as aulas de eletricidade sobre corrente alternada, dando também a oportunidade de serem discutidos temas como matriz energética brasileira e mundial, com suas diversas fontes, renováveis ou não. Os testes realizados em sala de aula demonstraram boa receptividade por parte dos alunos (ELIANE, 2015).

## Metodologia

Considerando o objetivo geral e específicos descritos anteriormente evidenciam os efeitos que determinados instrumentos influenciam na aprendizagem dos estudantes, a pesquisa a ser desenvolvida será de natureza qualitativa explicativa do tipo experimental.

Para a coleta de dados de temperatura, será utilizado o sensor de temperatura DS18B20, a placa Arduino (Uno ou Nano), o Shield sensor e o módulo Bluetooth HC-05. A montagem a ser construída está indicada na figura 01. A essa montagem experimental chamaremos de Kit Experimental Arduino (KEA).

Figura 01: Esquema de montagem para aquisição de dados - KEA



Fonte:

<https://forum.arduino.cc/t/hc-05-bluetooth-module-not-showing-up-for-pairing/1148185> (acesso: 25/04/2024 - Adaptado)

Para a realização do experimento sobre o processo de resfriamento dos corpos e a influência do recipiente no processo de troca de calor com o ambiente, serão utilizados quatro recipientes formados por materiais diferentes (vidro, alumínio, plástico e porcelana). Em cada recipiente será colocado uma quantidade de água quente (fornecida pelo pesquisador) e em seguida será inserido o KEA, figura 02 e 03. Para realizar o experimento cada turma será dividida em quatro grupos e receberão um roteiro da prática experimental a ser desenvolvido antes da aplicação da pesquisa.

*Figura 02: Esquema experimental – Resfriamento dos corpos*



*Fonte: o autor*

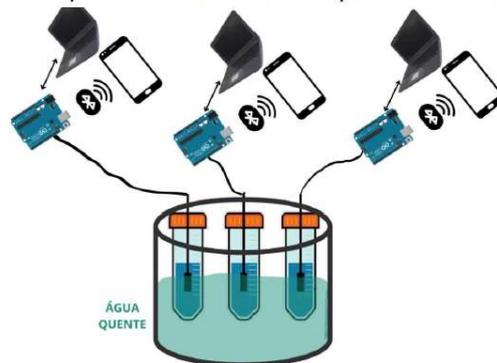
*Figura 03: Esquema experimental – Resfriamento dos corpos*



*Fonte: o autor*

Para a realização do experimento sobre a capacidade térmica e calor específico dos materiais serão utilizados cinco tubetes e o kit KEA. A turma será dividida em cinco grupos sendo que cada grupo receberá certa quantidade de um material (água, óleo lubrificante automotivo, óleo de cozinha, água com sal e areia da praia) que a ser colocado dentro do tubete. Em seguida todos os tubetes serão colocados dentro de um recipiente contendo água quente fornecido pelo professor, figura 04, e serão coletados os valores de temperatura para um dado intervalo de tempo. Para realizar o experimento cada turma será dividida em quatro grupos e receberão um roteiro da prática experimental a ser desenvolvido antes da aplicação da pesquisa.

Figura 04: Esquema experimental – Calor específico e Capacidade térmica



Fonte: o autor

A sequência didática será aplicada em uma escola da rede estadual de ensino situada no município de Conceição da Barra-ES, em três turmas de segunda série do Ensino Médio. Os materiais utilizados para coleta de dados serão compostos por questionários e teste de concepções prévias. A sequência didática elaborada terá duração de 7 aulas incluindo as atividades experimentais, aulas expositivas e utilização de softwares de simulação computacional. Segundo Junior (2022) o uso de uma sequência didática diversificada que privilegia a atividade experimental motiva interesse dos alunos, aguçando a curiosidade e o engajamento dos estudantes junto das atividades educacionais. No quadro 01 tem-se um resumo da sequência didática a ser aplicada.

A unidade escolar dispõe dos Chromebooks para uso pedagógico e os mesmos serão disponibilizados para a realização da pesquisa. Os demais materiais, inclusive os KEA, serão disponibilizados pelo pesquisador.

Na aula 03 os estudantes de maneira individual acessarão o site de apoio, desenvolvido pelo professor. Em um primeiro momento farão uma atividade cujo objetivo é observar o comportamento da matéria quando são variadas as grandezas temperatura, pressão e volume. Num segundo momento realizarão uma atividade cujo objetivo é observar os diferentes tipos de energia presente na simulação e as transformações de energia que ocorre em cada passo da simulação. As simulações e atividades a serem utilizadas serão obtidas do site Phet (UNIVERSITY..., 2024) e incorporadas ao site de apoio desenvolvido para a pesquisa via código fonte seguindo a licença *Creative Commons Attribution 4.0 (CCBY4.0)*.

No momento da realização da atividade experimental pelos alunos (aulas 04 e 05), será disponibilizado um guia experimental que conterà os passos, cuidados e observações descritos nos itens 3.2 e 3.3. Durante a realização destes, serão

coletados valores de tempo (s) e temperatura (°C) que serão indicados na tela do Chromebook ou na tela do smartphone dependendo do grupo. No guia experimental haverá algumas perguntas sobre experimento que deverão ser respondidas pelos mesmos. Espera-se que esse guia possa auxiliar os mesmos na coleta dos dados.

Após a coleta dos dados, cada grupo de estudantes acessará o site indicado pelo professor, selecionará a opção de gerar gráfico em seguida, com os seus dados coletados, farão a construção do gráfico. No guia experimental haverá algumas perguntas sobre o comportamento do gráfico que deverão ser respondidas por eles.

A aula 06 será do tipo expositiva com utilização de slides. Serão retomados os conceitos de temperatura e a introdução ao conceito de calor como forma de energia. Serão abordados também os conceitos de calor específico, capacidade térmica bem como as grandezas físicas envolvidas sempre fazendo um paralelo com as atividades experimentais desenvolvidas nas aulas 04 e 05. Nesse momento serão abordadas as equações da calorimetria e as habilidades EM13CNT301FISb / ES, EM13CNT102FIS / ES, EM13CNT101FIS / ES, EM13CNT106FIS / ES presente nas orientações curriculares da rede estadual de ensino.

Na aula 07 serão aplicados os pós-teste para uma comparação do desenvolvimento dos alunos no final da aplicação da sequência didática. O pós-teste será aplicado em forma de um jogo digital criado na plataforma Wordwall (VISUAL..., 2022) que será respondido com o Chromebook. Neste momento também será solicitado aos estudantes que respondam a um questionário do tipo Google *forms*, de forma anônima, onde poderão opinar sobre a sequência didática aplicada em sala. Será utilizado como modelo o questionário utilizado por SIAS (2008) adaptado para as particularidades deste projeto.

A análise dos dados será realizada a partir da comparação dos resultados do pré-tese / pós-teste utilizando-se o coeficiente alfa de Cronbach (CRONBACH,1951) e a partir da análise dos questionários abertos aplicados antes de depois da sequência didática.

Quadro 01: Resumo da sequência didática desenvolvida

AULA	Atividade	Resumo	Duração
01	Apresentação da proposta, aplicação dos pré-testes (subsunçores)	Buscar estratégias para alcançar os objetivos educacionais baseado nos conhecimentos prévios dos alunos	01 aula
02	Exposição de vídeos sobre calorimetria (aspectos históricos)	Elucidar possíveis dúvidas sobre a diferença de calor e temperatura	01 aula
03	Uso do Chromebook para acessar a plataforma de simulações computacionais PHET	Acessar as simulações relacionadas a calorimetria e energia para consolidação dos conceitos discutidos em aula	01 aula
04	Prática experimental e análise gráfica utilizando a plataforma Arduino e o Chromebook	Medir a variação de temperatura em diferentes materiais em diferentes condições [Lei de resfriamento].	01 aula
05	Prática experimental e análise gráfica utilizando a plataforma Arduino e o Chromebook	Medir a variação de temperatura em diferentes materiais e recipientes [Calor específico / Capacidade Térmica].	01 aula
06	Aula expositiva sobre Calorimetria	Explicação sobre os conceitos de Capacidade Térmica, Calor específico e aplicação das equações.	01 aula
07	Aplicação dos pós testes e pesquisa de opinião	Aplicação dos pós testes para comparação e análise dos resultados, pesquisa de opinião sobre o produto educacional utilizado	01 aula

Fonte: o autor

## Referências

AGUIAR, C. E., LAUDARES, F. **Aquisição de Dados Usando Logo e a Porta de Jogos do PC**. Revista Brasileira de Ensino de Física, 23(4), 371–380, 2001.

AMARAL, L. O., SILVA, A. C. **Trabalho Prático: Concepções de Professores sobre as Aulas Experimentais nas Disciplinas de Química Geral**. Cadernos de Avaliação, 1(3), 130–140, 2000.

AMORIM, H. S. DO, DIAS, M. A., & SOARES, V. Sensores digitais de temperatura com tecnologia one-wire: Um exemplo de aplicação didática na área de condução térmica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 4310, 4310–4319, 2015.

AUSUBEL, DG (1963). **Estrutura cognitiva e facilitação da aprendizagem verbal significativa**. **Jornal Desenvolvimento, da Formação de Professores**, 14(2), 217–222. <https://doi.org/10.1177/002248716301400220>

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias**, 1–71, 2000. Disponível em <[http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/14\\_24.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/14_24.pdf)>. Acesso em: 22 mai. 2016:

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Ministério da Educação, 1–141 Brasília, 2006.

CARVALHO, L. R. M. DE, AMORIM, H. S. D. Observando as marés atmosféricas: uma aplicação da placa Arduino com sensores de pressão barométrica e temperatura. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 36(3), 1–7, 2014.

CARVALHO, A. M. P., & GIL, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações. Coleção questões da nossa época 2. 2º ed.** Ed. Cortez, 1995, São Paulo.

CAVALCANTE, M. A., MONTEIRO RODRIGUES, C. E., PONTES, L. A. Novas tecnologias no estudo de ondas sonoras. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 30(3), 2013.

CAVALCANTE, M. A., RODRIGUES, T. T. T., BUENO, D. A. Controle Remoto: princípio de funcionamento (parte 1 de 2). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 30(3), 554–565, 2013.

CAVALCANTE, M. A., TAVOLARO, C. R. C., MOLISANI, E. Física com Arduino para iniciantes. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 33(4), 4503, 2011.

CORDOVA, H., & TORT, A. C. Medida de g com a placa Arduino em um experimento simples de queda livre. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 38, 2016.

CRONBACH, L. J. **Coefficient alpha and the internal structure of test.** Psychometrika, 1951

DAVID AUSUBEL. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2024. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=David\\_Ausubel&oldid=67448896](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=David_Ausubel&oldid=67448896). Acesso em: 8 fev. 2024.

ELIANE D, S. DE M. A. R. C. V. D. DE M. S. E. A. Á. Í. L. DE A. M. M. A. DOS S. M. P. B. M. A. F. DE O. R. R. DOS S. A. C. S. **Maquete didática de um sistema trifásico de corrente alternada com Arduino: ensinando sobre a rede elétrica.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 32, 856–869, 2015.

GASPAR, A. **Experiências de ciências para o ensino fundamental.** 1º ed. São Paulo: Ática, 2009.

GIL, ANTONIO CARLOS. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6º ed. São Paulo: Atlas, 2017.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual.** Bookman, Org. 12º ed. 2014.

JONASSEN, DH, HOWLAND, J., MOORE, J. E MARRA, RM. **Aprendendo a resolver problemas com tecnologia: uma perspectiva construtivista**. Nova Jersey: Merrill Prentice Hall, (2003).

MONK, S. **Programação com Arduino: Começando com os Sketches**. 1º ed. Bookman, Org. Porto Alegre.:2013.

MOREIRA, M. **Organizadores Prévios E Aprendizagem Significativa**. Revista Chilena de Educación Científica, ISSN 0717-9618, Vol. 7, Nº. 2, 2008, pp. 23-30. Revisado em 2012.

MORTIMER, E. F., ROMANELLI, L. I., MACHADO, A. H. **A Proposta Curricular De Química Do Estado De Minas Gerais: Fundamentos E Pressupostos**. Química Nova, 23(2), 284–290,1999.

PRASS, ALBERTO RICARDO. **Teorias de Aprendizagem** . Rio Grande do Sul. 2012. *E-book* (57p.) color. Disponível em: [https://www.fisica.net/monografias/Teorias\\_de\\_Aprendizagem.pdf](https://www.fisica.net/monografias/Teorias_de_Aprendizagem.pdf) . Acesso em: 15 abr. 2024.

PINHEIRO JUNIOR, J. B. **Experimentos com o Arduino no ensino de Física: estudando conceitos científicos da Termologia**. Orientador: Antonio Augusto Soares. 2022. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Física, DEPARTAMENTO DE FÍSICA, QUÍMICA E MATEMÁTICA, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, SOROCABA-SP, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/15546>. Acesso em: 15 abr. 2024.

RAFIEI, SEPIDEH, AHOUR, TOURAN. **The Effect of Semantic Mapping Strategy Instruction on Iranian Intermediate EFL Learners' Listening Comprehension**. Theory and Practice in Language Studies, Vol. 5, No. 8, pp. 1754-1761, August 2015

ROCHA, F. S. DA, MARANGHELLO, G. F., LUCHESE, M. M. **Acelerômetro eletrônico e a placa Arduino para ensino de física em tempo real**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 31(1), 98, 2013.

RODRIGUES, R. F. **Arduino como uma ferramenta mediadora no ensino de física**. 134f. Dissertação do Mestrado Profissional em Ensino de Física- Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

SANTOS, E. M. F. **Arduino: Uma Ferramenta Para Aquisição De Dados, Controle E Automação De Experimentos De Óptica Em Laboratório Didático De Física No Ensino Médio**. 192f. Dissertação do Mestrado Profissional em Ensino de Física- Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

SIAS, D. B. **Ensino de física térmica na escola de nível médio: aquisição automática de dados como elemento motivador de discussões conceituais**. 2008. 199f Dissertação - Instituto de Física, UFRGS, Rio Grande do Sul, 2008.

UNIVERSITY OF COLORADO BOULDER. **PhET**. Simulation by PhET Interactive Simulations. [S.l.]. University of Colorado, 2024. Disponível em:

<https://phet.colorado.edu/>. Acesso em: 20 mai. 2024.

VEIT, E. A., HAAG, R., ARAUJO, I. S. **Porque e como introduzir a aquisição automática de dados no laboratório didático de física?** Física na escola, 6(1), 69–74 .2005.

VISUAL EDUCATION LTD. <https://wordwall.net/pt>. recursos de ensino. United Kingdom: wordwall, 2022. Disponível em: <https://wordwall.net/pt>. Acesso em: 20 mai. 2024.