

# O desenvolvimento de uma atividade investigativa com o auxílio de um sistema automático de aquisição de dados baseado em Arduino

## RESUMO

**Amanda da Silva Bernardes**

[amandabernardes174@gmail.com](mailto:amandabernardes174@gmail.com)

[orcid.org/0009-0009-1491-1175](https://orcid.org/0009-0009-1491-1175)

Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), São João del-Rei, Minas Gerais, Brasil.

**Thiago Odilon de Almeida**

[Thiago-almeida05@hotmail.com](mailto:Thiago-almeida05@hotmail.com)

[orcid.org/0009-0008-5038-2701](https://orcid.org/0009-0008-5038-2701)

Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, Brasil.

**Alessandro Damásio Trani Gomes**

[alessandrogomes@ufsj.edu.br](mailto:alessandrogomes@ufsj.edu.br)

[orcid.org/0000-0001-9095-5270](https://orcid.org/0000-0001-9095-5270)

Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), São João del-Rei, Minas Gerais, Brasil.

O objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento e explorar as potencialidades de um sistema de aquisição automática de dados (SAAD) baseado na tecnologia Arduino para a execução de uma atividade investigativa no ensino de Ciências. Defende-se a utilização de recursos tecnológicos como o Arduino no laboratório escolar para a configuração de ambientes de aprendizagem abertos e desafiadores nos quais os estudantes recebem assistência para gerar ou investigar questões que são significativas e importantes para eles. Por meio da revisão da literatura, são apresentados argumentos pedagógicos favoráveis à utilização de atividades práticas organizadas como investigações com auxílio de um SAAD. São descritos o desenvolvimento do SAAD e apresentada uma proposta de atividade investigativa sobre a lei do resfriamento de Newton. São discutidas as implicações educacionais da atividade, as dificuldades encontradas, os desdobramentos e propostas novas possibilidades de pesquisa na área.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação em Ciências. Arduino. Atividade investigativa. Aquisição de dados.

## INTRODUÇÃO

Em diversos países, orientações curriculares e pesquisadores na área de Educação em Ciências têm enfatizado o objetivo primordial de aprimorar a compreensão dos estudantes acerca da natureza da ciência e da prática científica. Propõem a implementação de um ensino de ciências mais significativo, aproximando-o das práticas científicas, enquanto, simultaneamente, prepara os estudantes para a cidadania e para enfrentar as incertezas de um mundo em constante e acelerada transformação (NRC, 2012; UNESCO, 2017).

Uma das estratégias pedagógicas propostas para se alcançar os objetivos curriculares atualmente estabelecidos é por meio do ensino por investigação, cuja concepção adotada neste trabalho é coerente com a de autores que recomendam a utilização de diversas abordagens de ensino que estimulem o raciocínio por meio da experimentação e do processo de resolução de problemas (CARVALHO, 2013; MUNFORD; LIMA, 2007).

Estudos sobre a utilização de práticas investigativas sugerem que essa estratégia desperta mais o interesse do estudante, aumenta a responsabilidade na determinação do processo operacional, possibilita uma melhor compreensão das práticas científicas, produz um aumento significativo no ganho educacional se comparado ao tradicional e pode ser utilizado por qualquer estudante, não só os mais talentosos. O planejamento e execução de atividades investigativas genuínas podem, portanto, contribuir para o estabelecimento das conexões entre a natureza da ciência e seus conceitos e os procedimentos e atitudes da atividade científica (LEDERMAN; LEDERMAN, 2014; MANZ; LEHRER; SCHAUBLE, 2020).

A Base Nacional Comum Curricular incentiva, de forma explícita, a introdução de metodologias de ensino que estimulem o raciocínio, a experimentação, a solução de problemas e uma série de competências e habilidades cognitivas relacionadas à investigação em todos os níveis de ensino. Uma das dez competências gerais que devem ser asseguradas pelas aprendizagens essenciais que precisam ocorrer ao longo de toda a Educação Básica está diretamente relacionada ao ensino por investigação:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (BRASIL, 2018, p. 9).

Defende-se, portanto, que os laboratórios de Ciências se configurem em ambientes de aprendizagem abertos nos quais os estudantes recebam a devida assistência para gerar suas próprias questões ou investigar questões que são significativas e importantes para eles (BASSOLI, 2014; BORGES, 2002).

Ambientes de aprendizagem mais desafiadores podem ser mais facilmente implementados por meio da utilização de recursos tecnológicos. A importância desses ambientes de aprendizagem ricos em tecnologia pode ser reconhecida pelo crescente número de pesquisadores que passaram a dedicar-se ao tema (COSTA; DUQUEVIZ; PEDROZA, 2015; GUIMARÃES; FREITAS; GONZALEZ, 2022).

O desenvolvimento de sistemas de aquisição automática de dados (SAAD) de baixo custo e de livre domínio, baseados na plataforma Arduino é uma tendência na área de pesquisa em educação em Ciências (COUTINHO JÚNIOR, 2021; MONTEIRO, 2021). O Arduino é um microcontrolador completo, constituído por um microprocessador, memória e portas de comunicação analógicas e digitais. Sua configuração e arquitetura tornou-o uma plataforma de desenvolvimento autônoma, versátil e de baixo custo, podendo ser utilizado em diversas áreas, desde aplicações profissionais como o controle e automação residencial até na área educacional (CAVALCANTE; TAVOLARO; MOLISANI, 2011).

A utilização de sensores conjuntamente com sistemas de aquisição automática de dados em tempo real na construção de práticas de laboratório de Física representa uma possibilidade de inovação nas formas de ensinar e de aprender ainda muito pouco difundidas, e contribuirá na difusão destas novas práticas integrando tecnologia, teoria e experimento (ROCHA; MARANGHELLO; LUCCHESI, 2014, p.102).

Na área de Educação em Ciências, há uma polissemia em torno do conceito de atividades investigativas, bem como diversas perspectivas sobre o ensino por investigação (STRIEDER; WATANABE, 2018), o que, para Sá, Lima e Aguiar Jr. (2011), prejudica o estabelecimento deste tipo de abordagem pedagógica no Brasil. Portanto, a conscientização e o reconhecimento desses ambientes propícios à realização de atividades práticas de natureza mais abertas e investigativas são importantes para transformarmos as atividades prática comumente realizadas no ensino de Ciências.

O objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento e explorar as potencialidades de um SAAD baseado na tecnologia Arduino para a execução de uma atividade investigativa em Física. O trabalho foi desenvolvido por um aluno do Ensino Médio, uma aluna da graduação do Curso de Física e um docente orientador, por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Universidade Federal de São João del-Rei.

## **ATIVIDADE INVESTIGATIVA**

Diversos autores argumentam que um dos temas mais perenes na organização curricular da Educação em Ciências é o das atividades práticas, organizadas como investigações, que são defendidas, por diferentes motivos, desde os meados do século XIX (ANDRADE, 2011; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Segundo Bassoli (2014, p. 583), atividades investigativas

[...] são aqueles que exigem grande participação do aluno durante sua execução. Diferem das outras atividades por envolverem, obrigatoriamente, discussão de ideias, elaboração de hipóteses explicativas e experimentos para testá-las. Nesse sentido, este tipo de atividade estimula, ao máximo, a interatividade intelectual, física e social, contribuindo, sobremaneira, para a formação de conceitos.

Carvalho e colaboradores (2010) classificam as atividades práticas em cinco graus distintos, conforme o Quadro 1, de acordo com o grau de liberdade intelectual que o professor proporciona para seus alunos durante as atividades.

**Quadro 1** – Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais

<b>Etapas</b>	<b>Grau I</b>	<b>Grau II</b>	<b>Grau III</b>	<b>Grau IV</b>	<b>Grau V</b>
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P	P	A	A
Plano de trabalho	P	P	A	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A	A	A	A

**Fonte:** Carvalho et al. (2010, p. 55).

De acordo com os autores, a primeira coluna representa uma atividade tradicional, na qual o roteiro/professor fornece o problema, os procedimentos e a conclusão para a classe. A autonomia dos alunos durante esse tipo de atividade é mínima, restringindo-se, apenas, à coleta de dados. A segunda coluna ainda caracteriza um ensino diretivo, com os alunos tendo liberdade para tirar as conclusões a partir dos dados coletados. A terceira e a quarta colunas já caracterizam uma atividade investigativa, na qual o problema ainda é dado pelo professor, mas o restante das atividades fica a cargo dos alunos (com um maior direcionamento do professor nas atividades de grau III).

Por fim, na última coluna, o aluno é responsável por toda atividade investigativa, tendo que, inclusive, formular um objetivo, as hipóteses, definir o plano de trabalho, realizar os procedimentos e chegar à conclusão. Nas atividades de graus III, IV e V de liberdade intelectual, o aluno tem maior liberdade para agir e pensar e uma responsabilidade do início ao fim da atividade, ao propor os procedimentos necessários para a resolução do problema. Dessa forma, os alunos tendem a refletir melhor sobre o que estão analisando e aprendendo.

Currículos em que predominam atividades de graus I e II pouco contribuem para promover uma melhor compreensão conceitual das principais ideias envolvidas nas atividades e para aproximar a atividade dos estudantes às práticas científicas. O que se vê normalmente, é que os laboratórios se transformaram em lugares para comprovar a “verdade” ensinada nas aulas teóricas, lugares para “produzir bons resultados” ou testar uma lei científica. O foco nesses casos está sobre o conteúdo já visto e não sobre o que é importante, a aprendizagem do estudante (BORGES, 2002).

Assim, os roteiros usados são verdadeiros “livros de receita”, que prescrevem que passos e em que ordem o estudante deve seguir para realizar a atividade proposta. Isso reprime sua iniciativa, curiosidade e imaginação, inibindo o desenvolvimento do seu pensamento.

Esse tipo de práticas acaba provocando o desinteresse entre os alunos, pois gasta-se muito tempo na coleta dos dados e em cálculos intermediários para se obter “a resposta que o professor pediu”, ou o que o aluno já sabe, não contribuindo para que o aluno exercite a tomada de decisões, a avaliação de alternativas de ação de forma crítica e independente e que estimule ao trabalho em equipe. Os estudantes tendem a encarar a atividade no laboratório como mais uma tarefa rotineira, sem se envolver com as questões e problemas colocados, sem mobilizar seu conhecimento, sua imaginação e engenhosidade, o que resulta em eles não desenvolverem seu pensamento.

Como consequência, os estudantes frequentemente desenvolvem imagens de que a ciência é um conjunto de conhecimentos provados e verdadeiros, rígido e imutável, descobertos por pessoas geniais. Além disso, desenvolvem um entendimento de que aprender ciências significa aprender a aplicar as fórmulas e raciocínios propostos em aula ou em livros para chegar às respostas corretas.

Para mudar esse quadro, pesquisadores sugerem que se deva procurar envolver os estudantes com atividades que desenvolvam suas capacidades de resolução de problemas, com diferentes níveis de orientação. As atividades propostas devem ser diversificadas e balanceadas, estimulando o desenvolvimento dos alunos (CARVALHO, 2013; MANZ; LEHRER; SCHAUBLE, 2020). Dentre as diferentes abordagens pedagógicas, acredita-se que investigações, propostas pelos próprios alunos ou pelo professor, têm o potencial de engajar e motivar os estudantes, permitindo a superação das deficiências das atividades práticas tradicionais acima levantadas (BORGES, 2002). Além disso, por exigirem dos estudantes uma participação efetiva durante toda a atividade, fazem com que estes tenham um papel mais ativo no seu processo de aprendizagem.

[...] assim como a própria construção de conhecimento em ciências, a investigação em sala de aula deve oferecer condições para que os estudantes resolvam problemas e busquem relações causais entre variáveis para explicar o fenômeno em observação, por meio do uso de raciocínios do tipo hipotético-dedutivo, mas deve ir além: deve possibilitar a mudança conceitual, o desenvolvimento de ideias que possam culminar em leis e teorias, bem como a construção de modelos (SASSERON, 2015, p. 58).

A abordagem do ensino por investigação configura-se como uma forma diferenciada de ensinar, porque diferentemente de outras formas de ensino nas quais o professor tem o papel de fornecer as respostas para o aluno, nesta, o professor é o mediador no processo de ensino e aprendizagem, conduzindo o aluno, por meio de seus conhecimentos prévios, a adquirir novos conhecimentos, habilidades e competências.

Ao se estabelecer um clima estimulador, o aluno se sente desafiado e motivado a pesquisar e estudar, sendo levado a refletir, formular hipóteses, argumentar com os demais colegas, sempre, é claro, com a supervisão do professor. Dessa forma, o aluno acaba por assumir uma postura muito mais responsável no seu processo de aprendizagem.

[...] a diretriz principal de uma atividade investigativa é o cuidado do(a) professor(a) com o grau de liberdade intelectual dado ao aluno e com a elaboração do problema. Estes dois itens são bastante importantes, pois é o problema proposto que irá desencadear o raciocínio dos alunos e, sem liberdade intelectual, eles não terão coragem de expor seus pensamentos, seus raciocínios e suas argumentações (CARVALHO, 2018, p. 767).

A realização de investigações é importante para envolver os alunos em práticas científicas relacionadas ao processo de resolução de problemas e de construção do conhecimento científico. O conhecimento procedimental mobilizado pelos alunos durante a realização de investigações, antes concebido como sendo composto por técnicas práticas, destrezas manuais e habilidades

operacionais gerais transferíveis entre contextos, passou a ser considerado, nas últimas décadas, como composto e influenciado por conceitos e ideias, sobretudo relacionadas à produção e avaliação de evidências (OCDE, 2019; GOMES; BORGES; JUSTI, 2009). Esses conceitos de evidência referem-se aos conceitos, raciocínios e habilidades necessárias para, além de se coletar dados confiáveis e válidos, organizá-los, tratá-los e interpretá-los apropriadamente de tal forma que possam ser utilizados na avaliação de evidências, hipóteses e explicações.

### SISTEMAS DE AQUISIÇÃO AUTOMÁTICA DE DADOS

A necessidade de se buscar alternativas, ferramentas e métodos para se combater os obstáculos à aprendizagem conduziu ao uso diversificado das tecnologias digitais de informação e comunicação no ensino de ciências. As tecnologias podem ser utilizadas para a implementação de investigações, seja por meio de simulações (FIGUEIREDO, 2017) ou sistemas automáticos de aquisição de dados (CARDONA; LÓPEZ, 2017).

A utilização de um SAAD no laboratório escolar possibilita a coleta e análise de dados em tempo real, atraindo o interesse de pesquisadores e educadores na área de Educação em Ciências, devido à praticidade que proporcionam, à ampliação do campo experimental, ao aumento da confiabilidade dos dados obtidos e à possibilidade de o aluno refazer seus experimentos com diferentes configurações experimentais, obtendo, assim, maiores informações sobre o problema investigado (BORGES *et al.*, 2001).

Através desta poderosa ferramenta de laboratório obtemos excelentes possibilidades de abordagens didáticas que aliadas ao trabalho docente e guias reflexivos de laboratório tendem a levar o estudante a sentir-se estimulado e envolvido ativamente na sua própria aprendizagem. Na abordagem da Física em Tempo Real, os estudantes fazem prognósticos e esboços do comportamento das grandezas físicas mensuradas, discutem com os demais alunos em grupo e estabelecem suas próprias conclusões durante a dinâmica de uma experiência (ROCHA; MARANGHELLO; LUCCHESI, 2014, p. 102).

Nos últimos anos, há uma tendência para o desenvolvimento de kits eficientes, de baixo custo e de livre domínio. Com o uso dos equipamentos corretos pode-se medir temperatura, campo magnético, vazão, pressão, aceleração, tempo, força, entre outras grandezas físicas. Esses equipamentos são baseados em microcontroladores que são capazes de realizar tarefas de níveis altíssimos como operações matemáticas, conversão de valores analógicos para digitais e realizar a comunicação com computadores ou celulares. Assim, plataformas como o Arduino podem ser fortes aliadas dos professores de Ciências.

Segundo o site do fabricante (<https://www.arduino.cc/>), o Arduino é uma plataforma *open-source* de prototipagem eletrônica com hardware e software flexíveis e fáceis de usar, destinada a qualquer pessoa interessada em desenvolver projetos. Pode-se dizer que a plataforma Arduino é formada por dois componentes principais: a placa, que é o hardware genérico, utilizado para se construir os equipamentos e aparelhos e a IDE (ambiente integrado de desenvolvimento), que é um ambiente de programação amigável, no qual os programas são escritos e determinam o que se deseja que a placa faça e a tarefa que ela execute. Segundo educadores, a maior vantagem dessa plataforma de desenvolvimento sobre as

demais é a facilidade de sua utilização, pois, pessoas que não são da área técnica podem aprender o básico e criar seus próprios projetos em um intervalo de tempo relativamente curto (SOUZA et al., 2011).

As aplicações atuais que envolvem a tecnologia Arduino são limitadas apenas pela imaginação. Ele pode ser utilizado para automatizar residência, em dispositivos automotivos, em indústrias, para criar um novo brinquedo ou melhorar equipamentos existentes (FERRONI et al., 2015). Devido ao seu custo acessível e à sua aplicação que requer apenas um nível mínimo de habilidades em eletrônica, esta tecnologia pode ser inserida em laboratórios didáticos de instituições de ensino para aquisição automática de dados (Monteiro et al., 2018).

Para facilitar o desenvolvimento de sistemas de aquisição de dados, o Arduino possui uma quantidade enorme de sensores e componentes que podem ser utilizados em projetos. Grande parte desse material está disponível em módulos de baixo custo, que são pequenas placas eletrônicas, facilmente conectáveis à placa principal do Arduino, que contém os sensores e outros componentes auxiliares como resistores, capacitores e leds. Os sensores enviam sinais elétricos analógicos para a plataforma Arduino. Esses sinais, diretamente relacionados à grandeza física medida, são convertidos em sinais digitais por um conversor analógico digital de 10 bits, integrado ao microcontrolador ATMEGA328, o cerne do sistema eletrônico utilizado (VILAR, 2015).

### **LEI DO RESFRIAMENTO DE NEWTON**

Segundo Calero (2021), em 1701, Newton publicou anonimamente o artigo de cinco páginas intitulado '*Scala Graduum Caloris*', no qual descreve um método para medir temperaturas de até 1000°C, algo impossível para os termômetros da época. O método descrito no artigo representa o que hoje é conhecido como a Lei do Resfriamento de Newton.

A Lei do resfriamento de Newton expressa que a taxa de perda de calor de um corpo é proporcional à diferença de temperatura entre o corpo e a vizinhança. Nos casos onde o coeficiente de transferência de calor é independente, ou relativamente independente, da diferença de temperatura entre o objeto e a vizinhança, a lei de Newton é seguida. Essa independência nem sempre é garantida. O coeficiente de transferência de calor é relativamente independente da temperatura em resfriamentos puramente por condução, mas se torna uma função da temperatura em transferências clássicas e naturais de calor por convecção. Nesse caso, a Lei de Newton apenas aproxima o resultado quando as mudanças de temperatura são relativamente pequenas. A correção da Lei de Newton incluindo diferenças de temperaturas maiores foi feita em 1817 por Dulong e Petit (PIFER; AURANI, 2015).

Para compreensão da fórmula criada por Newton, basta conhecer um fenômeno simples e natural da mudança de temperatura: o equilíbrio térmico, que é um dos principais conceitos da termodinâmica. Quando um corpo de temperatura  $T$  é exposto à um ambiente cuja temperatura é  $T_a$  (considerando que  $T \neq T_a$ ), o corpo atinge o equilíbrio térmico com o ambiente, ou seja, o calor é transferido de onde há maior temperatura para onde a temperatura é menor.

Ao analisar a forma como um objeto quente diminui sua temperatura com o passar do tempo mesmo estando em um sistema isolado (não perdendo calor por contato), Newton, através dos princípios de conservação de energia (calor) pode constatar que o equilíbrio térmico com o ambiente só é possível pois o calor retirado do corpo quente é levado pelo vento (BARIVIERA et al., 2018, p.4).

A equação de Newton é dada por:

$$\frac{dT}{dt} = -k(T - T_a) \quad (1)$$

Sendo, T a temperatura do corpo, em graus Celsius, no instante considerado, t o tempo de contato entre o corpo e o ambiente, dado em segundos, T<sub>a</sub> a temperatura do ambiente, dada em graus Celsius e k é uma constante de proporcionalidade que depende do material do corpo, da massa e da superfície em contato com o ambiente. O sinal negativo que acompanha a constante k na equação (1) sugere que a temperatura do corpo está diminuindo com o decorrer do tempo, tratando-se, portanto, de um processo de resfriamento (SILVA, 2003).

Por meio de métodos de equações diferenciais é possível resolver a equação acima, que considerando a temperatura inicial do corpo T(0) = T<sub>0</sub> (em Silva (2010), pode-se acompanhar detalhes da resolução da equação diferencial apresentada). A solução da equação (1) é dada por:

$$T(t) = T_a + (T_0 - T_a)e^{-kt} \quad (2)$$

A escolha da lei do resfriamento de Newton deve-se ao fato dela ser compreensível aos alunos do Ensino Médio, abordando fenômenos e conceitos ligados ao cotidiano. A realização da atividade investigativa deve proporcionar aos alunos condições de utilizar seus conhecimentos prévios para construir novos, discutir suas ideias, estruturando cientificamente seus conhecimentos e linguagem (CARVALHO, 2013).

A realização da atividade pode contribuir para que os alunos compreendam, de forma efetiva, os conceitos envolvidos, desmistificando o fato de que “o entendimento da Física se torna uma tarefa arduo e difícil e que só os alunos ditos excepcionais são capazes de entender e compreender”, como afirmam Oliveira, Barros e Araújo (2012, p. 2).

## DESENVOLVIMENTO

A execução do projeto pode ser dividida em três fases: capacitação e aprendizagem, montagem e programação do SAAD e elaboração da atividade investigativa.

### Fase 1: capacitação e aprendizagem

O primeiro passo foi capacitar os bolsistas para o desenvolvimento do projeto. O aluno do Ensino aprendeu conhecimentos de eletrônica básica para a compreensão do hardware da plataforma do Arduino, seus periféricos e demais componentes. Ele também foi apresentado ao ambiente e à linguagem de programação do microcontrolador.

Foram disponibilizados ao aluno artigos de qualidade que abordam a utilização do Arduino no Ensino de Física para estudo e aprofundamento

(CAVALCANTE; TAVOLARO; MOLISANI, 2011; SOUZA et al., 2011; ROCHA; MARANGHELLO; LUCCHESI, 2014).

Após esse breve período introdutório, o aluno aprendeu a usar o Arduino de forma independente. Foi disponibilizado a ele um kit com 87 peças, incluindo a placa compatível com o Arduino UNO, além de cabos conectores. Com a exploração do kit, o aluno foi capaz de elaborar projetos utilizando componentes eletrônicos básicos, tais como leds, resistências, potenciômetros, botões e sensores diversos.

Simultaneamente, a discente de graduação iniciou um período de enculturação na área de Educação em Ciências, com ênfase em temas relacionados ao projeto: laboratório escolar, atividades investigativas e a utilização de SAAD para a realização de atividades práticas. Esse período foi fundamental para aproximar a discente de graduação da literatura da área, dos métodos de pesquisa, bem como dos processos de análise e sistematização dessas informações e para a elaboração da atividade investigativa.

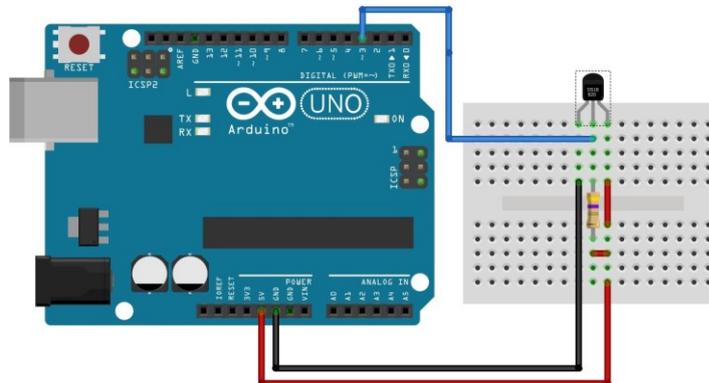
## **Fase 2: Montagem e programação do SAAD**

Para a atividade descrita neste artigo, foi necessário a utilização de um sensor capaz de aferir a temperatura (grandeza analógica) de um objeto e converter essa informação em valores de corrente/tensão correspondentes para ser enviado ao Arduino. O sensor escolhido foi o DS18B20, que fornece de 9 bits a 12 bits de resolução para medições de temperatura na escala Celsius e se comunica através de um barramento de 1 fio (protocolo de comunicação *One-wire*) que, por definição, requer apenas um fio para estabelecer a comunicação com microprocessadores (além de um, para o terra). Isso significa que o DS18B20 pode obter a energia diretamente da linha de dados, eliminando a necessidade de uma fonte de alimentação externa. O sensor de temperatura DS18B20 pode medir temperaturas entre -55 °C e 125 °C com uma precisão de cerca de 0,5 °C na faixa de -10 °C e +85 °C. O DS18B20 é comercializado com o encapsulamento TO-92 e também dentro de uma capsula metálica, tornando-o à prova d'água e propício para atividades que envolvam líquidos (encapsulamento utilizado).

A figura 1 ilustra o circuito elétrico desenvolvido neste trabalho. Devido ao protocolo *One-wire*, basta um resistor de 4,7 k $\Omega$  para configurar o barramento de comunicação entre o sensor e o Arduino (MORIM; DIAS; SOARES, 2015).

Como uma das potencialidades dos SAAD é seu poder de exibição dos dados em tempo real em forma de gráficos e tabelas, foi implementada a comunicação entre o Arduino e o software Excel, por meio de um programa específico. O programa PLX-DAQ foi desenvolvido pela empresa Parallax Inc. e é disponibilizado gratuitamente no site da empresa (<https://www.parallax.com/package/plx-daq/>). Trata-se de um software que, ao executá-lo, viabiliza a leitura dos dados enviados pela placa Arduino, via porta USB, e os exibe em tempo real, dispostos em uma planilha do Excel, na qual se pode construir um gráfico atualizável da grandeza física medida (ROCHA; MARANGHELLO; LUCCHESI, 2014).

**Figura 1** – Diagrama de conexão do SAAD desenvolvido, baseado em Arduino



Fonte: Elaboração própria (2024).

O programa desenvolvido para permitir medir temperaturas com o sensor DS18B20 e exibir os valores no Excel com o auxílio do programa PLX-DAQ está disponível no apêndice. Informações relevantes são apresentadas como comentários.

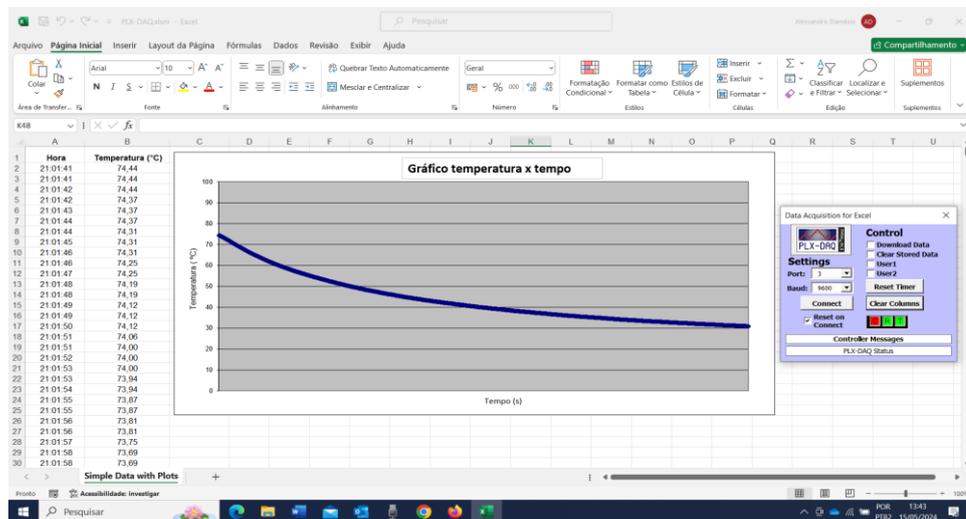
Após compilar e transferir o programa para o Arduino, abre-se uma planilha do Excel configurada para executar o programa PLX-DAQ. A figura 2(a) ilustra o aspecto geral da planilha do Excel para o funcionamento do SAAD. A figura 2(b) apresenta o gráfico com a curva de resfriamento de 300 ml de água a partir de uma temperatura inicial de 74,4°C até atingir 31°C, construído com 4500 dados coletados em pouco mais de 46 minutos. Na figura 2(c) é exibido, em detalhes, o painel de controle do PLX-DAQ. Nele, é importante utilizar a mesma taxa de transmissão (*Baud*) definida no programa e escolher a porta USB na qual o Arduino está conectado. Ele também é responsável por iniciar e interromper a aquisição de dados.

### **Fase 3: Elaboração da atividade investigativa**

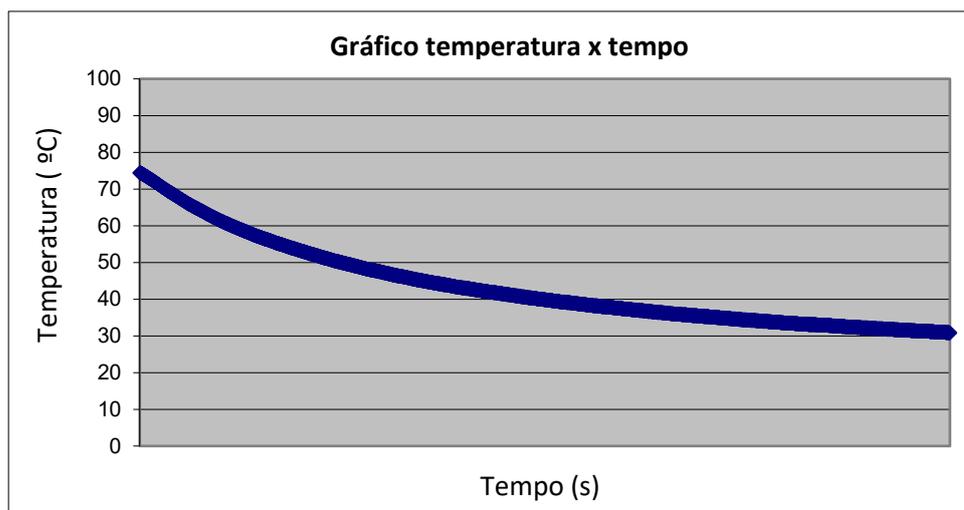
A terceira fase consistiu na elaboração de uma atividade prática investigativa, na qual as vantagens do SAAD pudessem ser exploradas. Conforme foi visto na fundamentação teórica, tais atividades devem ter o potencial de engajar e motivar o aluno, permitindo a superação das deficiências das atividades tradicionais. Além disso, as investigações devem contribuir para que o aluno tenha um papel mais ativo no seu processo de aprendizagem, desenvolvendo sua iniciativa, instigando sua curiosidade e estimulando o seu pensamento próprio.

A elaboração de uma atividade investigativa não é tarefa fácil. Diferente das atividades práticas tradicionais, ela não prevê a criação de um roteiro fechado, rígido, que prescreva todos os passos e tarefas que o aluno deva seguir para realizar satisfatoriamente a atividade.

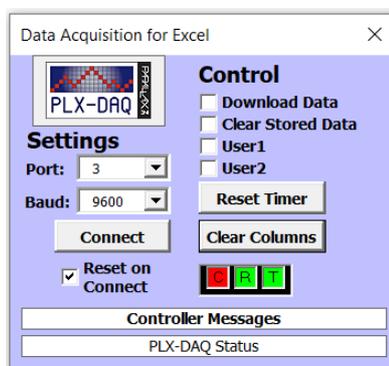
Figura 2 – (a) Aspecto da planilha configurada; (b) exemplo de gráfico temperatura x tempo obtido; (c) painel de configuração do PLX-DAQ



(a)



(b)



(c)

Definiu-se, portanto, que a atividade deveria ser de grau IV de liberdade intelectual, segundo a classificação elaborada por Carvalho et al. (2010). Ou seja, apenas o objetivo da atividade seria fornecido aos estudantes. Eles deveriam se responsabilizar por definir o plano de trabalho, os procedimentos de coleta e análise dos dados, além de chegarem a uma conclusão.

Durante a execução de uma investigação, o papel do professor é orientar os alunos por meio de perguntas, e não de respostas, na definição dos procedimentos necessários para alcançar os objetivos da atividade. Lin e Lehman (1999) afirmam que as questões formuladas visam organizar o raciocínio dos alunos, incentivando-os a refletir sobre suas ações, decisões e raciocínio durante a atividade. Além disso, as respostas dos alunos aos questionamentos fornecem ao professor uma ideia sobre o conhecimento e a compreensão deles sobre o fenômeno estudado e sobre o processo de experimentação. Na Figura 3 estão sugestões de perguntas e procedimentos para o professor conduzir a atividade investigativa envolvendo a lei do resfriamento de Newton.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Acredita-se que uma das formas de se obter um ensino de Ciências mais significativo, contextualizado e atualizado seja por meio de atividades que oportunizem aos alunos o desenvolvimento de práticas científicas, contribuindo para que os alunos desenvolvam atitudes e habilidades cognitivas de alto nível intelectual e não apenas habilidades manuais ou destrezas instrumentais (Borges, 2002). Por isso, defende-se a imersão dos alunos em ambientes que propiciem atividades investigativas e exijam uma atitude mais participativa e reflexiva.

Neste trabalho, apresentou-se o desenvolvimento de um SAAD baseado em Arduino para a proposta de uma atividade investigativa que pudesse explorar a lei do resfriamento de Newton. A plataforma Arduino surge como uma alternativa interessante para construção de materiais didáticos e propostas inovadoras de ensino ao aliar uma plataforma de desenvolvimento livre, estruturas eletrônicas e conexões simples e por disponibilizar um ambiente de programação amigável. A diversidade de sensores e o considerável número de materiais de apoio e de projetos eletrônicos tornam o Arduino uma plataforma intuitiva e facilmente utilizada como ferramenta para o desenvolvimento de sistemas de aquisição de dados a serem utilizados no laboratório escolar.

A execução deste trabalho contribuiu para a formação acadêmica de um aluno do Ensino Médio e de uma discente de graduação em Física (licenciatura), servindo de aprendizagem para ambos. As dificuldades para a sua execução foram a falta de comunicação entre os bolsistas e o fato dos dois morarem em cidades diferentes, apesar de próximas a São João del-Rei. Isso dificultou a troca de ideias e a colaboração entre ambos. O próximo passo do projeto será a avaliação do impacto da atividade elaborada na aprendizagem de alunos do Ensino Médio, que realizarão a atividade em grupos de 3 ou 4 alunos. Além disso, outras atividades investigativas estão sendo desenvolvidas.

**Figura 3** – Atividade investigativa sobre a lei do resfriamento de Newton

**Objetivo:** Analisar os processos de aquecimento, ebulição e resfriamento da água.

- Como ocorre o processo de aquecimento ou resfriamento das substâncias?
- As substâncias se aquecem ou se resfriam da mesma forma? Quais fatores influenciam nesses processos?
- Como podemos estudar o processo de aquecimento ou resfriamento da água? Quais os materiais e procedimentos necessários?
- Como podemos medir a temperatura ambiente? Como podemos medir a temperatura da água durante os processos?
- Ao aquecer a água o que vocês acham que irá acontecer com a temperatura da mesma? Por que isso ocorre? Como podemos verificar isso?
- Qual dos seguintes gráficos vocês acham que representa o aumento da temperatura em função do tempo? (Apresentar pelo menos dois gráficos com curvas diferentes).
- Vocês acham que ao atingir o ponto de ebulição, a temperatura da água continuará aumentando, diminuirá ou se manterá constante? Por quê?
- Se desligarmos o fogo e deixarmos a água em contato com o ambiente, o que vai acontecer com a água? Por que isso ocorre? Como podemos verificar isso?
- Qual dos seguintes gráficos vocês acham que representa a variação de temperatura da água durante o resfriamento? (Apresentar pelo menos dois gráficos com curvas diferentes).
- Como podemos verificar como a água se aquece e se resfria?

Auxiliar os alunos na montagem da atividade, no posicionamento do sensor e no início da coleta de dados. Acompanhar a coleta de dados e discutir com os alunos sobre os processos de aquecimento, ebulição e resfriamento da água. Discutir as formas das curvas de aquecimento, ebulição e de resfriamento da água. Fazer breve explicação sobre a lei do resfriamento de Newton e introduzir a equação:

$$T(t) = (T_0 - T_A) \cdot e^{-kt} + T_A$$

- O fator 'k' presente na equação depende de quais fatores?
- O que podemos concluir sobre os processos de aquecimento, ebulição e resfriamento?

**Fonte:** Elaboração própria (2024)

É importante salientar que a realização de atividades práticas investigativas não depende de um laboratório e de equipamentos sofisticados e caros. A implementação de abordagens investigativas depende, sobretudo, da forma como a atividade é proposta e conduzida pelo professor, podendo ser realizadas em qualquer ambiente e com materiais diversos.

Pesquisadores têm demonstrado que fatores relacionados ao interesse e motivação são fundamentais para o processo de aprendizagem (KOBALLA; GLYNN, 2010). Considerando a crescente integração das tecnologias digitais de informação e comunicação para promoção de uma aprendizagem mais eficiente, novas pesquisas podem ser realizadas sobre o impacto da utilização de um SAAD, baseado em Arduíno ou outras plataformas, sobre a motivação dos alunos ao realizar atividades práticas com graus variados de liberdade intelectual.

# The development of an investigative activity with an automatic data acquisition system based on Arduino

## ABSTRACT

The aim of this work is to introduce an automatic data acquisition system (ADAS) based on Arduino technology, which can be utilized for investigative activities in Science Education. The use of technological resources, like Arduino, in school laboratories is recommended to create challenging and open learning environments where students can generate or investigate questions that are significant and relevant to them. The literature review highlights pedagogical arguments supporting the use of practical activities organized as investigations with the assistance of an ADAS. The development of the ADAS is described, and a proposal for an investigative activity on Newton's law of cooling is presented. The activity's educational implications, encountered difficulties, developments, and new research possibilities in the field are also discussed.

**KEYWORDS:** Science education. Arduino. Investigative activities. Data acquisition.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelas bolsas de iniciação científica e apoio financeiro no desenvolvimento do projeto (APQ-00701-18).

## APÊNDICE

Código fonte do programa executado no Arduino

```
#include <OneWire.h> //Biblioteca necessária para funcionamento do DS18B20.
#include <DallasTemperature.h> //Biblioteca necessária para funcionamento do DS18B20.

OneWire pino(3); //Informa ao Arduino que o sensor está conectado no pino 3.
DallasTemperature barramento(&pino); //Configuração do sensor.
DeviceAddress sensor; //Configuração do sensor.

void setup(void) //Essa parte do programa será executada apenas uma vez.
{
  Serial.begin(9600); // Determina a taxa de transmissão Arduino/PC. Deve ser a mesma
  inserida no PLX-DAC.
  Serial.println("CLEARDATA"); // Comando de formatação específico para o PLX-DAQ.
  Limpa a planilha do Excel.
  Serial.println("LABEL, Hora, Temperatura(°C)"); // Comando de formatação dos dados
  específico para o PLX-DAQ. Escreve Hora e Temperatura (°C) na planilha.
  barramento.begin(); //Inicializa o sensor DS18B20.
  barramento.getAddress(sensor, 0); //Inicializa o sensor DS18B20.
}

void loop() //Essa parte do programa será executada indefinidamente.
{
  barramento.requestTemperatures(); // Prepara o sensor DS18B20 para a leitura.
  float temperatura = barramento.getTempC(sensor); // Faz a leitura do sensor.
  Serial.print("DATA, TIME,"); // Comunica com o PLX-DAQ e escreve o valor da hora no
  Excel.
  Serial.println(temperatura); // Comunica com o PLX-DAQ e escreve o valor da
  temperatura no Excel.
}
```

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, G. T. B. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 1, p. 121-138, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172013130109>. Acesso em: 10 maio 2024.

BARIVIERA, G. D. *et al.* Lei de resfriamento de Newton: resolução por EDO e método de Euler. *In*: BALDÃO, G. M. (Org.) **Inovação, Gestão Estratégica e Controladoria nas Organizações 2**, Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2018. p. 211-225.

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência & Educação**, v. 20, n.3, p. 579–593, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000300005>. Acesso em: 10 maio 2024.

BORGES, A. T. *et al.* A resolução de problemas práticos no laboratório escolar. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 3., 2001, Atibaia. **Atas[...]** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2001. Disponível em: <https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/encontros/enpec/iiienpec/Atas%20em%20html/o13.htm#o13>. Acesso em: 10 maio 2024.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5166013>. Acesso em: 10 maio 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>. Acesso em: 10 maio 2024.

CALERO, J. S. La Scala Graduum Caloris de Newton. Una simulación numérica. **Asclepio**, v. 73, n. 1, p. p350-p350, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3989/asclepio.2021.16>. Acesso em: 10 maio 2024.

CARDONA, M. E.; LÓPEZ, S. Una revisión de literatura sobre el uso de sistemas de adquisición de datos para la enseñanza de la física en la educación básica, media y en la formación de profesores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 4, p. e4404, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0308>. Acesso em: 10 maio 2024.

CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *In: Carvalho, A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ensino de Física**. Coleção ideias em ação. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2010.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>. Acesso em: 10 maio 2024.

CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C.; MOLISANI, E. Física com Arduino para iniciantes. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, p. 4503, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172011000400018>. Acesso em: 10 maio 2024.

COSTA, S. R. S.; DUQUEVIZ, B. C.; PEDROZA, R. L. S. Tecnologias Digitais como instrumentos mediadores da aprendizagem dos nativos digitais. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 19, p. 603-610, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3539/2015/0193912>. Acesso em: 10 maio 2024.

COUTINHO JÚNIOR, A. L. *et al.* O ensino de Física integrado a plataforma ARDUINO, uma revisão sistemática de literatura. **Educere et Educare**, v.16, n.40, p. 175-197. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.17648/educare.v16i40.26800>. Acesso em: 10 maio 2024.

FERRONI, E. *et al.* A plataforma arduino e suas aplicações. **Revista da UI\_IPSantarém**, v.3, n. 2, p. 133-148, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.25746/ruiips.v3.i2.14354>. Acesso em: 10 maio 2024.

FIGUEIREDO, H. *et al.* Fundamentos pedagógicos para o uso de simulações e laboratórios virtuais no ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 1, p. 75-103, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec201717175>. Acesso em: 10 maio 2024.

GOMES, A. D.T; BORGES, A. T.; JUSTI, R. Processos e conhecimentos envolvidos na realização de atividades práticas: revisão da literatura e implicações para a pesquisa. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n. 2, p. 187-207, 2008. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/439>. Acesso em: 10 maio 2024.

GUIMARÃES, U. A.; FREITAS, L. S.; GONZALEZ, M. P. F. O uso da tecnologia digital no ambiente escolar. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar**, v. 3, n. 8, p. e381785, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i8.1785>. Acesso em: 10 maio 2024.

KOBALLA, T. R.; GLYNN, S. M. Attitudinal and motivational constructs in science learning. *In*: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. **Handbook of research on science education**. New York: Routledge, 2010. p. 75-102.

LEDERMAN, N. G.; LEDERMAN, J. S. Research on teaching and learning of nature of science. *In*: LEDERMAN, N. G.; ABELL, S. K. (Eds.) **Handbook of research on science education**, volume II. New York: Routledge, 2014. p. 614-634.

LIN, X.; LEHMAN, J. D. Supporting learning of variable control in a computer-based biology environment: effects of prompting college students to reflect on their own thinking. **Journal of Research in Science Teaching**, v.36, n.7, p.837-858, 1999.

MANZ, E.; LEHRER, R.; SCHAUBLE, L. Rethinking the classroom science investigation. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 57, n. 7, p. 1148-1174, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/tea.21625>. Acesso em: 10 maio 2024.

MONTEIRO, J. A. *et al.* Arduino no Ensino de Física: uma Revisão Sistemática de Literatura de 2011 a 2021. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 18, n. 40, p.177-190, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v18i40.12175>. Acesso em: 10 maio 2024.

MOREIRA, M. P. C. *et al.* Contribuições do Arduino no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 721-745, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n3p721>. Acesso em: 10 maio 2024.

MORIM, H. S.; DIAS, M. A.; SOARES, V. Sensores digitais de temperatura com tecnologia one-wire: Um exemplo de aplicação didática na área de condução térmica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 4, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11173742009>. Acesso em: 10 maio 2024.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172007090107>. Acesso em: 10 maio 2024.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **A framework for k-12 science education:**

Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, DC: National Academies Press, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.17226/13165>. Acesso em: 10 maio 2024.

OLIVEIRA; J. V. L.; BARROS, A. T. de; ARAÚJO, J. G. de. Aplicação da física experimental na escola estadual de ensino fundamental e médio José Gonçalves de Queiroz. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA UEPB. I, Paraíba, 2012.

**Anais[...]** Campina Grande: Editora Realize Disponível em:

[https://editorarealize.com.br/editora/anais/enect/2012/Poster\\_428.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/enect/2012/Poster_428.pdf). Acesso em: 10 maio 2024.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **PISA 2018 Assessment and Analytical Framework.** Paris: OECD Publishing, 2019. Disponível em:

<https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>. Acesso em: 10 maio 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO (UNESCO). **Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável:** objetivos de aprendizagem. Paris: Unesco, 2017. Disponível em:

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252197>. Acesso em: 10 maio 2024.

PIFER, A.; AURANI, K. M. A teoria analítica do calor de Joseph Fourier: uma análise das bases conceituais e epistemológicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, p. 1603, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11173711681>. Acesso em: 10 maio 2024.

ROCHA, F. S.; 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**, v. 31, n. 1, p. 98-123, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n1p98>. Acesso em: 10 maio 2024.

SÁ, E. F.; LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR JR, O. A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 79-102, 2011. Disponível em:

<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/247>. Acesso em: 10 maio 2024.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação:

relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, p. 49-67, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>.

Acesso em: 10 maio 2024.

SILVA, J. S. F. Sobre o problema da variação de temperatura de um corpo.

**CONNECTIONLINE**, n. 5, p. 44-55, 2010. Disponível em:

<http://periodicos.univag.com.br/index.php/CONNECTIONLINE/article/download/123/372>

Acesso em: 10 maio 2024.

SILVA, W. P. *et al.* Medida de calor específico e Lei de Resfriamento de Newton: um refinamento na análise dos dados experimentais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 4, p. 392-398, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-47442003000400010>. Acesso em: 10 maio 2024.

SOUZA, A. R. *et al.* A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 1702, 2011.

Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172011000100026>. Acesso em: 10 maio 2024.

STRIEDER, R. B.; WATANABE, G. Atividades investigativas na Educação Científica: dimensões e perspectivas em diálogos com o ENCI. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.18, n. 3, p. 819-849, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183819>. Acesso em: 10 maio 2024.

VILAR, A. B. *et al.* Medição de temperatura: O saber comum ignorado nas aulas experimentais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 2, p. 2507, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11173721770>. Acesso em: 10 maio 2024.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 13, n. 3, p. 67, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172011130305>. Acesso em: 10 maio 2024.

**Recebido:** 14 fevereiro 2024.

**Aprovado:** 27 maio 2024.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.3895/etr.v8n1.18164>.

**Como citar:**

BERNARDES, A. S.; ALMEIDA, T. O.; GOMES, A. D. T. O desenvolvimento de uma atividade investigativa com o auxílio de um sistema automático de aquisição de dados baseado em Arduino. **Ens. Tecnol. R.**, Londrina, v. 8, n. 1, p. 102-120, jan./jun. 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufpr.edu.br/etr/article/view/18164>. Acesso em: XXX.

**Correspondência:**

Alessandro Damásio Trani Gomes

Praça Dom Helvécio, 74, Campus Dom Bosco – UFSJ, Sala 3.13 C – DCNAT, 36301-160, São João del-Rei, Minas Gerais, Brasil.

**Direito autoral:**

Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

