



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE FÍSICA

MARCOS DOUGLAS BARROS DA CUNHA

**PROPOSTAS PARA O ENSINO DE FÍSICA COM O USO DA
PLATAFORMA ARDUINO**

BELÉM

2019

MARCOS DOUGLAS BARROS DA CUNHA

**PROPOSTAS PARA O ENSINO DE FÍSICA COM O USO DA
PLATAFORMA ARDUINO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Física do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção do grau de Licenciado Pleno em Física.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Lúcia de Moraes Costa.

BELÉM

2019

MARCOS DOUGLAS BARROS DA CUNHA

" PROPOSTAS PARA O ENSINO DE FÍSICA COM O USO DA PLATAFORMA ARDUINO"

Monografia apresentada como requisito para obtenção do título de Licenciado Pleno em Física pela Faculdade de Física do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal Pará, submetida à apreciação da banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Orientadora:



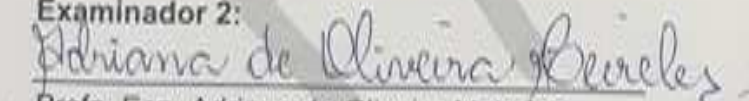
Profa. Dra. Maria Lúcia de Moraes Costa
(FACFIS/ICEN/UFPA, MNPEF/UFPA)

Examinador 1:



Prof. Msc. José Orlando Barbosa de Oliveira
(MNPEF/UFPA)

Examinador 2:



Profa. Esp. Adriana de Oliveira Meireles

Belém, 20 de Dezembro de 2019.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE FÍSICA

ATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO –
TCC

Ata da sessão de apresentação e defesa de Trabalho de Conclusão de Curso para concessão de grau de Licenciado Pleno em Física, realizada às 17h do dia 20 de Dezembro de 2019, no Auditório do Laboratório de Física - Ensino, cuja orientação teve início em 01 de Agosto de 2019, sendo intitulada: "PROPOSTAS PARA O ENSINO DE FÍSICA COM O USO DA PLATAFORMA ARDUINO", contendo 42 páginas, que foi apresentado durante 30 minutos pelo discente *Marcos Douglas Barros da Cunha*, matrícula N° 201808140086, diante da banca examinadora, aprovada pela Faculdade de Física do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal do Pará, assim constituída: Profa. Dra. *Maria Lúcia de Moraes Costa* (Orientadora – FACFIS/ICEN/UFPA; MNPEF/UFPA), Prof. Msc. *José Orlando Barbosa de Oliveira* (MNPEF/UFPA), e Profa. Esp. *Adriana de Oliveira Meireles* (MNPEF/UFPA). Em seguida o mesmo foi submetido à arguição, tendo demonstrado conhecimentos no tema objeto da proposta de TCC, favorecendo à banca examinadora apresentar contribuições para melhoras no desenvolvimento e decidir pelo conceito _____ do mesmo, bem como conceder o prazo máximo de 15 dias para serem efetuadas as modificações sugeridas pela banca, se for o caso, e em seguida a mesma será assinada por todos os membros. Para constar foram lavrados os termos da presente ata que lida e aprovada recebe a assinatura dos integrantes da banca examinadora e do discente.

ORIENTADORA: *Maria Lúcia de Moraes Costa*

EXAMINADOR 1: *José Orlando Barbosa de Oliveira*

EXAMINADOR 2: *Adriana de Oliveira Meireles*

DISCENTE: *Marcos Douglas Barros da Cunha*

Aos meus queridos pais, por sempre incentivarem a minha busca por conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por me proporcionar a oportunidade de estudar em uma universidade federal que é considerada uma das maiores de nosso país. Gostaria também de agradecer ao meu pai, Ronaldo Silva da Cunha e à minha mãe Maria Lucilene Barros da Cunha, pelo apoio incondicional ao longo dos anos de graduação e por, na medida do possível, terem sido sempre compreensivos quanto aos meus momentos de dúvidas e desânimo. Também pelo apoio financeiro que nunca me faltou, mesmo em tempos de dificuldade, e pela enorme paciência de ambos. Aos meus colegas de graduação, Lucas Demétrius, Brendo Luís, Cássio Nogueira e outros mais não mencionados nominalmente aqui, eu expresso meus sinceros agradecimentos, pelo aprendizado por eles compartilhado, seja por meio de conversas informais, ou da resolução de listas de exercícios, mas também pelo companheirismo que foi tão essencial nos semestres finais do curso.

Gostaria também de agradecer aos meus queridos professores: Marcelo de Costa Lima, Van Sérgio da Silva Alves e Danilo Teixeira Alves, os quais eu considero como pilares da minha formação profissional e fonte de inspiração. Suas aulas foram e continuam sendo oportunidades únicas de aprendizado profundo. Finalmente, mas não menos importante, gostaria de agradecer à Profa. Dra. Maria Lúcia de Moraes Costa, por meio da qual eu pude ter o primeiro contato com a pesquisa em ensino de Física, bem como a oportunidade de quebrar alguns paradigmas com o quais eu não poderia avançar como profissional da área de ensino. Nossas discussões me proporcionaram uma ampliação na visão do ensino de Física, tanto na Educação Básica, quanto na Superior. Por fim, sou grato a todos que contribuíram de alguma maneira, direta ou indireta, com a minha formação e com a elaboração deste trabalho.

“Em algum lugar, alguma coisa incrível está esperando para ser descoberta.”

(Carl Sagan)

RESUMO

Neste trabalho é discutido o contexto atual do ensino de Física, e alguns desafios enfrentados por professores, especialmente os da Educação Básica, mas não se restringindo a eles, levando em consideração os avanços tecnológicos e a utilização dos mesmos em sala de aula. Em seguida apresenta-se a plataforma de hardware Arduino, suas principais características, bem como os recursos oferecidos por ela e as vantagens em utilizá-la para o estudo e comprovação dos conceitos físicos. Discuti-se então o papel central da experimentação no processo de ensino aprendizagem de Ciências, mais especificamente na Física e como o Arduino pode ser útil nesse processo de aquisição de dados, associados à construção de *toy models*. Apresenta-se na sequência alguns artigos da área de pesquisa em Ensino de Física que abordam propostas para a o uso do Arduino como recurso didático para dinamizar o ambiente em sala de aula. Finalmente, como um exemplo de experimento de baixo custo, apresenta-se um circuito com placa Arduino e sensor de luminosidade LDR (Light Dependent Resistor).

Palavras-chave: Ensino de Física. Experimentação. Recursos tecnológicos. Arduino.

ABSTRACT

This paper discusses the current context of physics teaching, and some challenges faced by teachers, especially those of basic education, but not restricted to them, taking into account technological advances and their use in the classroom. The following is the Arduino hardware platform, its main features, as well as the features offered by it and the advantages of using it for the study and verification of physical concepts. We then discussed the central role of experimentation in the process of teaching science learning, more specifically in physics, and how Arduino can be useful in this process of data acquisition and in the development of toy models. Following are some articles from the field of research in Physics Teaching that address proposals for the use of Arduino as a didactic resource to boost the classroom environment. Finally, as an example of a low cost experiment, we present a circuit with Arduino board and LDR (Light Dependent Resistor) light sensor.

Keywords: Physics teaching. Experimentation. Technological resources. Arduino.

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO – O ENSINO DA FÍSICA NA ATUALIDADE	09
1	CONHECENDO A PLATAFORMA DE HARDWARE ARDUINO.....	12
1.1	O que é Arduino?	12
1.2	O surgimento	13
1.3	Modelos de Arduino	14
1.4	Arduino Uno	15
1.5	A linguagem do Arduino	16
2	O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA.....	19
2.1	A necessidade de experimentar	19
2.2	A forma de experimentar	22
3	PROPOSTAS DE ENSINO UTILIZANDO O ARDUINO	23
3.1	Contextualização	23
3.2	Propostas didáticas aplicadas em sala	24
3.3	Propostas didáticas ainda não aplicadas em sala	26
4	EXPERIMENTANDO COM ARDUINO.....	29
4.1	Circuitos utilizando LED e sensor LDR	29
4.2	Um pouco sobre o LDR	30
4.3	A Física do LDR	31
4.4	Materiais utilizados em ambos os experimentos	31
4.5	Circuito acendedor de LED	35
4.6	Circuito sensor de luz com LDR	37
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
	REFERÊNCIAS.....	39

INTRODUÇÃO – O ENSINO DE FÍSICA NA ATUALIDADE

O ensino da Física é notavelmente um tema que vem sendo discutido de forma mais elaborada há cerca de cinco décadas na comunidade mundial da área, incluindo o nosso país. Portanto, é relativamente recente, conforme mencionado por Gaspar (2004). Durante esse período, muitos pesquisadores da área do Ensino de Física têm produzido muitos materiais em forma de texto ou artigos que discutem de forma profunda, de que maneira é possível resignificar o papel do professor no processo de ensino aprendizagem, bem como a relação fundamental entre a experimentação e a construção do conhecimento científico. Afinal, a experimentação é inerente à Física.

Os esforços no sentido de melhorar o ensino de Física na atualidade estão ligados com o cenário atual do ensino aprendizagem em sala de aula, especialmente no que diz respeito às Ciências Exatas. De acordo com Prensky (2001), os alunos de hoje são diferentes dos alunos para os quais o sistema educacional ainda vigente foi criado. O acesso à internet por meio de dispositivos móveis dá a possibilidade aos estudantes de estarem conectados constantemente com as redes sociais, notícias globais e uma quantidade gigantesca de informações.

Nesse cenário, observam Oliveira, Araújo e Veit (2016) que “longas aulas expositivas centradas no professor, com poucas possibilidades de interação e elevado grau de passividade, são altamente desmotivadoras e carentes de significado”. Sobre as aulas expositivas, comenta ainda Carlini (2004): “[...] não há um único aluno que não tenha tido uma experiência desastrosa, referente à aula expositiva, para relatar”.

É importante ressaltar que, se por um lado, o público alvo no processo de ensino aprendizagem sofreu transformações, em contrapartida, muitos profissionais da área do ensino de Física que receberam uma formação tradicional, têm uma forte tendência de ministrar aulas no mesmo estilo pelo qual foram formados. Porém, “o crescente avanço das tecnologias tem influenciado nos meios educacionais, levando a uma necessidade constante de capacitação e atualização dos professores” (MOREIRA *at al.*, 2018).

A necessidade de constante capacitação pedagógica por parte do professor é preconizada no contexto da proposta pedagógica do francês Célestin Baptistin Freinet, conforme afirma Scarpato (2004), em que a prática escolar e o processo de

ensino aprendizagem devem estar atentos aos acontecimentos sociais e ao progresso científico.

O cenário descrito apresenta-se muito desafiador, mesmo para os entusiastas da área da pesquisa em Ensino de Física. Parte desse desafio é traduzido em como proporcionar um aprendizado integral para alunos muitas vezes desinteressados, em um ambiente escolar, que em sua grande maioria, não tem uma estrutura adequada para explorar os recursos de tecnologia da informação e comunicação (TICs).

Para que o aluno queira aprender, é necessário estímulo, motivação, e isso ocorre quando suas necessidades vitais são satisfeitas (SCARPATO, 2004). Algumas dessas necessidades, segundo Freinet (apud Sampaio, 1989, p. 177) são: criar, agir, descobrir. É necessário, portanto, proporcionar um ambiente onde os alunos possam sentir-se envolvidos, interessados em produzir seu conhecimento e garantir sua autonomia.

Diante do contexto exposto, vê-se que embora a Física tenha avançado muito nas últimas décadas, o ensino de Física não está acompanhando esses avanços (CARVALHO; VANNUCCHI, 1996). É no sentido de atender à parte das demandas do ensino de Física que surge o uso de recursos tecnológicos, em particular a plataforma de *hardware* e *software* Arduino.

Neste trabalho são discutidas propostas pedagógicas para a utilização do Arduino como uma ferramenta útil para obtenção de dados em experimentos voltados para o ensino de Física, bem com seu uso para elaboração de modelos de brinquedo (*toy models*), facilitando a compreensão de conceitos, aproximando o conhecimento teórico do dia a dia e visando tornar o ambiente em sala de aula mais dinâmico e interativo.

No primeiro capítulo é apresentada uma visão geral sobre o Arduino, onde se aborda brevemente seu funcionamento e suas principais características. No segundo capítulo é discutido o papel da experimentação no contexto do ensino de Física e qual a relevância de levar a associação da teoria e prática para o ambiente escolar, especialmente para as disciplinas da área de Ciências Exatas e Naturais.

Em seguida, no terceiro capítulo, apresenta-se a revisão bibliográfica do artigo “Contribuições do Arduino no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino”, dos autores Moreira *et al.* (2018), onde uma amostra de vinte artigos das principais revistas de ensino de Física no Brasil é analisada.

No quarto capítulo são demonstrados dois exemplos de como podemos começar a experimentar usando o Arduino. Estes experimentos são apenas propostas que visam introduzir os conceitos de utilização da plataforma e não devem ser vistos como o produto final da prática experimental. Posteriormente, finalizamos esta monografia expondo nossas conclusões.

1. CONHECENDO A PLATAFORMA DE HARDWARE ARDUINO

1.1 O que é o Arduino?

O Arduino (Figura 1.1) é uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em hardware e software fáceis de usar. As placas do Arduino são capazes de ler entradas - luz em um sensor, a compressão em um botão de pressão ou uma mensagem no *Twitter* - e transformá-lo em uma saída - ativando um motor, ligando um LED, publicando algo online. É possível informar à placa o que fazer, enviando um conjunto de instruções ao microcontrolador na placa. Para fazer isso, utiliza-se a linguagem de programação Arduino e o Software Arduino (IDE), com base no processamento.

Figura 1.1 – Placa Arduino UNO.



Fonte: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>

Ao longo dos anos, o Arduino tem sido o cérebro de milhares de projetos experimentais de automação, de objetos do cotidiano a complexos instrumentos científicos. Uma comunidade mundial de criadores - estudantes, amadores, artistas, programadores e profissionais - reuniu-se em torno dessa plataforma de código aberto, suas contribuições adicionaram uma quantidade incrível de conhecimento acessível que pode ser de grande ajuda para iniciantes e especialistas (<https://www.arduino.cc/>).

O software Arduino é fácil de usar para iniciantes, mas flexível o suficiente para usuários avançados. Ele funciona nos sistemas operacionais: Mac, Windows e Linux. Professores e alunos o usam para criar instrumentos científicos de baixo custo, para provar os princípios da Química e da Física ou para começar a estudar programação e a robótica.

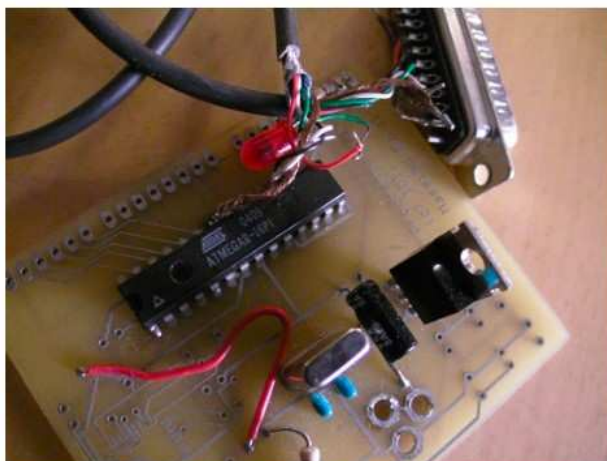
Designers e arquitetos constroem protótipos interativos, músicos e artistas o utilizam para instalações e para experimentar novos instrumentos musicais. Os fabricantes, é claro, usam-no para construir muitos dos projetos exibidos no *Maker Faire* (evento criado pela revista *Make* para "celebrar projetos de artes, artesanato, engenharia, ciências e a cultura do "faça você mesmo"), por exemplo. Mais informações sobre o evento podem ser encontradas em seu site oficial (<https://makerfaire.com/>).

O Arduino é uma ferramenta essencial para aprender coisas novas. Qualquer pessoa - crianças, entusiastas, artistas, programadores - pode começar a mexer apenas seguindo as instruções passo a passo de um kit básico ou compartilhando idéias *online* com outros membros da comunidade Arduino (Mais informações em <https://www.arduino.cc>).

1.2 O surgimento

O Arduino surgiu em 2005 no Instituto de Design de Interação de Ivrea, localizado ao norte da Itália, como uma ferramenta fácil para prototipagem rápida, destinada a estudantes sem formação em eletrônica e programação. Assim que alcançou uma comunidade mais ampla, a placa Arduino começou a mudar para se adaptar às novas necessidades e desafios, diferenciando sua oferta de placas simples de 8 bits a produtos para aplicativos de Internet das Coisas (do inglês, *Internet of Things*), Tecnologias Vestíveis (*wearable*, do inglês), impressão 3D e ambientes incorporados. O primeiro Arduino pode ser visto na Figura 1.2.

Figura 1.2 – O primeiro Arduino construído.



Fonte: <http://www.natalmakers.com/>

Todas as placas do Arduino são completamente de código aberto, permitindo que os usuários as construam de forma independente e eventualmente as adaptem às suas necessidades particulares. O software também é de código aberto e está crescendo com as contribuições de usuários em todo o mundo (Mais informações podem ser encontradas em: <https://www.arduino.cc>)

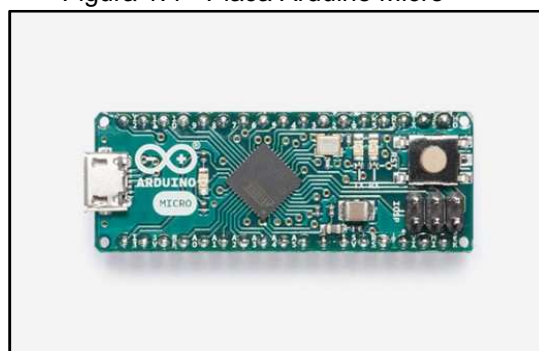
1.3 Modelos de Arduino

Devido à rápida popularização do Arduino, bem como sua grande versatilidade, muitos modelos de placa surgiram no mercado, visando atender à demanda crescente por processamentos mais adequados para as novas tecnologias. As placas mais utilizadas são a Uno, Duemilanove e Mega (RODRIGUES; CUNHA, 2014, pag. 7). A seguir são mostrados alguns dos principais modelos de placas de Arduino que podem ser encontradas no site oficial (<https://www.arduino.cc/en/Main/Products>).

Figura 1.3 - Placa Arduino Leonardo



Figura 1.4 - Placa Arduino Micro



Fonte: <https://www.arduino.cc/en/Main/Products>

Figura 1.5 – Placa Arduino Mega

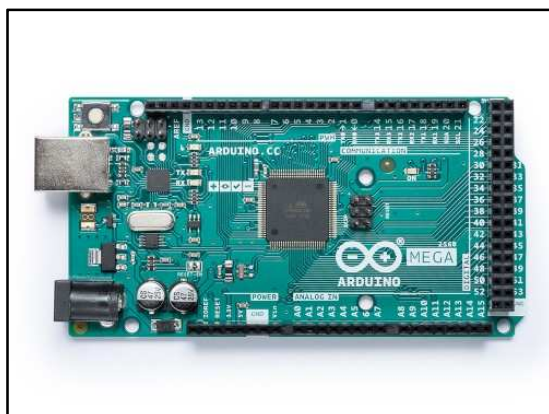
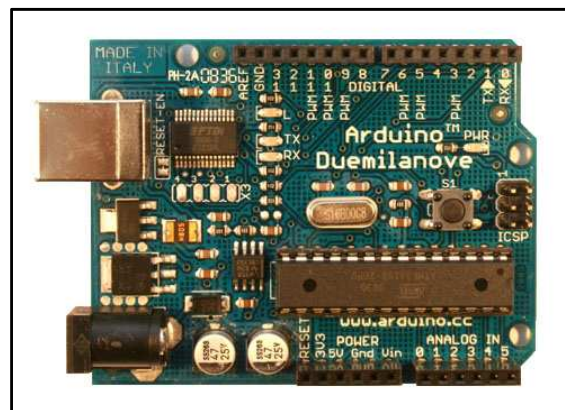


Figura 1.6 – Placa Arduino Duemilanove



Fonte: <https://www.arduino.cc/en/Main/Products>

1.4 Arduino Uno

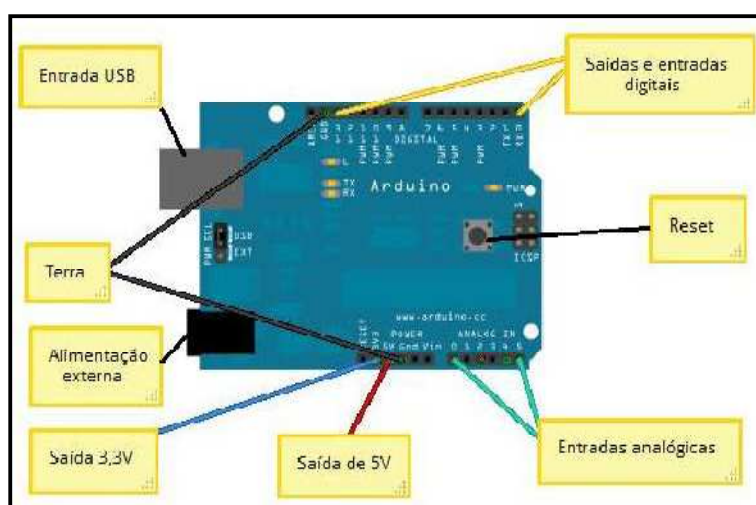
Esta placa especificamente merece um maior detalhamento, tendo em vista ser a mais popular das placas entre os usuários iniciantes, não só pela versatilidade, mas por seu baixo custo. Como mencionam Rodrigues e Cunha (2014, pág. 7), as placas Uno e Duemilanove são mais baratas, mas oferecem recursos suficientes para desenvolver a maioria dos projetos.

O Arduino Uno é uma placa de microcontrolador baseada no ATmega328P. Possui 14 pinos de entrada / saída digitais (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um cristal de quartzo de 16 MHz, uma conexão USB, uma tomada de força, um cabeçalho ICSP e um botão de reset. Ele contém tudo o necessário para suportar o microcontrolador; basta conectá-lo a um computador com um cabo USB ou ligá-lo a um adaptador AC / CC ou bateria para começar a utilizá-lo.

"Uno" significa um em italiano e foi escolhido para marcar o lançamento do Arduino Software (IDE) 1.0. A placa 'Uno' e a versão 1.0 do Arduino Software (IDE) eram as versões de referência do Arduino, agora evoluídas para versões mais recentes. A placa 'Uno' é a primeira de uma série de placas USB Arduino e o modelo de referência para a plataforma Arduino (<https://www.arduino.cc/>).

Um esquema básico das placas Arduino é mostrado a seguir.

Figura 1.7 – Principais entradas e saídas das placas 'UNO' e 'Duemilanove'.



Fonte: Rodrigues e Cunha (2018).

1.5 A linguagem do Arduino

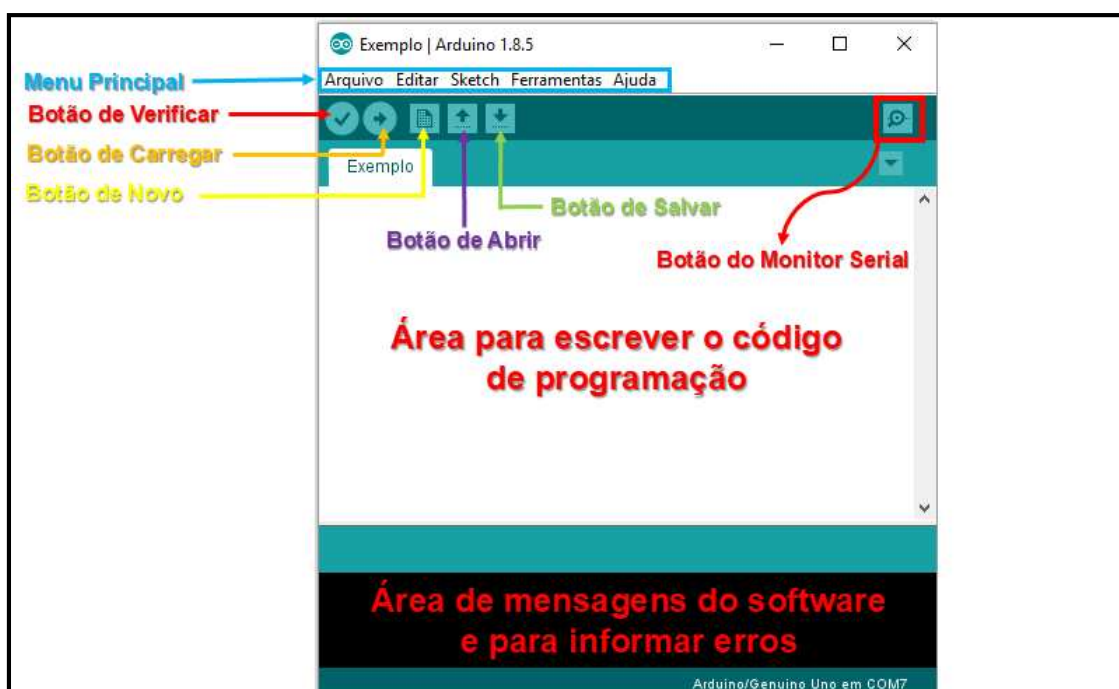
Assim como os seres humanos utilizam uma linguagem para comunicar-se entre si, os computadores também o fazem. O Arduino nada mais é do que um pequeno computador que é capaz de executar instruções previamente dadas a ele. As instruções são dadas utilizando uma linguagem específica, que no caso do Arduino é o C/C++.

O conjunto de comandos a serem seguidos para a realização de uma determinada tarefa pelo Arduino é chamado de algoritmo, ou como é mais conhecido no contexto do Arduino, *sketch*.

O *sketch* precisa ser escrito em um programa dotado de um compilador que fará a tradução do que foi escrito no código, para uma linguagem que possa ser compreendida e, assim executada pelo computador.

O Ambiente de Desenvolvimento Integrado (*Integrated Development Environment*) consiste no ambiente gráfico em que se inserem os programas (*sketchs*), para que os mesmos sejam compilados, ou seja, reconhecidos pelo sistema de hardware do Arduino. A Figura 1.8 apresenta o ambiente do IDE, onde as principais funções são destacadas.

Figura 1.8 – Interface gráfica do Arduino IDE.



Fonte: TCC – Bruno Barroso (2018).

- Menu principal: Onde estão todas as funções disponíveis dentro do ambiente Arduino IDE.
- Ícone 'Verificar': Este comando serve para compilar um algoritmo após o mesmo ter sido escrito e como o próprio nome sugere, verifica se o código (*sketch*) foi escrito corretamente.
- Ícone 'Carregar': Comando utilizado para enviar um *sketch* para a placa de Arduino. Estando as instruções corretas, o Arduino as salvará em sua memória e irá executá-las até que sejam substituídas por outras ou removidas.
- Ícone 'Novo': Cria um novo *sketch* em branco.
- Ícone 'Abrir': Abre um *sketch* já existente e o carrega na área de trabalho.
- Ícone 'Salvar': Salva um *sketch* que poderá ser usado posteriormente.
- Ícone 'Monitor Serial: O monitor serial é o elo entre o computador e o Arduino. Com ele você pode enviar e receber informações na forma de texto, útil para depuração e também para controlar o Arduino pelo teclado do computador ou laptop.

Há ainda a área em cor preta, na parte inferior da interface IDE, que é a área destinada a indicar erros que podem ocorrer durante a compilação do algoritmo. Mostra-se a seguir o exemplo de um *sketch* (obtido em <https://www.circuitar.com.br/projetos/acendendo-um-led/index.html>) usado para acender e piscar um LED, utilizando uma placa de Arduino.

Figura 1.9 – Sketch para acender um LED.

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. At the top, there is a toolbar with icons for checking, running, uploading, and downloading. Below the toolbar, the sketch name 'sketch_dec12a\$' is displayed. The main area contains the following C++ code:

```
void setup()
{
  // Configura o pino d13 como saída
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop()
{
  // Configura o pino 13 como HIGH
  digitalWrite(13, HIGH);
  // Espera 1000 ms (1 segundo)
  delay(1000);
  // Configura o pino 13 como LOW
  digitalWrite(13, LOW);
  // Espera 1000 ms (1 segundo)
  delay(1000);
}
```

Fonte: O autor.

2 O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

2.1 A necessidade do experimentar

O surgimento de novas tecnologias, *softwares* ou *hardwares* livres e de fácil acesso, tem tornado-se uma alternativa muito útil para a prática experimental dentro da sala de aula. Especificamente, o Arduino vem sendo utilizado amplamente como um laboratório móvel para aquisição de dados e transposição do conhecimento teórico para o prático.

No meio escolar, esta ferramenta pode ser utilizada na experimentação para construir instrumentos científicos de baixo custo, e para provar princípios físicos por professores e alunos. Dessa forma, podem-se inicializar os alunos no ambiente de programação e robótica. (MOREIRA *et al.*, 2018)

Conforme observam Galiazzi *et al.* (2001), a experimentação vem sendo muito discutida e, particularmente nas últimas décadas, apontada como um recurso em potencial, no desenvolvimento de saberes conceituais.

Além disso, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) orientam como proposta curricular, o desenvolvimento de habilidades, por meio da aplicação da teoria na prática, bem como, a busca em enriquecer a vivência da Ciência na Tecnologia, e destas no social (MOREIRA *at al.*, 2018).

Embora as chamadas Ciências da Natureza, como Física, Química e Biologia sejam baseadas em leis, relações matemáticas e interpretação de fenômenos naturais observados no dia-a-dia, a relevância destas, muitas vezes não é o suficiente para gerar interesse nos alunos, ocasionando um baixo desempenho dos estudantes, conforme observam Cardoso e Zannin (2019).

Pode-se pensar em: tempo reduzido, escolas sem infra-estrutura e uma formação deficiente de alguns professores, como possíveis razões para a falta de prática experimental em sala de aula, o que distancia os alunos de dar significado ao aprendizado teórico.

No entanto, a necessidade da abordagem prático-experimental no processo de ensino-aprendizagem de uma ciência natural, como a Física, decorre da legitimação da experimentação como a busca por elucidar a natureza: a ciência da experiência (PEREIRA; MOREIRA, 2017).

De acordo com Guimarães (2009, *apud* PREUSSLER; COSTA; MÄHLMANN, 2017) no ensino tradicional, o educador transmite informações aos alunos de forma

mecanizada, não trazendo o aluno ao seu cotidiano, e acaba tornando o aluno um simples ouvinte.

No ensino de ciência, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamento de investigação. Nesta perspectiva, o conteúdo a ser trabalhado caracteriza-se como resposta aos questionamentos feitos pelos educandos durante a interação com o contexto criado. (GUIMARÃES, 2009, p.198).

Ainda menciona Brasil (2000), que a experimentação facilita o desenvolvimento da curiosidade e o hábito de questionar e evita que as ciências sejam interpretadas como algo inerte e inquestionável, sendo indispensável para desenvolver as competências em Física e proporcionar ao aluno uma garantia de construção do conhecimento.

Alguns poderiam justificar a não utilização do aparato experimental se dá devido à carência de recursos financeiros, mas “os custos dos experimentos didáticos em Física têm diminuído nos últimos anos e muitas propostas de baixo custo estão sendo sugeridas na literatura” (CARDOSO; ZANNIN, 2019).

Embora a falta de recursos financeiros e o pouco tempo que os educadores dispõem para conceber aulas mais atraentes e motivadores sejam fatores que contribuem para o cenário dominante nas escolas, talvez o obstáculo mais decisivo seja de natureza cultural. Neste contexto, propomos uma metodologia de ensino de ciências simples, factível e de baixo custo e, mais importante ainda, que leve em conta a participação dos alunos no processo de aprendizagem (VALADARES, 2001, p. 38).

De fato, é seguro afirmar que para que as escolas passem a incorporar a prática experimental à sua rotina comum, é de extrema relevância utilizar materiais de baixo custo e rápido acesso, conforme afirmam Preussler, Costa e Mählmann (2017).

Embora o exposto anteriormente esteja embasado teoricamente em anos de pesquisa em Ensino de Física, ressalta-se que, como mencionado por Gaspar (2004), em seu artigo intitulado “Cinquenta anos de ensino de física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor”, o insucesso de projetos como o *Physical Science Study Committee* (PSSC) se deu

devido a crença de que a experimentação levaria à compreensão ou até mesmo à redescoberta de leis científicas – idéia que hoje seria classificada como um equívoco epistemológico.

O PSSC foi uma iniciativa da década de 50 do século XX, que propunha um ensino de Física atualizado. Esse projeto foi financiado pela *Nacional Science Foundation* e motivado pelo entusiasmo científico causado pelo lançamento do primeiro satélite artificial da Terra, o *Sputnik I*, em 1957, pela antiga União Soviética.

O autor segue comentando que a ênfase exagerada e irrealista ao papel da experimentação, levou toda a proposta ao fracasso. Deve-se, portanto, ficar claro que a questão levantada está em torno do fato de que “a ciência continua sendo retratada através de fórmulas, definições e exercícios padronizados (MOREIRA *et al.*, 2018).

Portanto, não está em questão aqui a substituição da discussão conceitual/teórica da Física, bem como a resolução de exercícios, mas sim o equilíbrio correto entre o aparato teórico e a associação dos mesmos com a prática experimental, proporcionando uma completude do saber.

[...] a necessária mudança de atitude dos professores, no sentido de ultrapassarem a aceitação fácil de um empirismo clássico e ingênuo, concebendo a ciência como uma simples descoberta, quer pela observação neutral, quer pela confirmação experimental escolar positiva. Importa que os professores compreendam e se consciencializem da importância do elemento cognitivo, da discussão argumentativa, que atribuam ao estudo e à reflexão um espaço indispensável para compreender as dificuldades e a complexidade que se reveste um tal processo de construção da ciência. Não se pode, entretanto, ignorar o papel do sujeito na construção do conhecimento, nomeadamente através do confronto com os conceitos e teorias aceitas em ciência (PRAIA; CACHAPUZ; PEREZ, 2002, p. 259).

Os educadores não devem, portanto, aderir à visão simplista de que o mero uso de novas tecnologias, bem como, tornar o uso dos recursos experimentais mais freqüentes em sala de aula, irá vencer os desafios do ensino de Física. O professor deve desenvolver atividades que sejam desafiadoras para os alunos, porém com um grau de dificuldade suscetível de se tornar um incentivo, e não, fonte de desânimo, desmotivação e impossibilidade de resolução (PRAIA; CACHAPUZ; PÉREZ, 2002).

2.2 A forma de experimentar

Uma vez o professor convencido da necessidade de inovar as aulas, mudar o ambiente de aula por meio da maior integração dos alunos com a aula, por meio da utilização de recursos experimentais, surge a questão de como implementar essas mudanças.

Uma conhecida maneira de realizar um experimento é aquela em que o professor fornece ao aluno um roteiro pré-estabelecido e o material que o mesmo irá precisar para segui-lo. Em geral, essa abordagem não permite que o estudante seja capaz de captar as peculiaridades por trás de determinada lei. O procedimento é feito quase que mecanicamente, visando apenas obter-se o resultado já esperado.

Há também uma maneira alternativa, que seria “antes de ensinar uma lei, pedir aos alunos que imaginem um modelo” (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2002), dando aos alunos uma visão mais ampla sobre o processo de construção da Ciência e permitindo-os refletir sobre o processo de experimentação, motivando a autonomia e o desenvolvimento do pensamento crítico.

3 PROPOSTAS DE ENSINO UTILIZANDO O ARDUINO

3.1 Contextualização

Recentemente, o uso de tecnologias da informação e comunicação (TICs) tem impulsionado as aulas de Física e inovado o ambiente escolar. A utilização de novas tecnologias no ensino de Física (GELAMO, 2012; LIMA; RAPPOPORT, 2009) deve ser amplamente incentivada nas escolas de nível médio e até mesmo de nível superior, na medida em que nossos estudantes vêm tendo contato cada vez mais jovens com *smartphones*, *tablets* e *notebooks*, com acesso constante à internet (JUNIOR, *et al.*, 2016).

Parte dos educadores, especialmente os da área de Ciências Exatas e Naturais tem começado a abandonar as aulas expositivas tradicionais, à medida que tem contato com artigos e textos de apoio na área do Ensino de Física. Isso também é evidenciado pelo aumento significativo de propostas de experiências didáticas em Física (conforme mostrado nas Figuras 3.1 e 3.2, dadas a seguir) assistida por microcomputadores (SOUZA, *et al.*, 2011).

Conforme mencionam Moreira *et al.* (2018), o Arduino mostra-se uma ferramenta versátil para ser usado tanto por professores como por alunos, já que a plataforma é intuitiva, de fácil utilização e aprendizado.

O custo relativamente baixo para a aquisição da placa ou até mesmo de *kits*, para os mais diversos experimentos, socializa o acesso e motiva os docentes a incorporarem a utilização desses recursos ao dia a dia escolar.

Figura 3.1: Exemplo de publicação com a utilização do Arduino como recurso didático.



Fonte: O autor

Figura 3.2: Exemplo de publicação com a utilização do Arduino como recurso didático.



Fonte: o autor

O trabalho dos autores Moreira *et al.*, (2018) intitulado “Contribuições do Arduino no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino”, mostrado na Figura 3.3, faz uma pesquisa exploratória baseada numa amostra de vinte artigos que apresentam as contribuições do Arduino voltadas para ensino de Física, entre os anos de 2013 e 2017.

Este artigo de revisão bibliográfica dividiu as publicações em dois grupos: propostas didáticas já aplicadas em sala de aula e propostas didáticas ainda por serem aplicadas em sala, onde o enfoque dos trabalhos analisados foi experimentação usando o Arduino para a aquisição dos dados.

3.2 Propostas didáticas aplicadas em sala

Apresentam-se aqui alguns dos trabalhos aplicados em sala, e os respectivos resultados, levando em consideração que abordagens diferenciadas foram usadas para a discussão dos conteúdos de Eletrodinâmica, Termologia e Termodinâmica.

Na abordagem do conteúdo de Eletrodinâmica, os autores Viscovini *et al.* (2015), com o objetivo de estudar os conceitos e o funcionamento da corrente alternada, propuseram a construção de uma maquete, afim de simular a rede elétrica trifásica. O aparato experimental (que pode ser visto na Figura 3.4) inclui um potenciômetro, que permite a variação da frequência dentro de um determinado intervalo, e LEDs coloridos utilizados para a observação das inversões de tensão.

Todo o aparato é controlado por meio da placa de Arduino e as peças utilizadas são de custo baixo e facilmente encontradas no mercado. Os autores

concluem que houve uma boa receptividade por parte dos alunos e que os mesmo se mostraram interessados no experimento feito.

Figura 3.3: Artigo de revisão sobre publicações como recurso didático no Ensino de Física.



Fonte: o autor

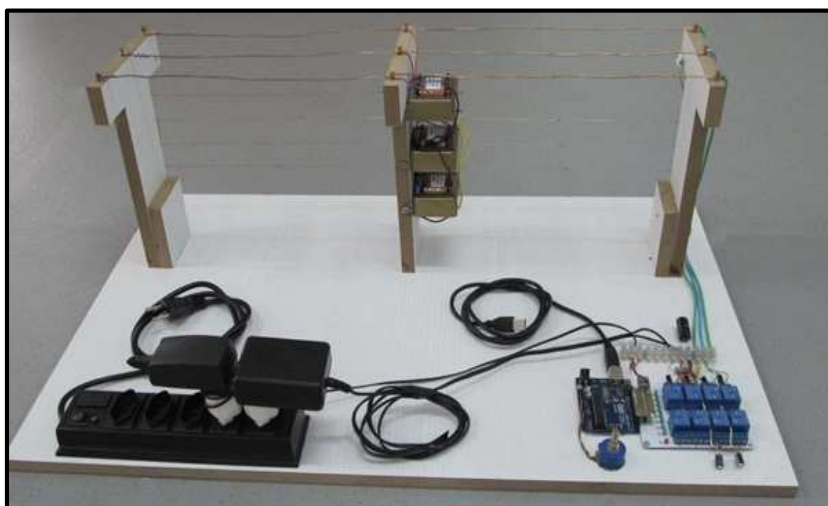
Para abordar os alguns conceitos de Termologia, Oliveira, Alves e Barbosa (2016) propuseram a criação de um termostato programável, usando o Arduino, a fim de estudar como uma amostra d'água comporta-se termicamente (mudanças de temperatura).

Do experimento, os alunos concluíram após realizarem a análise experimental, que “a capacidade térmica da fonte térmica, para pequenas quantidades de água, não é desprezível”, e ainda fizeram uma analogia com a primeira lei de Newton, pois a “inércia” do sistema é diretamente proporcional à massa de água. A atividade também serviu como motivação para irem além do que é exposto nos livros didáticos (OLIVEIRA; ALVES; BARBOSA, 2016).

Alguns conceitos de Termodinâmica, assunto que é pouco estudado na maioria das escolas do Ensino Médio, foram abordados por Santos, Amorim e Dereczynsk (2017), ao construírem pequenas estações metereológicas com a utilização do Arduino materiais de baixo custo. A atividade foi realizada com alunos de uma escola pública do Rio de Janeiro.

O resultado dessa proposta também foi positivo, pois contribuiu para o desenvolvimento da autonomia dos alunos, ao precisarem tomar algumas decisões relacionadas em como apresentar os dados coletados e a melhor forma de analisá-los.

Figura 3.4 - Maquete que simula a rede elétrica trifásica.



Fonte: Viscovini *et al.*(2015)

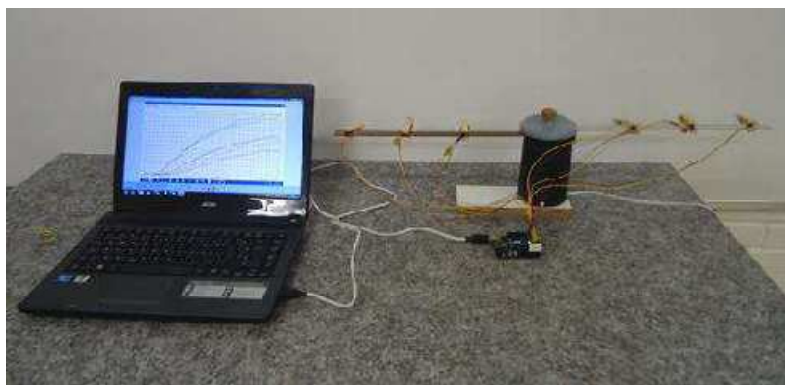
4.3 Propostas didáticas ainda não aplicadas em sala

Segue agora alguns dos trabalhos que foram classificados no grupo de sugestões de atividades experimentais, mas não há resultados da aplicação dessas propostas no ambiente escolar. Os temas abordados nesses artigos envolvem: Mecânica, Termologia, Física Moderna, Eletrodinâmica e Ondas.

A proposta apresentada pelos autores Rosa *et al.*, (2016) aborda temas do dia a dia, como os conceitos de temperatura e calor, por meio da elaboração de um equipamento para estudar a condução do calor.

Os autores relatam que o procedimento experimental foi realizado de duas maneiras: a primeira foi utilizando termômetros e foi mais demorada, tornando-se inviável para ser realizada com a carga horária reduzida disponível no ensino médio. A segunda maneira foi usando sensores conectados ao Arduino. O aparato experimental elaborado pelos autores é mostrado na Figura 3.5.

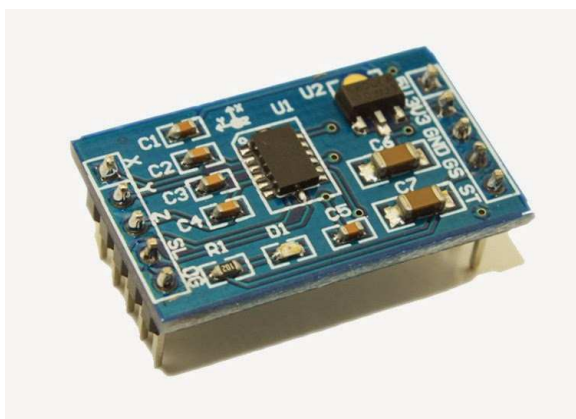
Figura 3.5 – Experimento elaborado para estudar a condução térmica.



Fonte: Rosa *et al.* (2015).

No contexto do estudo de Mecânica, o experimento elaborado pelos autores Rocha, Marranghello e Lucchese (2014) objetiva a aquisição de dados numéricos da aceleração sofrida por um objeto em queda no campo gravitacional e sujeito à resistência do ar, bem como à força de um cabo elástico. O dispositivo elaborado foi um acelerômetro triaxial, com o acoplamento do sensor mostrado na Figura 3.6 à placa de Arduino.

Figura 3.6 – Acelerômetro modelo MMA7361, utilizado pelos autores Rocha, Marranghello e Lucchese (2014)

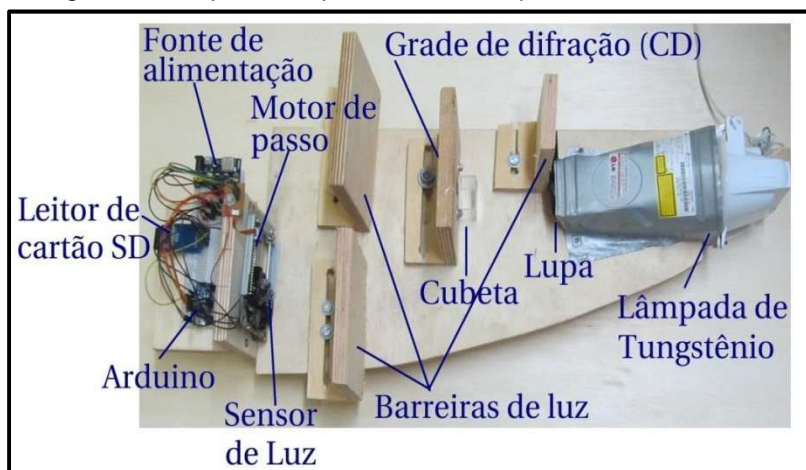


Fonte: <http://eletrodex.blogspot.com/2014/10/modulo-acelerometro-mma7361.html>

Com o objetivo de estudar conceitos de Física Moderna, outro conteúdo pouco abordado no contexto do Ensino Médio, Kelly, Rocha e Germano (2017) e Cavalcante, Rodrigues e Bueno (2013) propuseram, respectivamente, uma maneira para obter o espectro de absorção de extrato de clorofila utilizando um espectrofotômetro caseiro (Figura 3.7), que apesar do nome, é eficiente para o fim a

que se propõe e uma sequência didática com o objetivo de estudar como funcionam os controles remotos, que é um dispositivo comum ao dia a dia dos estudantes.

Figura 3.7 – Aparato experimental do espectrofotômetro caseiro.

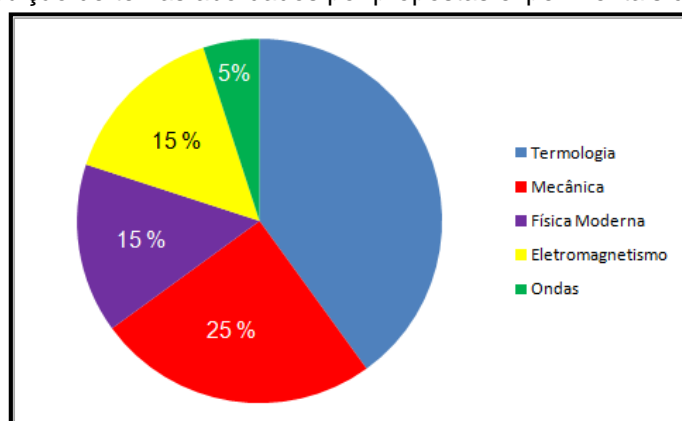


Fonte: Kelly, Rocha e Germano (2017)

Portanto, nota-se que há uma série de sugestões de como utilizar o Arduino abordando diversos conteúdos de Física, visando proporcionar um aprendizado que não seja apenas teórico, mas também prático. Apesar disso, apenas três dos trabalhos analisados já foram testados e receberam um retorno satisfatório em sala de aula.

O gráfico a seguir mostra a distribuição dos assuntos mais abordados dentro do grupo de trabalhos que apresentaram propostas didáticas que ainda não foram testadas em sala de aula. Percebe-se que Termologia e Mecânica estão entre os conteúdos preferidos pelos pesquisadores.

Figura 3.8 – Distribuição de temas abordados por propostas experimentais com o uso do Arduino.



Fonte: o autor.

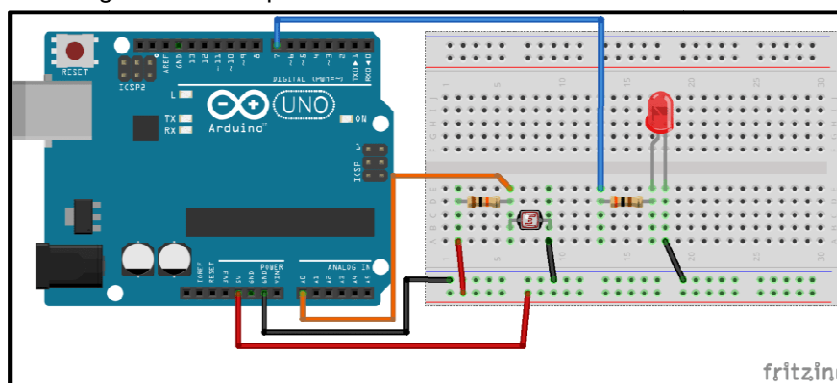
4 EXPERIMENTANDO COM ARDUINO

4.1 Circuitos utilizando LED e sensor LDR

Deseja-se aqui reproduzir dois experimentos que embora sejam de simples construção, são extremamente instrutivos para introduzir os alunos à instrumentação com Arduino e também discutir conceitos relacionados a circuitos elétricos, Física Moderna e o funcionamento de alguns dispositivos do cotidiano como, por exemplo, os ‘sensores de luz’, responsáveis pelo acionamento da iluminação pública.

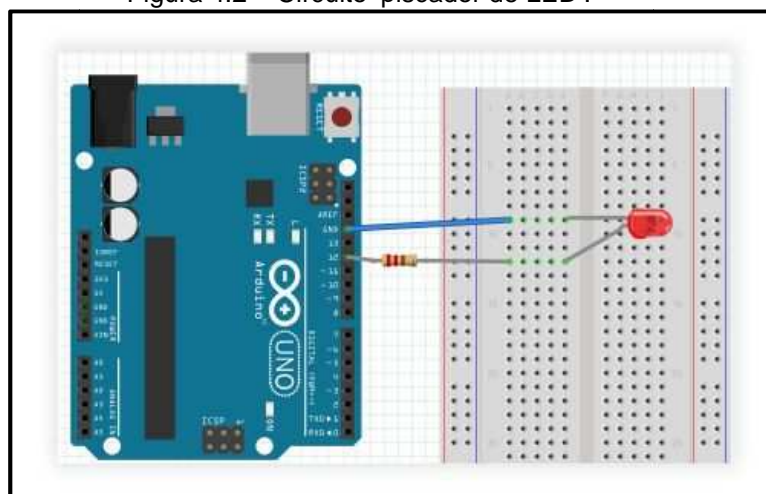
Os circuitos a seguir foram criados utilizando o *Fritzing* (<https://fritzing.org/home/>). Este é um software livre (*open source*) que permite modelar circuitos microeletrônicos usando Arduino, Raspberry PI (<https://www.raspberrypi.org/>), ou mesmo somente a matriz de contatos e alguns componentes eletrônicos.

Figura 4.1 – Esquema do circuito sensor de luz com LDR



Fonte: <https://fritzing.org/home/>

Figura 4.2 – Circuito ‘ piscador de LED’.

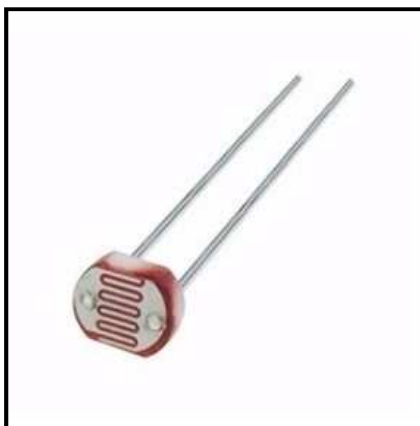


Fonte: <https://fritzing.org/home/>

4.2 Um pouco sobre o LDR

O LDR (Figura 4.3) consiste em um micro resistor dependente de luz (*Light-Dependent Resistor*). Tipicamente, quanto maior a luz incidente nesse componente, menor será sua resistência.

Figura 4.3 - Sensor de luminosidade LDR.



Fonte: <https://portal.vidadesilicio.com.br/sensor-de-luz-com-ldr/>

De acordo com Macêdo, Pedroso e Costa (2018):

O LDR é fabricado com material de alta resistência, como por exemplo, o Sulfeto de Cádmio (CdS) ou o Sulfeto de Chumbo (PbS), que são materiais semicondutores, dispostos num traçado sinuoso na superfície do componente, possuindo propriedade de diminuir sua resistência à passagem da corrente elétrica quando a luminosidade sobre ele aumenta.

Os semicondutores podem assumir resistências na ordem de mega ohm no escuro e resistência na ordem de poucas centenas de ohms, quando expostos à luz. “Esses materiais possuem poucos elétrons livres quando colocados em ambiente escuro, e liberam elétrons quando há incidência de luz sobre eles, aumentando assim, a condutividade. Este efeito é conhecido como fotocondutividade.” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016, *apud* MACÊDO; PERDROSO; COSTA, 2018).

4.3 A Física do LDR

O fenômeno físico em que a luz incidente sobre uma superfície é capaz de ceder energia cinética para elétrons é conhecido desde os últimos anos do século XIX, conforme mencionado por Penteado e Torres (2005).

Ao estudar a radiação do corpo negro, Max Planck, em 1900, propôs que a interação da radiação com a matéria deveria ser quantizada e assumiria valores que seriam múltiplos inteiros de um quantum (CABRAL; SILVA; MACIEL, 2015). Para Einstein, a luz também deveria ser quantizada e de acordo ainda com Cabral, Silva e Maciel (2015), a esse conjunto de grânulos se deu o nome de *quanta*, que mais tarde seriam denominados de fótons. A cada quantum se atribui uma energia:

$$E = h f \quad (4.1)$$

Onde h é a constante de Planck, cujo valor é $h = 6,6 \times 10^{-34}$ J.s, e f é a frequência da luz incidente sobre a superfície. Há, porém, um valor mínimo de energia necessária para que elétrons sejam liberados da superfície de um material, via efeito fotoelétrico. Este valor depende da frequência da luz incidente, denominado função trabalho e é geralmente representado na literatura pela letra grega ϕ .

Ressalta-se que se a frequência da luz incidente tiver energia maior do que o mínimo necessário para arrancar o elétron da superfície, o valor excedente de energia será utilizado então para dar energia cinética ao mesmo. Dessa forma, pode-se escrever a equação (4.1) da seguinte forma:

$$K_{m\acute{a}x} = h f - \phi \quad (4.2)$$

Onde $K_{M\acute{a}x}$ representa a energia cinética máxima com que o elétron pode ser ejetado do material. A equação (4.2) constitui a equação de Einstein para o efeito fotoelétrico (PENTEADO; TORRES, 2005).

4.4 Materiais utilizados em ambos os experimentos

Para a reprodução desse experimento, utilizaram-se os componentes mencionados a seguir.

- ❖ Uma placa Arduino Uno

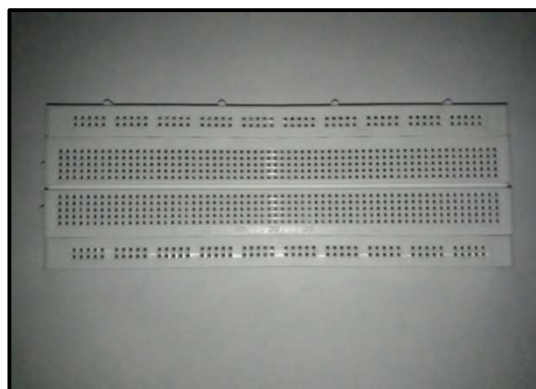
Figura 4.4 – Placa Arduino UNO.



Fonte: O autor

- ❖ *Protoboard* ou matriz de contato.

Figura 4.5 – *Protoboard* ou matriz de contato.



Fonte: O autor

❖ Cabo de alimentação USB

Figura 4.6 – Cabo USB para alimentação da placa.



Fonte: O autor.

❖ Cabos do tipo *Jumper* macho

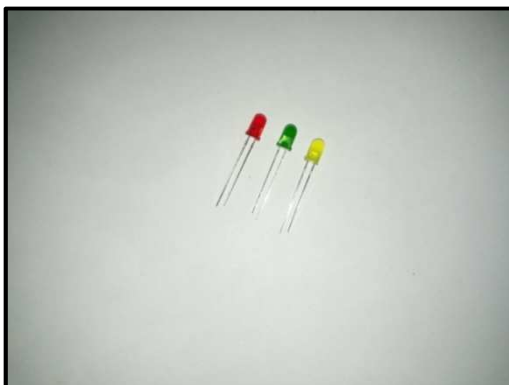
Figura 4.7 – Cabos *Jumper* para conexão Arduino-*Protoboard*.



Fonte: O autor

❖ Alguns LEDs de alto brilho

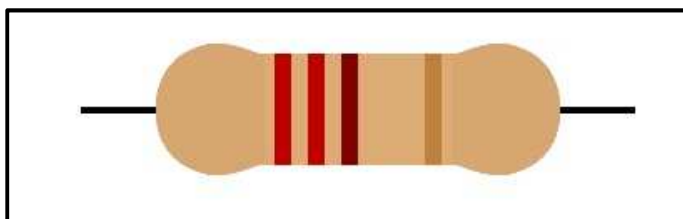
Figura 4.8 – LEDs de alto brilho.



Fonte: O autor

❖ Dois resistores (220 ohms e 10k ohms)

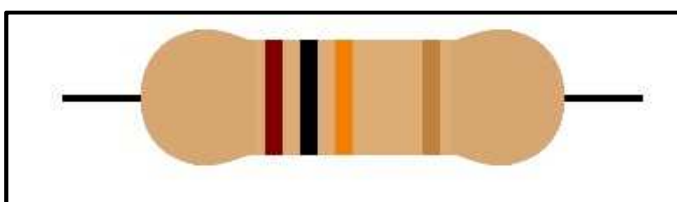
Figura 4.9 - Resistor de 220 ohms.



Fonte:

http://www.audioacustica.com.br/exemplos/Valores_Resistores/Calculadora_Ohms_Resistor.html

Figura 4.10 - Resistor de 10k ohms



Fonte:

http://www.audioacustica.com.br/exemplos/Valores_Resistores/Calculadora_Ohms_Resistor.html

4.5 Circuito ‘acendedor de LED’

O primeiro sistema básico que se pode fazer em um Arduino é um simples “pisca-pisca”, utilizando um único LED. Nesse circuito, iremos utilizar o resistor mostrado na Figura 4.9, de 220 ohms, que será ligado em série com o LED.

O resistor é necessário, pois a maioria das versões do Arduino possui uma tensão de 5 V, enquanto a maior parte dos LEDs utilizados para sinalização em pequenos circuitos, possui uma tensão menor. Em versões com tensões diferentes pode ser necessário utilizar outro resistor. Ligar o LED sem resistor poderá causar danos ao componente.

O valor do resistor ideal para proteger o LED contra danos é calculado utilizando a lei de Ohm:

$$R = \frac{V}{i} \quad (4.3)$$

Onde, V e i são, respectivamente, a tensão e a corrente as quais o LED será submetido.

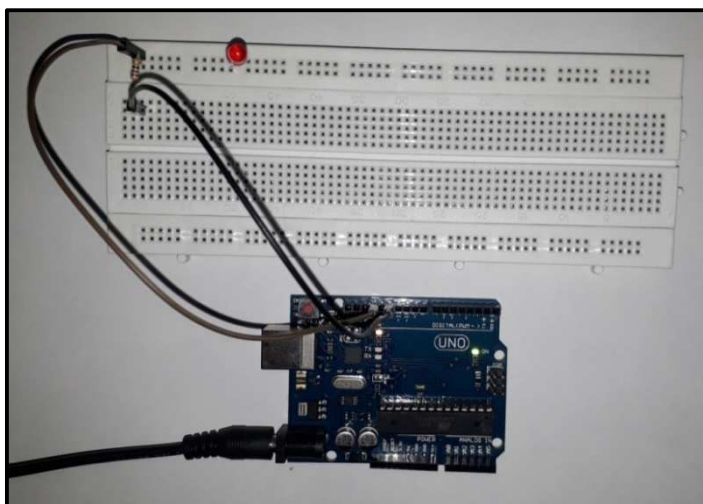
O procedimento para a montagem do circuito mostrado na Figura 4.2 sobre a *protoboard* (Figura 4.5) consiste em:

1. Desconectar o Arduino de qualquer fonte de energia;
2. Conectar qualquer um dos terminais do resistor, mostrado na Figura 4.9 à trilha negativa (que será o aterramento) da *protoboard* e o outro terminal à trilha positiva. Isso funcionará devido ao fato do resistor não ter polaridade.
3. Em seguida liga-se o pólo positivo do LED (que pode ser identificado verificando-se o terminal que é mais longo) em série com o resistor. A maioria dos fabricantes projeta o LED dessa forma para facilitar a identificação do pólo positivo.
4. Agora que os principais componentes já foram inseridos na matriz de contato, deve-se conectar o Arduino ao computador utilizando o cabo USB, mostrado na Figura 4.6, abrir o Arduino IDE e inserir o *sketch*, mostrado na Figura 1.9.
5. Após compilar o algoritmo no Arduino, usam-se os conectores *jumper* machos mostrados na Figura 4.7, para ligar a porta 12 (poderia ser

qualquer uma das portas digitais) em série com o resistor, que está em série com o LED. Em seguida conecta-se a porta GND (aterramento) à trilha negativa da *protoboard*.

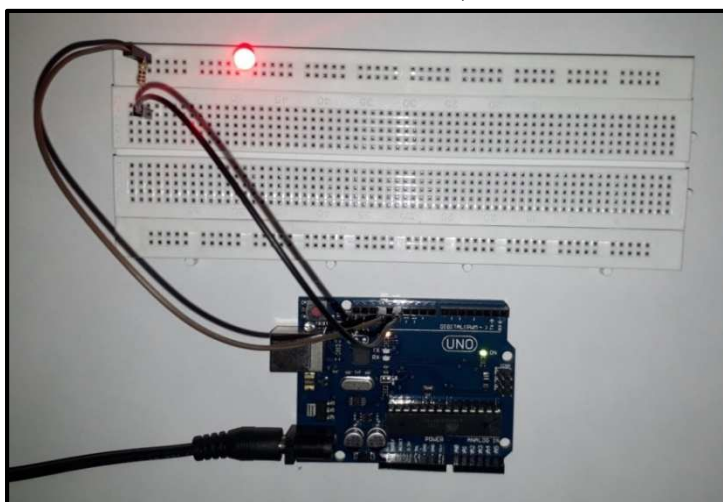
Feito isso, o experimento estará pronto para ser conectado a uma fonte de energia, que pode ser via cabo USB ou fonte de corrente contínua compatível com o Arduino. Se todas as conexões foram feitas como descrito anteriormente e como mostrado no esquema da Figura 4.2, o LED piscará constantemente, enquanto estiver conectado à fonte de energia. Os resultados são mostrados nas Figuras 4.11a e 4.11b.

Figura 4.11a – Circuito acendedor de LED, desconectado da fonte de energia.



Fonte: O autor.

Figura 4.11b – Circuito acendedor de LED, conectado à fonte de energia.



Fonte: O autor.

4.6 Circuito 'sensor de luz com LDR'

Mostra-se agora o procedimento para montar o circuito mostrado na Figura 4.1, que é capaz de detectar o nível de luminosidade do ambiente e estando este dentro dos parâmetros determinados na programação (baixa luminosidade, por exemplo), acende o LED automaticamente. De acordo com Barroso (2018, pág. 95), a variação da resistência no LDR é inversamente proporcional a quantidade de luz presente sobre o fotoresistor. Quanto menor for a quantidade de luminosidade, maior será a resistência elétrica no LDR, isto é, maior será o valor existente na entrada analógica do Arduino.

Assim, como no experimento anterior, primeiramente serão conectados os componentes na *protoboard* e somente depois será feita a conexão com a placa. A montagem do circuito consiste em:

1. Desconectar o Arduino de qualquer fonte de energia.
2. Conectar o pólo negativo do LED (terminal mais curto) à trilha negativa da matriz de contato e o pólo positivo em qualquer trilha positiva da *protoboard*.
3. Conectar qualquer terminal do resistor de 220 ohms em série com o pólo positivo do LED.
4. Conectar qualquer um dos terminais do sensor LDR (Figura 4.3) à trilha negativa da matriz de contato e o outro à trilha positiva.
5. Conectar qualquer terminal do resistor de 10k ohms (Figura 4.10) em série com o sensor LDR.
6. Em seguida, segue-se conectando a placa Arduino ao computador, usando um cabo USB para carregar na placa o *sketch* (obtido em <https://portal.vidadesilicio.com.br/sensor-de-luz-com-ldr/>), mostrado na Figura 4.12. Tendo sido inserido o *sketch* na memória do Arduino, os restantes das ligações podem ser feitas, de forma a conectar a placa aos componentes já inseridos na *protoboard*.
7. Usar os conectores *jumper* macho para ligar a entrada GND do Arduino à trilha negativa da *protoboard*, a entrada digital 7 em série com o resistor de 220 ohms, o conector de 5 V em série com o resistor de 10k ohms e por fim, conectar a entrada A0 do Arduino no terminal restante do resistor de 10k ohms.

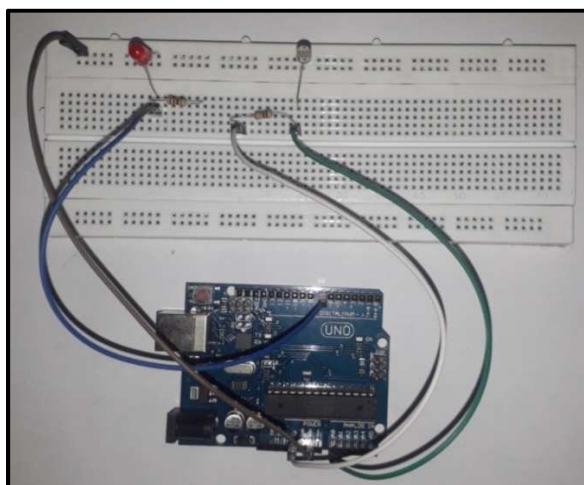
Se os procedimentos anteriores foram seguidos, basta então conectar o Arduino a uma fonte de energia e o circuito será o mostrado nas Figuras 4.13a e 4.13b.

Figura 4.12 – Sketch do sensor de luz com LDR.

```
sketch_dec19a$  
  
// Sensor de Luz com LDR  
int ledPin = 7; // Led no pino 7.  
int ldrPin = 0; // LDR no pino analógico 8.  
int ldrValor = 0; // Valor lido no LDR.  
void setup() {  
  pinMode(ledPin, OUTPUT); //define a prota 7 como saída.  
  Serial.begin(9600); //Inicia a comunicação serial.  
}  
void loop() {  
  //Ler o valor do LDR  
  ldrValor = analogRead(ldrPin); // O valor será entre 0 1023.  
  
  //Se o valor lido for maior que 800, liga o LED.  
  if (ldrValor>=800) digitalWrite(ledPin, HIGH);  
  //Senão, apaga o LED.  
  else digitalWrite(ledPin,LOW);  
  
  //Imprime o valor lido no LDR no monitor serial.  
  Serial.println(ldrValor);  
  delay(100);  
}
```

Fonte: O autor.

Figura 4.13a – Circuito sensor de luz com LDR em ambiente claro



Fonte: O autor.

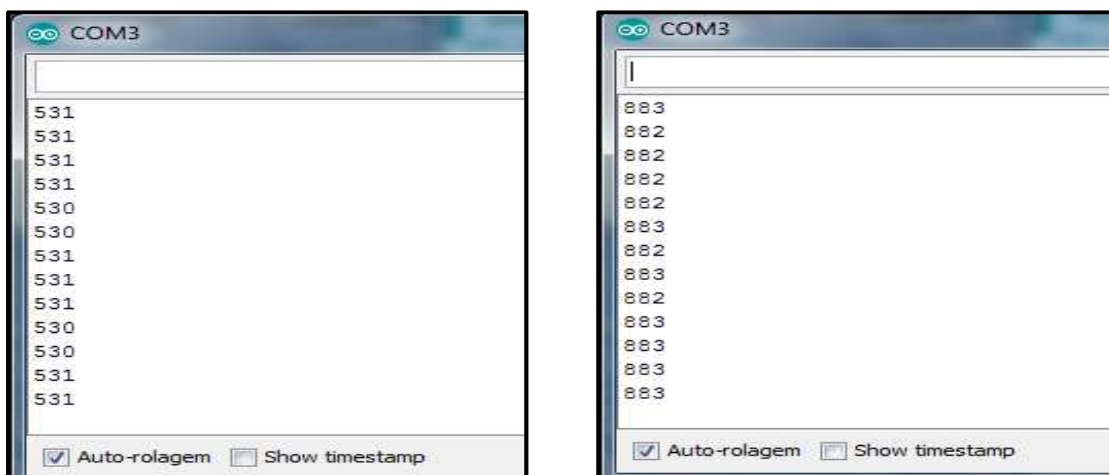
Para fazer a verificação do funcionamento correto do circuito, com o Arduino conectado à energia, desligamos as luzes do ambiente e o resultado é mostrado na Figura 4.12b.

Figura 4.12b – Circuito sensor de luz com LDR, após a luz do ambiente ter sido apagada.



Fonte: O autor.

Figuras 4.14a e 4.14b – Monitor serial com o circuito com sensor LDR em ambiente iluminado (esquerda) e com o ambiente escuro (direita), respectivamente.



Fonte: O autor.

As Figuras 4.14a e 4.14b mostram a leitura feita, por meio do LDR, na porta analógica A0 do Arduino. Conforme mostrado no *Sketch* da Figura 4.12, para valores menores de 800 (figura à esquerda), o LED permanece apagado. Para valores maiores ou iguais a 800 (figura à direita), o LED acende.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi mostrado um breve panorama de como se encontra o ensino da Física, especialmente no Ensino Médio, onde talvez os problemas associados aos métodos de ensino tradicionais fiquem mais evidentes.

Apresentou-se a utilização de recursos de tecnologia da informação e comunicação (TICs), em particular o Arduino, como uma alternativa para inovar as aulas de Física e proporcionar uma melhor dinâmica no processo de ensino-aprendizagem.

Discutiu-se a importância da utilização de experimentos no ambiente escolar, principalmente nas disciplinas da área de Ciências Exatas e Naturais e como a associação da teoria com a prática pode ser benéfica para os estudantes, proporcionando um aprendizado mais significativo, incentivando o pensamento crítico científico, bem como a autonomia do estudante.

Concluiu-se, no entanto, que a experimentação deve ser equilibrada com a fundamentação teórica, pois só a experiência em si pode resultar no fracasso do processo de ensino.

Mostrou-se que nos últimos anos, muitos trabalhos com propostas experimentais voltadas para o ensino de Física têm surgido, porém há poucos registros sobre os resultados pedagógicos alcançados por meio da aplicação dessas propostas e, portanto, há uma lacuna a ser preenchida por pesquisadores da área do Ensino de Física quanto à eficiência pedagógica de métodos que incorporam inovação tecnológica ao ensino.

Finalmente, realizou-se, a título de exemplificação, dois experimentos simples, mas que, se bem utilizados, podem funcionar como uma abordagem introdutória à utilização da plataforma Arduino, associada a conteúdos de Física, em especial a Eletrodinâmica e Física Moderna, e que, portanto, é de grande utilidade pedagógica.

REFERÊNCIAS

- ACENDENDO um LED. **Circuitar**, 2018. Disponível em <https://www.circuitar.com.br/projetos/acendendo-um-led/index.html>. Acessado em 18 de dez. de 2019.
- BORGES, Antônio Tarciso. **Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, dez. 2002.
- BARROSO, Bruno Mateus Nascimento. **Construindo e Analisando Circuitos Elétricos com Arduino**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura Plena em Física) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.
- CABRAL, Júlio César; SILVA, Antonio dos Anjos Pinheiro da; MACIEL, Antônio Marcelo Martins. **Efeito Fotoelétrico: Uma abordagem a partir do estudo de circuitos elétricos**. 2015. Dissertação de Mestrado – MNPEF – Sociedade Brasileira de Física, Lavras, 2015.
- CARDOSO, João Michels; ZANNIN, Marcelo. **Proposta experimental para análise das variáveis de estado dos gases com Arduino**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 41, nº 4, e20190028, 2019.
- CAVALCANTE, Marisa Almeida; TEIXEIRA, Anderson de Castro; BALATON, Mariana. **Estudo das cores com o Arduino Scratch e Tracker**. Física na Escola, v. 14, n. 1, 2016.
- COSTA, Luciano Gonsalves; BARROS, Marcelo Alves. **O ensino da física no Brasil: problemas e desafios**. In: XII Congresso Nacional de Educação: Formação de Professores, Complexidade e Trabalho Docentes, Paraná, 2015.
- FRITZING. **Products**. Disponível em: <https://fritzing.org/home/>. Acesso em: 15 dez. 2019.
- GASPAR, Alberto. **50 Anos de Ensino de Física: Muitos Equívocos, Alguns Acertos, e a Necessidade do Resgate do Papel do Professor**.
- JUNIOR, Judismar Tadeu Guitolini *et al.* **Avaliação do módulo da aceleração da gravidade com Arduino**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 33, n. 2, p. 619-640, ago. 2016.
- MACÊDO, Josué Antunes de; PEDROSO, Luciano Soares; COSTA, Giovanni Armando. **Aprimorando e validando um fotogate de baixo custo**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 40, nº 4, e5403 (2018).
- MOREIRA, Marco Antonio. **Uma análise crítica do ensino de Física**. Estudos avançados 32 (94), 2018.
- MOREIRA, Michele Maria Paulino Carneiro. *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.

MOTA, Alan. Sensor de luz com LDR. **Vida de Silício**, 2017. Disponível em : <https://portal.vidadesilicio.com.br/sensor-de-luz-com-ldr/>. Acessado em 18 de dez. de 2019.

OLIVEIRA, T.E.; ARAÚJO, I.S.; VEIT, E.A. **Sala de Aula Invertida (flipped classroom)**: Inovando as Aulas de Física. Física na Escola, v. 14, n. 2, 2016.

PENTEADO, Paulo Cesar M.; TORRES, Carlos Magno A. **Física - Ciência e Tecnologia**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2005. 262 p.

PREUSSLER, Victória Vidal; COSTA, Cíntia Daniela Schmidt da; MÄHLMANN, Cláudia Mendes. **A importância da experimentação no ensino de física**. In: VI Seminário Nacional da Infância e Educação: Infâncias, Docência e Democracia. Curitiba, 2017.

RASPBERRYPI. **Home**. Disponível em: <https://www.raspberrypi.org/>. Acesso em 15 dez. 2019.

RODRIGUES, Rafael Frank de; CUNHA, Silvio Luiz Souza. **Arduino para Físicos: Uma Ferramenta Prática para Aquisição de Dados Automáticos**. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2014.

SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. **O Papel da Experimentação no Ensino de Física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 20, n. 1, abr. 2002.

SILVA, J.W.C.; AZEVEDO, Karolayne Santos; OLIVEIRA, G.F.B. **Medida da Temperatura de Lâmpadas Incandescentes Usando o LDR e a Placa Arduino**. Física na Escola, v. 16, n. 2, 2018.

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

VISCOVINI, Ronaldo Celso. *et al.* **Maquete didática de um sistema trifásico de corrente alternada com Arduino: ensinando sobre a rede elétrica**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 32, n. 3, p. 856-869, dez. 2015.