



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**  
**CAMPUS I**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

**ALEXANDRE DE MELO DANTAS**

**APRESENTAÇÃO DE UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA**  
**UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUINO**

**CAMPINA GRANDE – PB**

**2018**

**ALEXANDRE DE MELO DANTAS**

**APRESENTAÇÃO DE UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA  
UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUINO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciado em Física.

**Área de concentração:** Ensino de Física.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dra. Ana Raquel  
Pereira de Ataíde.

Prof. Dr. Edvaldo de  
Oliveira Alves (*in memoriam*).

**CAMPINA GRANDE – PB**

**2018**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

D192a Dantas, Alexandre de Melo.  
Apresentação de uma proposta didática para o ensino de física utilizando a plataforma Arduino [manuscrito] / Alexandre de Melo Dantas. - 2018.  
60 p.  
Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2018.  
"Orientação : Profa. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde , Coordenação do Curso de Licenciatura em Física - CCTS."  
"Coorientação: Prof. Dr. Edvaldo de Oliveira Alves , Coordenação do Curso de Licenciatura em Física - CCTS."  
1. Ensino de física. 2. Proposta didática. 3. Plataforma Arduino. 4. Educação básica. I. Título

21. ed. CDD 372.8





**ALEXANDRE DE MELO DANTAS**

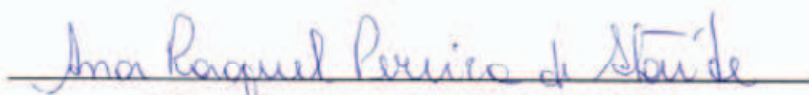
**APRESENTAÇÃO DE UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA  
UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUINO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciado em Física.

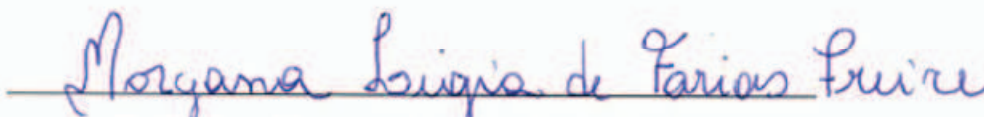
**Área de concentração:** Licenciatura em Física.

Aprovado em: 02 / 08 / 2018.

**BANCA EXAMINADORA**



Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Raquel (Orientadora)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof.<sup>a</sup> Dra. Morgana Lígia de Farias Freire  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Me. Gilson Aciole Rodrigues  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

A minha esposa, as minhas queridas filhas, a  
minha mãe e meus irmãos que colaboraram de  
uma forma ou de outra nesta etapa de minha vida,  
DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus

Agradeço a minha família, que muito me incentivou e apoiou a concluir este curso.

Agradeço ao professor Edvaldo (Mará), (*in memoriam*), por ter auxiliado na construção deste trabalho.

Agradeço a Professora Doutora Ana Raquel, por toda disposição, presteza e sugestões que possibilitaram a finalização deste trabalho.

A todos os professores do curso de Licenciatura em Física da UEPB que ao longo destes anos ampliaram meu conhecimento.

A todo corpo de funcionários da coordenação do curso e da UEPB, que sempre estavam à disposição no atendimento de nossas solicitações.

Aos meus colegas, que muitos foram e grandiosas foram as suas contribuições para meu aperfeiçoamento.



## RESUMO

O presente trabalho visa apresentar uma proposta didática para o ensino de física, a partir da construção de um kit didático utilizando a plataforma de sistemas embarcados Arduino para realização de ensaios em eletricidade e eletrônica, robótica e sistemas microcontrolados permitindo que os estudantes, que fazem parte do curso de Licenciatura em Física da UEPB, adquiram conhecimentos necessários para o uso das tecnologias de controle, automação e robótica mais recentes utilizadas atualmente nas salas de aula da educação básica e superior, além de permitir a realização de experiências no ensino de física.

**Palavras Chave:** kit didático, robótica, Arduino.

## **ABSTRACT**

The present work aims to present a didactic proposal for the teaching of physics, from the construction of a didactic kit using the platform of embedded systems Arduino for conducting tests in electricity and electronics, robotics and microcontrolled systems allowing students, who are part of the Licentiate course in Physics of the UEPB, acquire the necessary knowledge for the use of the most recent control, automation and robotics technologies currently used in the basic and higher education classrooms, in addition to allowing experiments in physics teaching.

**Key Words:** educational kit, robotics, Arduino.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estudo do movimento harmônico simples. ....	19
Figura 2: Transferência radiativa de calor .....	19
Figura 3: kit de baixo custo montado.....	20
Figura 4: Esquema de montagem do circuito elétrico.....	20
Figura 5: Esquemático completo .....	21
Figura 6: Montagem para o estudo da carga com chaveamento.....	22
Figura 7: Kits chassi/carro para Arduíno. ....	23
Figura 8: Montagem experimental completa. ....	24
Figura 9: Arduino UNO REV3. ....	26
Figura 10: IDE do Arduino.....	27
Figura 11: a) desenho da placa no software, b) desenho da placa em 3D .....	28
Figura 12: a) Placa de circuito após corrosão, b) Caixa em PVC do kit.....	29
Figura 13: Projeto finalizado.....	29
Figura 14: Módulo conjunto de chaves e botões .....	31
Figura 15: Display OLED e botão liga/desliga do módulo.....	31
Figura 16: Módulo do Arduino Nano.....	32
Figura 17: Módulo fonte e protoboard .....	32
Figura 18: Módulo de Led's .....	33
Figura 19: Módulo voltímetro amperímetro.....	33
Figura 20: Módulo acionamento a relé .....	33
Figura 21: Módulo de tensão alternada .....	34
Figura 22: Módulo potenciômetros .....	34
Figura 23: Módulo gerador de sinais .....	34
Figura 24: Fluxo de água em circuito hidráulico .....	36
Figura 25: Fluxo de corrente em um circuito elétrico .....	36
Figura 26: Fluxo de água em circuito hidráulico .....	37
Figura 27: Fluxo de corrente em um circuito elétrico .....	37
Figura 28: Circuito série .....	39
Figura 29: Medição das grandezas corrente e tensão.....	39
Figura 30: Circuito paralelo .....	40
Figura 31: Medição das grandezas corrente e tensão.....	41

Figura 32: Circuito misto .....	41
Figura 33: Medição das grandezas corrente e tensão .....	42
Figura 34: Circuito misto .....	43
Figura 35: Medição das grandezas corrente e tensão .....	43
Figura 36: Mapa conceitual .....	45
Figura 37: Modelo do arranjo experimental .....	46
Figura 38: Layout da placa do projeto .....	56
Figura 39: Placa de circuito após corrosão .....	56
Figura 40: Placa pronta para inserção dos componentes.....	57
Figura 41: Inserção dos componentes .....	57
Figura 42: Soldagem dos componentes .....	58
Figura 43: a) Inserção da fonte, b) Furação da case para prender a placa .....	58
Figura 44: a) Conexão elétrica entre fonte e placa, b) Fechamento do kit.....	59
Figura 45: a) Aplicação da massa plástica, b) Lixamento.....	59
Figura 46: Pintura do kit .....	60
Figura 47: Kit didático finalizado.....	60

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	12
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO .....	16
2.1. O USO DAS TECNOLOGIAS NO ENSINO DE FÍSICA .....	16
2.2. A ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA .....	18
2.3. O ARDUINO .....	25
3. METODOLOGIA.....	28
4. A PROPOSTA DIDÁTICA.....	30
4.1.PROTÓTIPO DO KIT DIDÁTICO .....	30
4.2. AS SEQUÊNCIAS DE DIDÁTICAS .....	35
SEQUÊNCIA DIDÁTICA 1 .....	35
SEQUÊNCIA DIDÁTICA 2 .....	44
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
REFERÊNCIAS .....	52
APENDICE A – Comparativo dos custos do Kit didático e de kits semelhantes .....	54
APENDICE B – Passo a passo para construção do projeto .....	56

## 1. INTRODUÇÃO

O interesse do homem pela tecnologia não é recente, desde os primórdios o homem tenta criar ferramentas, máquinas ou equipamentos que facilite a execução de atividades ou que aumente produtividade e lucro. Desde o período da revolução industrial a evolução tecnológica é inevitável, e esta evolução permitiu que a nossa sociedade experimentasse nestes últimos anos os impactos bons e ruins advindos da automação e da robótica.

Na educação não é diferente, recentemente as escolas da educação básica em todo Brasil estão inserindo cada vez mais a tecnologia em sala de aula, a exemplo da aquisição e implantação de kits de robótica educacional LEGO.

A inserção destas tecnologias em sala de aula é muito importante, pois possibilita aos estudantes uma melhor compreensão na utilização das atuais tecnologias que já fazem parte de sua rotina e são empregadas em seu convívio social, facilitando assim a compreensão de conteúdos relativos ao ensino fundamental e médio abordados em sala de aula pelo professor.

Hoje a inserção de tais tecnologias em sala de aula é verídica, entretanto, o maior desafio enfrentado pelo corpo docente é agregar tais tecnologias ao ensino, principalmente utilizando os saberes técnico-pedagógicos de forma interdisciplinar, não apenas explorando sua parte técnica.

Alguns acreditam que o uso das tecnologias apenas é voltado à parte técnica, em contraposição, a professora e pesquisadora, da área de educação da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Nuria Pons Vilardell Camas afirma: “— ligar, desligar, usar um software ou aplicativo. Entretanto, não será somente isso que o professor enfrentará na escola. E é no enfrentar, entendido como prática, que se deve pensar. E em preparar o professor” (CAMAS, 2014, p. 01).

Somente seria possível a integração das tecnologias à educação, se o professor dominasse tais tecnologias, possibilitando sua correta manipulação, a fim de obter sua funcionalidade na totalidade em sala de aula, em concordância com o conteúdo que esteja sendo exposto.

Para que isto ocorra é necessário que o professor constantemente se reinvente, se atualize, inove, se motive e se predisponha a utilizar estas tecnologias,

e também é necessário a sua devida atualização e capacitação pela instituição de ensino que o forma, com vista a proporcionar uma educação de qualidade. Diante disto Moran (2004) destaca que para uma educação de qualidade é imprescindível que os professores estejam bem preparados no que irá lecionar, precisam ser bem motivados e remunerados e também deverá ter uma formação pedagógica atualizada.

Portanto, a universidade, na perspectiva de também acompanhar as mudanças e as evoluções que são impostas ao ensino, deve elaborar estratégias de ensino que possibilitem a formação pedagógica de professores capazes de utilizar e integrar adequadamente as respectivas ferramentas tecnológicas em sala de aula.

Os termos eletrônicos, robótica, automação, são hoje em dia termos genéricos nas escolas particulares, e com uma menor incidência nas escolas públicas, isto em virtude dos avanços tecnológicos e científicos de nossa sociedade. As aproximações das matérias convencionais com estes temas agradam e despertam bastante interesse dos estudantes, entretanto esta ferramenta é o meio e não o fim do processo de ensino aprendizagem, e para que o alunado consiga aprender efetivamente o conteúdo com o uso destas novas tecnologias, é mais do que necessário que o professor, como mediador do processo de ensino aprendizagem, compreenda bem estas tecnologias e apresentem sequencias didáticas que propiciam a aprendizagem adequada.

Desta forma, é bastante pertinente que a universidade se adeque a realidade de ensinar, compartilhar estas tecnologias dentro de sua esfera, junto aos estudantes de graduação para que os graduandos sejam capazes de aplicar tais conhecimentos em sala, aprimorando o conteúdo de sua aula e ampliando o interesse de seus estudantes.

Dentre as tecnologias mais recentes, as mais usuais são robótica e microcontroladores. Silva (2012) deixa claro que a robótica é uma das áreas que mais se difunde e se destaca nos últimos anos, principalmente por estar inserida em diferentes setores da vida humana. Cada vez mais o segmento tecnológico sai do contexto dos filmes de ficção para fazer parte de aplicações reais na sociedade, seja em tarefas domésticas, industriais, médicas, militares e até em aplicações de exploração espacial a exemplo dos robôs exploradores de Marte.

Outra notável aplicação da robótica segundo Siebra e Lino (2010) é no campo educacional que se apresenta como recurso que auxilia no processo de ensino e aprendizagem, possibilitando o desenvolvimento do raciocínio lógico dos estudantes. Silva (2012) menciona também que o uso da robótica em sala de aula proporciona uma melhor assimilação de temas mais complexos como os conceitos de física e matemática, além de estimular a criatividade e cooperação entre os estudantes.

Pozzebon e Frigo (2013) destacam que a robótica é uma área que desperta bastante curiosidade e pode ser utilizada como ferramenta didática para auxiliar os professores no ensino dos conteúdos em sala de aula. Outro fator importante é que com a utilização da robótica as atividades desenvolvidas são mais produtivas quando realizadas em grupos de pessoas trabalhando em conjunto, com esta característica a robótica se destaca das demais disciplinas, pois além de juntar a teoria à prática, ainda é capaz de desenvolver nos estudantes conceitos como trabalho em equipe, autodesenvolvimento, capacidade de solucionar problemas, senso crítico, integração de disciplinas, exposição de pensamentos, criatividade, autonomia e responsabilidade. Logo a robótica configura-se como uma excelente ferramenta para exercitar a criatividade, estudar e praticar conceitos relacionados a diferentes disciplinas, tais como: Geometria: análise das formas geométricas; Física: conceito de movimento uniformemente variado, força resultante, normal, atrito, aceleração, aceleração da gravidade, conceitos de massa, peso, velocidade, espaço e tempo; Matemática: cálculo do intervalo de tempo, deslocamento e velocidade, trigonometria; Português: elaboração de relatórios e discussão do projeto; Informática: uso de programas de computador e navegadores para Internet.

Portanto a robótica auxilia no processo de ensino aprendizagem assim como a utilização de outras tecnologias utilizadas nos dias de hoje a exemplo dos microcontroladores em especial a placa de desenvolvimento Arduino, que auxilia aos usuários a construírem os mais diversos tipos de robôs e sistemas automatizados.

Quanto ao estímulo, é notável a atenção e interesse despertados nos estudantes de uma aula prática que trabalha os conceitos teóricos aprendidos em sala através de experimentos práticos, com isso o estudante é estimulado a desenvolver a sua inteligência, a sua criatividade e também a sua capacidade de compreender melhor o conteúdo que fora ministrado na teoria e foi complementado da prática.



Quanto aos fatores limitantes, Silva (2012) explica que para trabalhar a robótica em um ambiente educacional é necessário a aquisição de kits que existem em grande variedade no mercado, entretanto tais ferramentas são demasiadamente dispendiosas e portanto não estão ao alcance da maioria das escolas.

Também é apresentado por Miranda (2009), que a falta de qualificação do professor que irá trabalhar com a robótica, os elevados preços de aquisição dos kits e de qualificação de pessoal para trabalhar com os mesmos e a superlotação em sala de aula são fatores limitantes da robótica e proporcional a ineficácia da aula como ferramenta inovadora do processo de ensino/aprendizagem.

Nesse contexto, podemos perceber que a utilização da robótica e de tecnologias como a placa de desenvolvimento Arduino como ferramenta didática pode possibilitar um melhor aprendizado do estudante. Portanto, este trabalho motiva-se a construir um kit didático que utilize a placa de desenvolvimento Arduino e outros recursos extras para o curso de licenciatura em física com o objetivo de oferecer uma ferramenta, ou meio, que permita a construção de experimentos em física, seja de fácil utilização, possua alta confiabilidade nas medidas realizadas e que apresente um custo inferior em comparação aos os kits didáticos produzidos por empresas especializadas, permitindo aos estudantes do curso adquirir conhecimentos e desenvolver habilidades nas áreas de eletrônica, eletricidade, ótica, magnetismo, robótica e automação.

O desenvolvimento deste projeto também se justifica, pelo fato de estar em consonância com o Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Física, que em seus objetivos específicos afirmam que um dos objetivos do curso é “Abordar e tratar problemas novos e tradicionais, apoiado em conhecimentos sólidos de Física”, (UEPB, 2018). E ainda no Projeto Pedagógico do curso, dentre as competências, habilidades e atitudes desejadas, podemos citar que o curso almeja “utilizar os diversos recursos da informática, dispendo de noções de linguagem computacional” e também “Reconhecer as relações do desenvolvimento da Física com outras áreas do saber, tecnologias e instâncias sociais, especialmente contemporâneas”.

Este kit didático também se dedica a ser de custo inferior aos kit's disponibilizados no mercado por empresas especializadas no ramo, conforme ilustrado nas tabelas do Apêndice A, e apresentará recursos semelhantes e até melhores para a aplicação em aulas de Física.

## 2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

### 2.1. O USO DAS TECNOLOGIAS NO ENSINO DE FÍSICA

Hoje, no Brasil, é visível a inserção de computadores, internet, robótica, etc. nas salas de aula do ensino fundamental e médio, enfim, são diversos recursos tecnológicos que diariamente são inseridos em sala de aula, não por uma imposição descontrolada, mas, sim por um fluxo natural do que é experimentado e demandado pela sociedade atualmente. Mas o que é tecnologia segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais?

Fazendo referência aos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1998, p.135) as tecnologias da comunicação e informação são:

Tecnologias da comunicação e informação: diz respeito aos recursos tecnológicos que permitem o trânsito de informações, que podem ser os diferentes meios de comunicação (jornalismo impresso, rádio e televisão), os livros, os computadores etc. Apenas uma parte diz respeito a meios eletrônicos, que surgiram no final do século XIX e que se tornaram publicamente reconhecidos no início do século XX, com as primeiras transmissões radiofônicas e de televisão, na década de 20. Os meios eletrônicos incluem as tecnologias mais tradicionais, como rádio, televisão, gravação de áudio e vídeo, além de sistemas multimídias, redes telemáticas, robótica e outros.

Quanto da aplicação de tais tecnologias no ensino de física, os PCN's (Brasil, 2016, p.59) compreendem que o ensino de física deve contemplar:

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos.

Portanto, a tecnologia, a robótica, internet, dentre outros recursos tecnológicos devem sim fazer parte das competências a serem ensinadas aos estudantes. Pois conforme os PCN's:

Não basta visar à capacitação dos estudantes para futuras habilitações em termos das especializações tradicionais, mas antes trata-se de ter em vista a formação dos estudantes em termos de sua capacitação para a aquisição e o desenvolvimento de novas competências, em função de novos saberes que se produzem e demandam um novo tipo de profissional, preparado para poder lidar com novas tecnologias e linguagens, capaz de responder a novos ritmos e processos. (Brasil, 1998, p.44).

Se no ensino médio e fundamental faz-se necessário a inserção destas tecnologias em sala de aula, é mais do que fundamental que o professor, como intermediário do processo de ensino aprendizagem, tenha não somente o conhecimento, mas também a plena capacidade de interagir com tais tecnologias para a adequada produção de propostas de ensino que influenciem positivamente no aprendizado do estudante. Pois conforme é dito nos PCN's (Brasil, 1998, p.139):

O maior problema não diz respeito à falta de acesso a informações ou às próprias tecnologias que permitem o acesso, e sim à pouca capacidade crítica e procedimental para lidar com a variedade e quantidade de informações e recursos tecnológicos. Conhecer e saber usar as novas tecnologias implica a aprendizagem de procedimentos para utilizá-las e, principalmente, de habilidades relacionadas ao tratamento da informação. Ou seja, aprender a localizar, selecionar, julgar a pertinência, procedência, utilidade, assim como capacidade para criar e comunicar-se por esses meios. A escola tem importante papel a cumprir na sociedade, ensinando os alunos a se relacionar de maneira seletiva e crítica com o universo de informações a que têm acesso no seu cotidiano.

É mais do que compreensível que por si só um robô ou um recurso tecnológico não é o próprio objeto de aprendizagem, ou seja, não é o fim, mas sim um meio que interdisciplinarize um contexto proporcionando ao professor uma facilitação na aplicação de uma proposta de ensino específica proporcionando um aprendizado adequado da situação de aprendizagem. Quanto a isto os PCN's afirmam que (Brasil, 1998, p. 155):

A discussão sobre a incorporação das novas tecnologias na prática de sala de aula é muitas vezes acompanhada pela crença de que elas podem substituir os professores em muitas circunstâncias. A tecnologia traz inúmeras contribuições para a atividade de ensino e para os processos de aprendizagem dos alunos, mas não substitui o professor e, muito menos, os processos criativos do próprio estudante, na produção de conhecimento. O professor continua sendo quem planeja e desenvolve situações de ensino a partir do conhecimento que possui sobre o conteúdo, sobre os processos de aprendizagem, sobre a didática das disciplinas e sobre a potencialidade da ferramenta tecnológica como um recurso para a aprendizagem.

Diante do que foi exposto o emprego da robótica, microcontroladores e Arduino no ensino, logicamente quando se tem domínio do assunto, traz grandes benefícios para o processo de ensino e aprendizagem, logo, se justifica o desenvolvimento de um kit didático utilizando-se da ferramenta Arduino que aborde os conceitos mais utilizados no ensino de Física por intermédio de experimentos e sequências didáticas, permitindo que os licenciandos do curso de Física possam ampliar seus conhecimentos com a compreensão e utilização de recursos tecnológicos mais

empregados nas escolas de ensino médio e fundamental, e possibilitando que o mesmo consiga atuar em seu ambiente de trabalho de forma adequada, clara e objetiva, permitindo assim a construção do conhecimento por seus estudantes.

## 2.2. A ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA

Souza, et al, (2011), apresenta o Arduino como uma opção de baixo custo para realização de experiências de física. O autor afirma que existe uma infinidade de placas de aquisição de dados dos mais diferentes custos, entretanto o maior entrave que os professores de ensino médio encontram na utilização desta tecnologia em experiências de física vão desde o desconhecimento da tecnologia, a pouca disponibilidade, altos custos, devido a maioria serem produtos importados. Entretanto a placa de desenvolvimento Arduino possui hardware e software *open source*, ou seja, no site do desenvolvedor, é possível baixar o diagrama elétrico da placa para ser confeccionada e até comercializada por qualquer indivíduo sem a necessidade de pagar ao desenvolvedor, e também a IDE, ou software, é disponibilizado de forma gratuita, sem necessidade de compra de licença.

Além do mais esta placa de aquisição de dados possui uma grande flexibilidade na montagem de circuitos experimentais, pois independem de fontes de alimentação, bastando conectar os sensores e programar para sua utilização.

Portanto esta placa é uma excelente opção para utilização em experiências de física, em especial, os autores citam os respectivos experimentos: Oscilador harmônico simples; ilustrado na Figura 1 e Transferência radiativa de calor, ilustrado na Figura 2 respectivamente.

De acordo com os autores as possibilidades da utilização desta placa de aquisição de dados são ilimitadas. Em conformidade, concordo com a afirmação dos autores, ainda mais que atualmente existem uma gama de sensores e atuadores que apoiam o Arduino para realização de experiências em aquisição de dados e física, com um custo final extremamente baixo, o que permite a utilização não somente pelo professor, mas também por todos os estudantes.

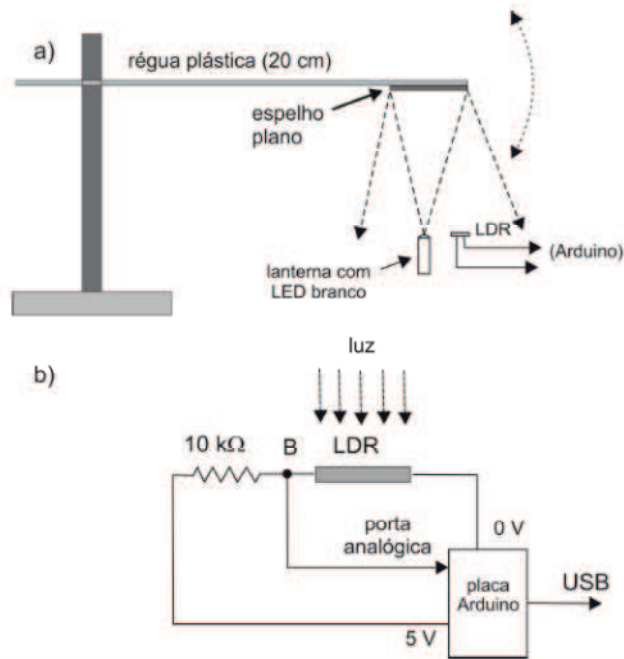


Figura 1: Estudo do movimento harmônico simples.

Fonte: (Souza, et al, 2011).

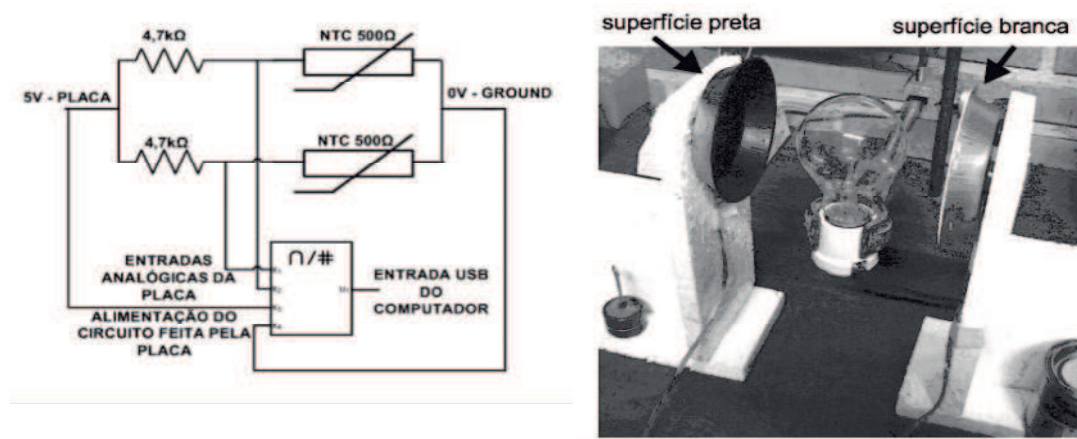


Figura 2: Transferência radiativa de calor

Fonte: (Souza, et al, 2011).

Em Silva (2012), é discutido que os kits de robótica educacional, como ferramenta didática, oferecem diversas vantagens para o aprendizado dos estudantes para assimilação de novos conhecimentos e também da lógica de programação. Entretanto o autor afirma que tais kits não estão ao alcance de todas as instituições e muito menos ao alcance dos estudantes, por se tratar de equipamentos demasiadamente dispendiosos. E como solução tecnológica viável e

compatível, foi desenvolvido um kit educacional na plataforma de desenvolvimento de sistemas embarcados Arduino, que é de baixo custo e oferece o mesmo recurso educacional que o kit de Robótica Educacional Lego. Está ilustrado na Figura 3 o respectivo protótipo do kit.

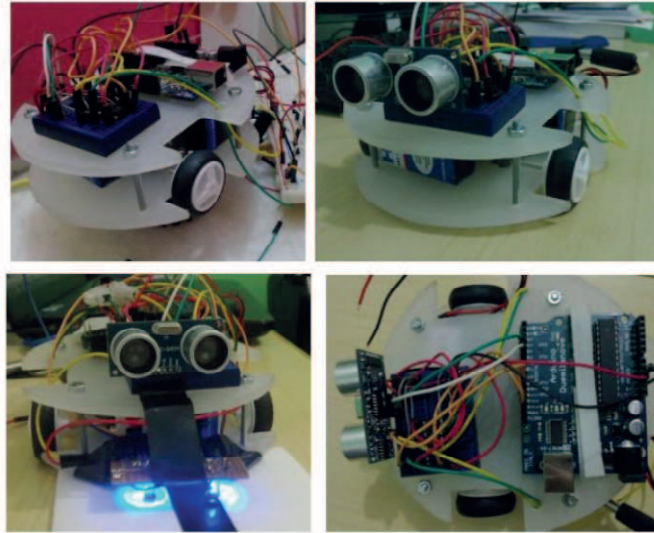


Figura 3: kit de baixo custo montado

Fonte: (Silva, 2012)

Em Roberto (2014), se propõe a utilização do Arduino em uma situação de aprendizagem que consiste de uma atividade com um circuito de três LEDs coloridos que terão a intensidade de cada cor variada de acordo com a interação do estudante com a programação apresentada. A partir do circuito montado o estudante será capaz de testar a mistura da cor-luz e a sua interação com objetos de outras cores. O circuito a ser montado está ilustrado na Figura 4.

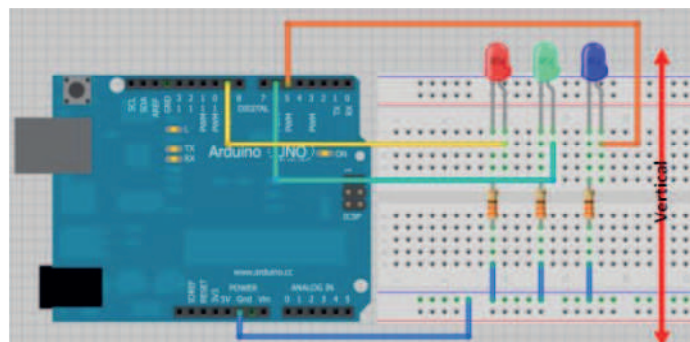


Figura 4: Esquema de montagem do circuito elétrico

Fonte: (Roberto, 2014)

A atividade proposta é bastante completa no sentido didático, pois inicialmente a percepção e curiosidade dos estudantes é aguçada por intermédio de perguntas relativa ao tema luz e cor, que inicialmente não serão respondidas, a seguir é aplicado um pré-teste, a seguir os estudantes seguem um roteiro, que orienta os estudantes a conduzirem a realização do experimento. Após realização dos experimentos é feito um pós-teste, que é o mesmo teste aplicado inicialmente, desta forma, é possível comparar a evolução de cada estjdante em conseguir responder as questões pós-experimento. Por fim o professor poderá esclarecer alguns conceitos não entendidos, comentar os erros do experimento, entre outros.

Esta aplicação, apesar de não ser um kit didático e de utilizar um circuito não tão elaborado, a respectiva proposta apresentada pelos autores possui uma grande fundamentação didática.

Em Neto (2010) é desenvolvido um sistema para medir os valores de intensidade de campo magnético utilizando a placa de desenvolvimento Arduino. O sistema é composto de um sensor de Efeito Hall acoplado a um trilho, e também um motor de passos que é responsável por deslocar o sensor milimetricamente neste trilho sobre o campo magnético do solenoide. Na Figura 5 está ilustrado o diagrama do sistema.

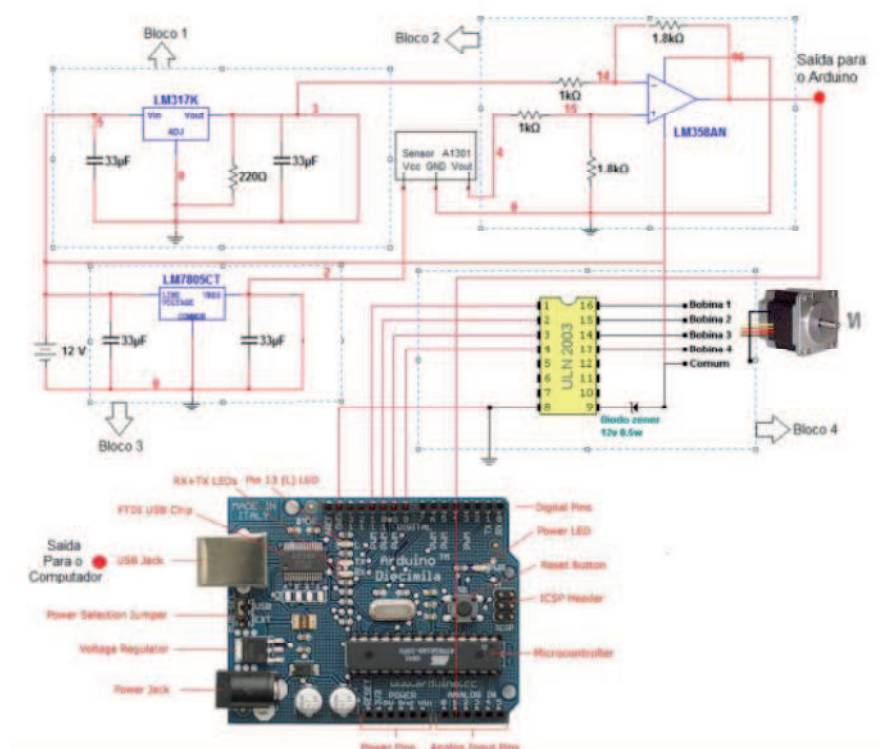


Figura 5: Esquemático completo

Fonte: (Neto, 2010)

O Arduino varia o deslocamento do sensor sobre o campo magnético através do controle preciso do motor, a leitura dos dados advindos do sensor são coletados e enviados ao computador para levantamento de curvas para auxiliar o ensino de eletromagnetismo.

Em Cavalcante, et al, (2011) são apresentados os diferentes modos de operar o Arduino para funcionar como uma interface alternativa na aquisição e automação de dados em atividades experimentais de física. E neste estudo foi utilizado como aplicação o estudo de carga e descarga de um capacitor. Neste trabalho é apresentado que é possível incorporar o Arduino em montagens tradicionais utilizadas nos laboratórios didáticos de física mostrando que a inserção da plataforma de desenvolvimento nos experimentos melhora a precisão dos resultados e reduz o tempo de coleta dos dados além de possibilitar a apresentação dos resultados em forma de gráfico, proporcionando também um maior dinamismo do processo, aguçando a curiosidade do estudante e torna as aulas inovadoras e desafiadoras. Na Figura 6 é ilustrada a montagem do experimento.

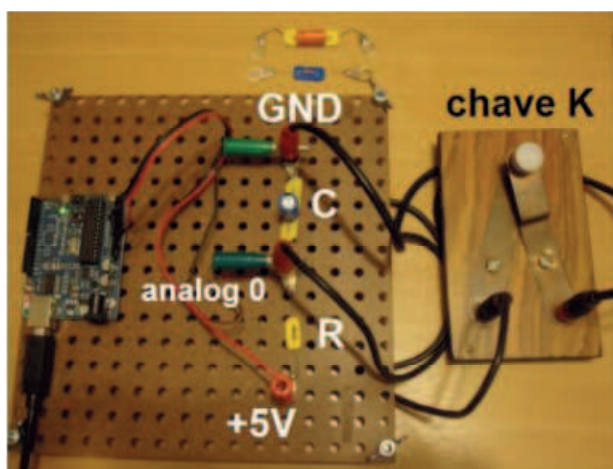


Figura 6: Montagem para o estudo da carga com chaveamento

Fonte: (Cavalcante, et al, 2011)

Por sua vez Vazzi (2017), apresenta um kit robótico para abordar conceitos e princípios do Movimento Uniforme” um experimento que tinha o objetivo de construir um carrinho robótico controlado pela plataforma de desenvolvimento Arduino para investigar como princípios da Robótica Educacional podem ser utilizados como recursos na compreensão e resolução de problemas sobre o tópico “Movimento”



dentro da disciplina de Física no Ensino Médio. Na Figura 7 está ilustrado o protótipo.

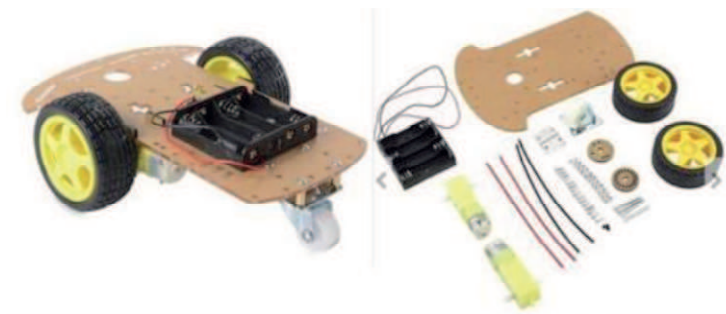


Figura 7: Kits chassi/carro para Arduino.

Fonte: (Vazzi, 2017).

Após a realização da pesquisa foi verificado que

“os recursos e metodologias adotados podem auxiliar o professor e contribuir para o processo de ensino e aprendizagem, entretanto, não é a inserção da tecnologia, por si, o elemento fundamental que altera as condições de aprendizagem e sim de saber aproveitar as características que esses recursos possuem para fazer o aluno acreditar na legitimidade dos conteúdos escolares e envolver-se na construção do seu conhecimento (...) Neste sentido, as atividades propostas através dos RA’s nesta pesquisa propiciam ao aluno a autonomia necessária para que ele se sinta pertencente à própria atividade pois não há cobrança de se realizar ou entregar os RA’s totalmente preenchidos ou resolvidos. O aluno pode simplesmente “pular” os cálculos e “ir direto” à parte prática, que foi o que aconteceu em alguns momentos. Desta forma podemos também afirmar, baseado na persistência de alguns alunos que simplesmente foram direto para a parte prática, que eles se sentiam confiantes e “competentes” o suficientes para prosseguir os trabalhos sem a realização sequencial dos RA’s.”

Neste trabalho é esclarecido que a aplicação de robótica nas situações de aprendizagem não é o fim para a devida aprendizagem efetiva, entretanto é um meio, que se bem utilizado poderá sim proporcionar um melhor resultado na aprendizagem além de trazer confiança e competência aos estudantes.

Em Carvalho e Amorim (2014), é apresentado um protótipo utilizando a placa de desenvolvimento Arduino e sensores para o estudo da maré atmosférica, e ressalta que o professor de física do ensino médio poderá apresentar para seus estudantes as oscilações barométricas, comprovando que se trata de um efeito fundamentalmente de origem térmica devido ao aquecimento da atmosfera produzido pela radiação solar. Neste mesmo trabalho é realizada uma comparação entre a maré atmosférica e o efeito gravitacional da maré oceânica, e destaca as

diferenças entre os dois fenômenos. Na Figura 8 está ilustrado o protótipo do trabalho.



Figura 8: Montagem experimental completa.

Fonte: (Carvalho e Amorim, 2014)

Esta proposta está fundamentada no desenvolvimento de uma atividade investigativa, portanto os estudantes não tiveram acesso a montagem, programação e utilização da plataforma de desenvolvimento, pois o foco dos estudantes era voltado para a compreensão de fenômenos e para a tentativa de construção de modelos físicos para explicar os fenômenos investigados.

O Arduino também é foco dos estudos de Sluzala (2017), que tem o objetivo de reunir produções acadêmicas que utilizem a plataforma de desenvolvimento Arduino na disciplina de Física no ensino médio, e diante das informações coletadas estudar o cenário.

O autor coletou vinte e oito publicações que dentre estas, quatorze utilizam o Arduino para a automação e coleta de dados do processo, entretanto o aluno não tinha acesso a construção e programação. Outras onze, traziam propostas que o Arduino era utilizado como ferramenta mediadora no ensino de física, e nestes casos o Arduino era manipulado pelos estudantes. Por fim, treze publicações foram trabalhos aplicados nas escolas e relatavam o como como as atividades foram desenvolvidas. A partir do que foi coletado por Sluzala (2017, p. 80), o autor conclui que:

“o Arduino pode ser não somente um instrumento, mas o próprio objeto de estudo dos estudantes, de modo que o professor pode pensar em atividades didático-pedagógicas nas quais o aluno manipula a placa de prototipagem e outros componentes eletrônicos para resolver uma situação-problema cuja solução envolve conceitos de Física (...) absolutamente todos os trabalhos relatados aqui partem da defesa de que os kits de experimentos de física são muito caros para a realidade do país de origem das publicações e a utilização do Arduino promove uma atividade

interessante, mas com o custo bem mais acessível (...) a placa microcontroladora Arduino se mostra uma boa aliada na inserção das TICs na Educação e da própria atividade experimental na grade de Física”.

Diante do que foi exposto, pode-se notar que todos autores dos trabalhos apresentados consideram que a utilização do Arduino em experimentos de física aliados a robótica, tem contribuído para o processo de ensino e aprendizagem e possibilita a construção de experimentos de baixo custo utilizando uma plataforma de desenvolvimento de fácil utilização, além de promover a ampliação dos conhecimentos dos estudantes nas áreas da eletrônica, programação e robótica. Entretanto, tais experimentos construídos abordam apenas um conceito pontual, ou seja, não se trata de um kit didático que seja capaz de abordar diferentes conceitos como luz, temperatura, força, velocidade, eletricidade, magnetismo, etc., ao mesmo tempo.

### 2.3. O ARDUINO

Com o advento das novas tecnologias que permitiram o crescente desenvolvimento de inovações tecnológicas, permitiram o surgimento da robótica educacional, que hoje em dia, é um mercado crescente e bastante disputado por empresas que concorrem entre si buscando espaço no mercado para vender seus kit's didáticos, simuladores, kit's de robótica, plataformas de programação, etc.

Como todos os kit's disponíveis no mercado apresentam um preço um tanto quanto elevado, a sua utilização na educação está restrita as escolas com maior poder aquisitivo, e, portanto excludente pois muitos não terão acesso a tais tecnologias. Mas o surgimento dos Microcontroladores em especial as plataformas de programação e automação, a exemplo do Arduino, possibilitou o acesso dessa tecnologia a vários estudantes e professores, antes excluídos, em virtude do baixo custo e a grande facilidade de compra da placa no mercado nacional.

Desde o surgimento da placa de desenvolvimento Arduino no ano de 2005 no Instituto de Design de Interação Ivrea, tem sido crescente o desenvolvimento de experiências em eletrônica, robótica e automação, a prova é que existe uma diversidade de sites, blogs, vídeos que tratam do assunto. Com a evolução e melhoramentos e divulgação desta placa a sua utilização se estendeu para outras áreas de conhecimento. Nos últimos anos, também tem sido largamente utilizado na

realização de experiências didáticas em física, principalmente por estudantes, mas também por professores. Como diria um dos desenvolvedores do Arduino, Massimo Banzi: “Você não precisa mais da permissão de alguém para fazer algo incrível” (Banzi, 2012), e o Arduino tem proporcionado isto.

Segundo o site dos desenvolvedores (Arduino, 2005), o Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto apoiado em um hardware e um software fáceis de serem utilizados. As placas Arduino são capazes de ler entradas e através de uma lógica de controle, programa, é possível acionar uma ou várias saídas ou realizar uma tarefa específica.

McRoberts (2011), define o Arduino como um pequeno computador que se pode programar para processar as entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele. Ainda segundo o autor o Arduino é considerado como uma plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e software. A seguir a placa de desenvolvimento Arduino está ilustrada na Figura 9.

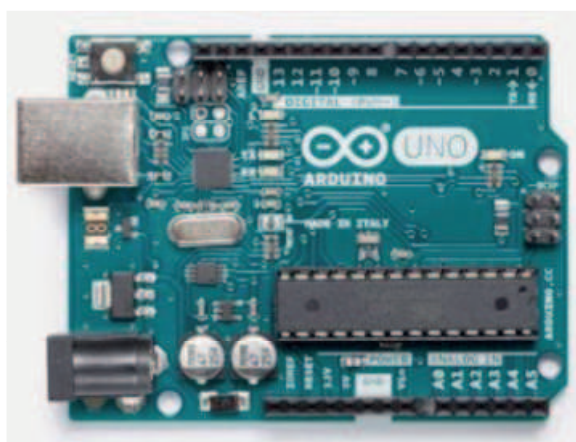


Figura 9: Arduino UNO REV3.

Fonte: [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)

Uma grande vantagem desta plataforma de desenvolvimento de sistemas embarcados e que por ser de código aberto, ou seja, qualquer um pode entrar no site do desenvolvedor, baixar o desenho da placa e fabricá-la, sem pagar *Royalties* ao desenvolvedor, tornou esta tecnologia de baixo custo.

Outra grande vantagem é de que o software de programação também é livre e, portanto, poderá ser utilizado gratuitamente. Outra grande vantagem é a

confiabilidade do dispositivo, o Arduino pode ser utilizado em projetos simples, amadores, como também em projetos de nível profissional.

Segundo o site do desenvolvedor, esta plataforma é programada com linguagem orientada a objetos C++, e a IDE do software de programação está presente no mesmo site e disponível para todos os tipos de sistemas operacionais. A IDE do Arduino está ilustrada na Figura 10.

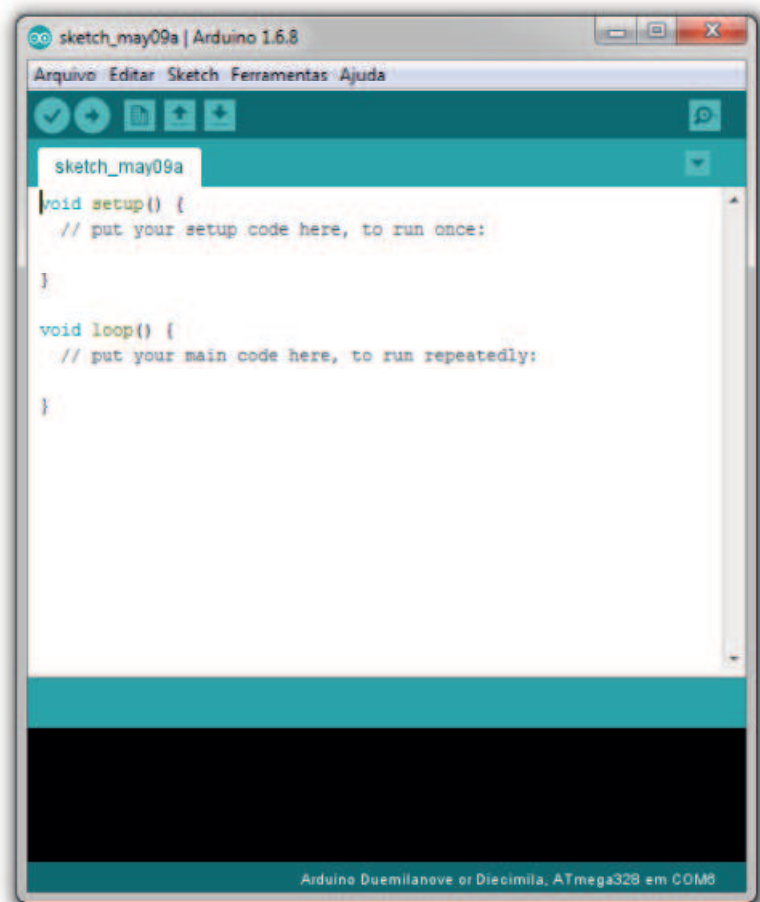


Figura 10: IDE do Arduino.

Fonte: [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)

Portanto é mais do que viável utilizar esta plataforma de desenvolvimento para realizar o controle dos sistemas de robótica e eletrônica analógica/digital do kit didático que será desenvolvido neste trabalho.

### 3. METODOLOGIA

Para elaboração desta proposta didática inicialmente foram realizadas algumas reuniões com o orientador. Após definição da proposta deu-se início ao levantamento bibliográfico com o objetivo de verificar a existência de propostas semelhantes e de justificar o respectivo trabalho.

Em paralelo com as orientações foi realizado a confecção do kit didático, o qual tem suas etapas de montagem expostas no APENDICE B. Inicialmente foi necessário fazer uma construção de uma placa de circuito impresso que fosse capaz de reunir os recursos desejados. A eletrônica da placa foi elaborada em um programa de desenvolvimento de placas de circuitos. Na Figura 11, está ilustrada a respectiva placa desenhada em software dedicado.

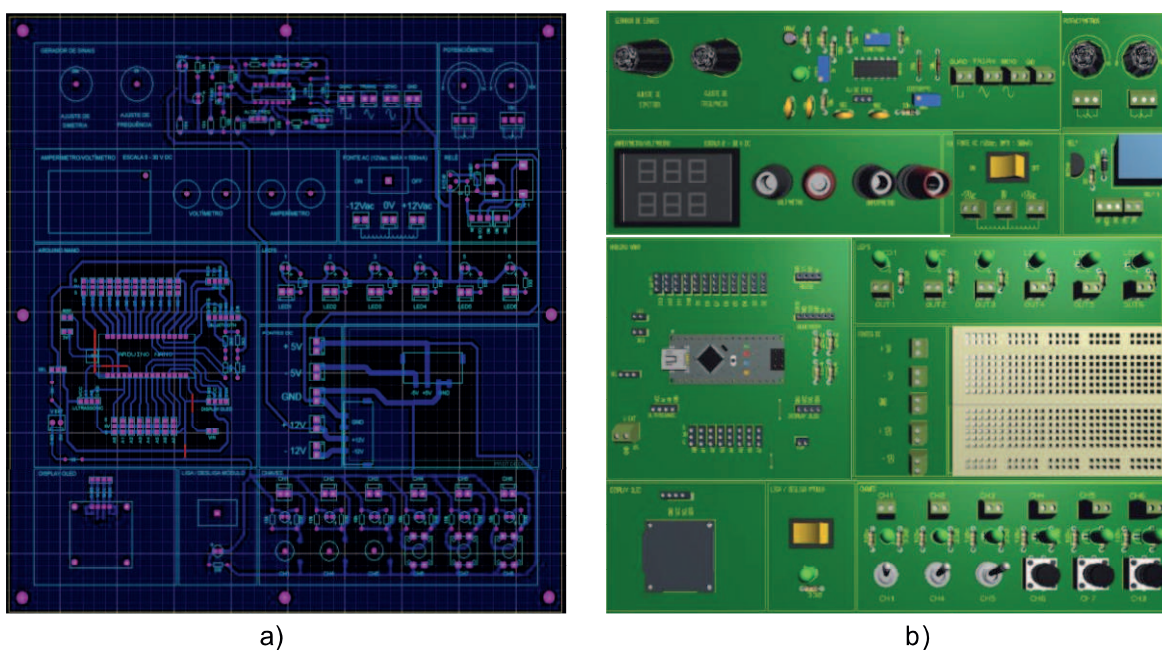
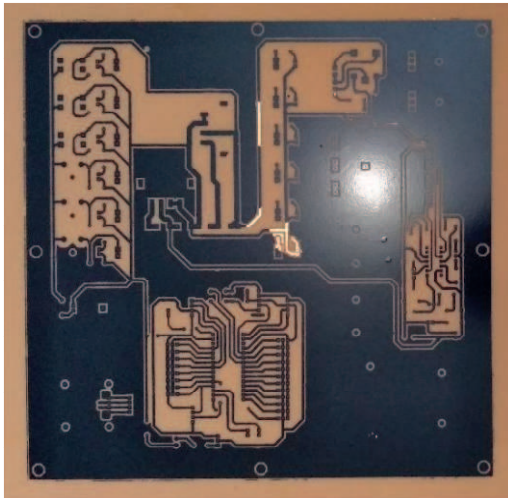


Figura 11: a) desenho da placa no software, b) desenho da placa em 3D

Fonte: Autor

A seguir com o desenho em mãos foi impresso na serigrafia em uma placa de fenolite cobreada, e após impressão foi realizada a corrosão da respectiva placa. Para afixar a placa e dar forma ao projeto, foi confeccionado uma caixa a partir de folhas de PVC. Na Figura 12 está ilustrado o desenho do circuito impresso transferido para placa e também a caixa em PVC do respectivo kit didático.



a)



b)

Figura 12: a) Placa de circuito após corrosão, b) Caixa em PVC do kit.

Fonte: Autor

Por fim, a placa de fenolite recebeu um acabamento em sua superfície para identificação, os componentes foram soldados na placa, a fonte do projeto e a placa, já finalizada, foram fixadas à caixa de PVC resultando no desenho ilustrado na Figura 13.



Figura 13: Projeto finalizado

Fonte: Autor

Após completa montagem, foram realizados uma diversidade de testes de cada módulo do kit didático com o objetivo de verificar que o dispositivo está funcionando adequadamente e foram criadas as respectivas sequências didáticas para testificar a funcionalidade do mesmo.

## **4. A PROPOSTA DIDÁTICA**

### **4.1. PROTÓTIPO DO KIT DIDÁTICO**

O kit didático ao qual este trabalho se propõe realizar é composto de componentes, sensores, a placa de desenvolvimento Arduino e outros recursos tais que possibilitem a construção de experiências, a partir de sequências didáticas pré-estabelecidas, voltadas para o ensino de física nos temas: Cinemática, Dinâmica, Termodinâmica, Ótica, Eletricidade e Magnetismo.

Em todos estes campos de estudo da física, para medir grandezas como temperatura, força, campo magnético, corrente elétrica, etc., são necessários diferentes tipos de sensores e também é necessário um sistema microcontrolado que seja capaz de capturar e tratar dos dados, obtidos dos sensores, para uma posterior análise. Portanto surgiu a necessidade de construir um kit didático que possua uma unidade de controle, neste caso o Arduino UNO, e que tenha a possibilidade de conectar diferentes tipos de sensores ao nosso microcontrolador de tal forma a possibilitar o desenvolvimento das atividades.

A proposta do kit didático é permitir montagem de experimentos inteligentes que se utilize de sensores e microcontroladores e também de eletrônica analógica e digital como suporte para medição de grandezas físicas, permitindo realizar a análise dos dados obtidos, também é possível realizar estudos simples em robótica e em programação de microcontroladores, permitindo assim que os estudantes tenham conhecimento das atuais tecnologias emergentes.

Como o respectivo kit possibilita a conexão de diversos sensores e atuadores é possível construir os mais diversos tipos de experimentos em física, possibilitando assim a elaboração de várias propostas de ensino. Entretanto este trabalho se resume a apresentar uma sequência didática no ensino de física, apresentando a viabilidade de utilização do kit didático.

Entretanto vale a pena ressaltar que o kit didático é apenas uma ferramenta para estimular, facilitar e possibilitar, apoiar a prática docente no ensino de física na construção de experimentos em física, e não um produto pedagógico. A sequência didática a ser elaborada pelo professor é o produto pedagógico que possibilita a construção do conhecimento.



O kit didático possui diferentes módulos e cada um tem uma respectiva função. Na Figura 14 está ilustrado as chaves CH1, CH2 e CH3 que são chaves liga/desliga que são utilizadas para ligar ou desligar algum circuito elétrico a ser montado no kit. Também existem os botões de impulso CH4, CH5 e CH6 que são utilizados para conectar ao Arduino ou a um circuito montado em placa. A saída de tensão de cada botão ou chave é de 5Vdc e quando algum deles é acionado um led acende para mostrar sua respectiva ativação.

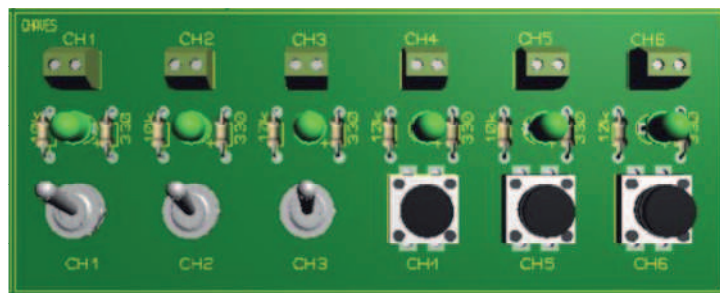


Figura 14: Módulo conjunto de chaves e botões

Fonte: Autor

Na Figura 15 está ilustrado o display OLED para exibição de recursos a partir de programação no Arduino. Na mesma figura tem um botão para ligar/desligar o módulo e também tem um led para indicar que o módulo está ligado ou desligado.

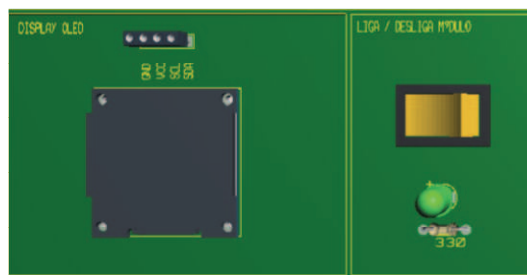


Figura 15: Display OLED e botão liga/desliga do módulo

Fonte: Autor

O cérebro do kit didático é apresentado na Figura 16, o Arduino Nano. Junto a ele estão conexões de engate rápido, onde podemos conectar um sensor analógico, digital, display, motores, entre outros sensores e atuadores. Após conexão dos elementos basta programá-lo para executar o processo desejado. As portas

analógicas alimentam e recebem sensores que atuam com uma tensão máxima de 5Vdc. Já as entradas digitais recebem sensores que trabalham com 5Vdc, mas pode alimentar cargas com uma alimentação externa superior a 5Vdc.

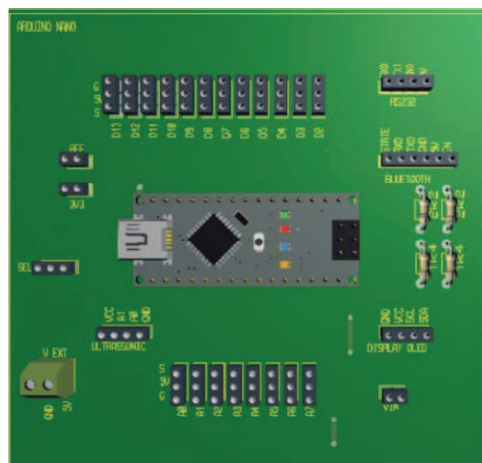


Figura 16: Módulo do Arduino Nano

Fonte: Autor

O módulo de alimentação dos circuitos além de um protoboard auxiliar para realizar a montagem de circuitos externos estão ilustrados na Figura 17. As tensões de alimentação disponíveis neste módulo são: +5Vdc, -5Vdc, GND, +12Vdc e -12Vdc. Os níveis de tensão +5Vdc e +12Vdc podem fornecer uma corrente de até 1A, enquanto que os níveis -5Vdc e -12Vdc podem fornecer uma corrente de até 0,5A.

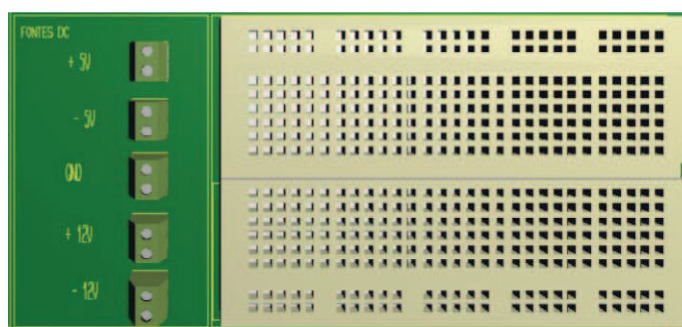


Figura 17: Módulo fonte e protoboard

Fonte: Autor

Na Figura 18 é apresentado um conjunto de led's que servem de sinalizadores para indicar o acionamento de uma carga ou de um circuito montado em protoboard

ou também serve para indicar que uma saída do Arduino está sendo acionada mediante programação. Cada led funciona com uma tensão de 5Vdc.



Figura 18: Módulo de Led's

Fonte: Autor

Para realizar a medição das grandezas tensão e corrente contínua, também foi acrescentado um módulo voltímetro e amperímetro que está ilustrado na Figura 19, podendo medir tensões de até 30Vdc e correntes de até 10A.



Figura 19: Módulo voltímetro amperímetro

Fonte: Autor

Também foi acrescentado um módulo de acionamento a relé, ilustrado na Figura 20, para ligar ou desligar cargas de alta potência com isolamento elétrico. É possível ligar cargas contínuas ou alternadas que consumam até no máximo 220Vdc e 220Vac com uma corrente máxima de 10A.

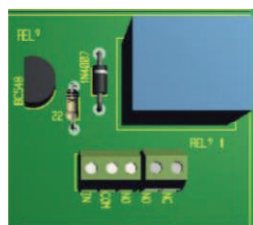


Figura 20: Módulo acionamento a relé

Fonte: Autor

Também foi acrescentado ao kit didático um módulo com tensão alternada conforme Figura 21. Este módulo pode fornecer uma tensão alternada de até +12Vac e +12Vac com uma corrente máxima de 500mA.

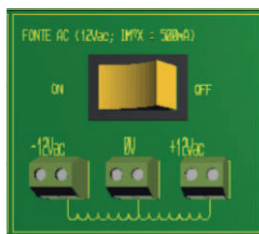


Figura 21: Módulo de tensão alternada  
Fonte: Autor

Com o objetivo de montar circuitos com resistências variáveis também foi acrescentado potenciômetros que estão ilustrados na Figura 22. Os valores dos potenciômetros são de 1K $\Omega$  e 10K $\Omega$ .



Figura 22: Módulo potenciômetros  
Fonte: Autor

Por fim, mas não menos importante, foi acrescentado um módulo gerador de sinais, capaz de gerar sinais quadrados, triangulares e senoidais para serem utilizados em circuitos que necessitem de sinal variável no tempo.

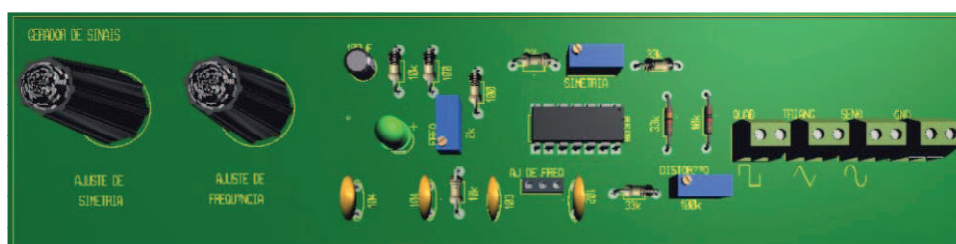


Figura 23: Módulo gerador de sinais  
Fonte: Autor

## 4.2. AS SEQUÊNCIAS DE DIDÁTICAS

### SEQUÊNCIA DIDÁTICA 1

**Tema:** Compreendendo conceitos dos circuitos de corrente contínua

**Número de aulas:** 4 aulas

**Objetivos:**

- Como analisar circuitos com cargas em série e em paralelo;
- Como usar o amperímetro e o voltímetro;
- Compreender conceitos que podem ser aplicados a qualquer circuito com mais de uma malha.

**Conteúdos:**

- Circuitos de corrente contínua;
- Circuito série e paralelo;
- Lei de Ohm.

**Público alvo:** Graduandos do Curso de Licenciatura em Física

**Atividade:**

Inicialmente, serão apresentadas as Figuras 24, 25, 26 e 27, e através de uma abordagem investigativa realizada a partir de questionamentos feitos pelo professor. Estes questionamentos são propostos com o objetivo de levantar discussões e obter resposta que levem o estudante a perceber a semelhança entre o fluxo de água em um circuito hidráulico e o fluxo de corrente em um circuito elétrico.

As discussões serão conduzidas de forma a construir conceitos relacionados a circuitos de corrente contínua, compreendendo as grandezas existentes, corrente, tensão e resistência e também compreender como estas grandezas se comportam e se relacionam em circuitos série e circuitos paralelos.

A seguir será realizada uma série de experimentos, utilizando o kit didático, presente na Atividade Proposta 1, com o objetivo de levantar questionamentos que

servam de subsídio para responder com veracidade aos questionamentos realizados na Atividade de Apresentação.

Por fim será realizada uma atividade de intervenção, onde será aplicada uma atividade escrita de cunho avaliativo compreendendo os conceitos discutidos durante a realização da atividade proposta.

Atividade de Apresentação:

Questionamento 1: Analisando as imagens abaixo existe algum tipo de analogia entre as Figuras 24 e 25 bem como as Figuras 26 e 27?

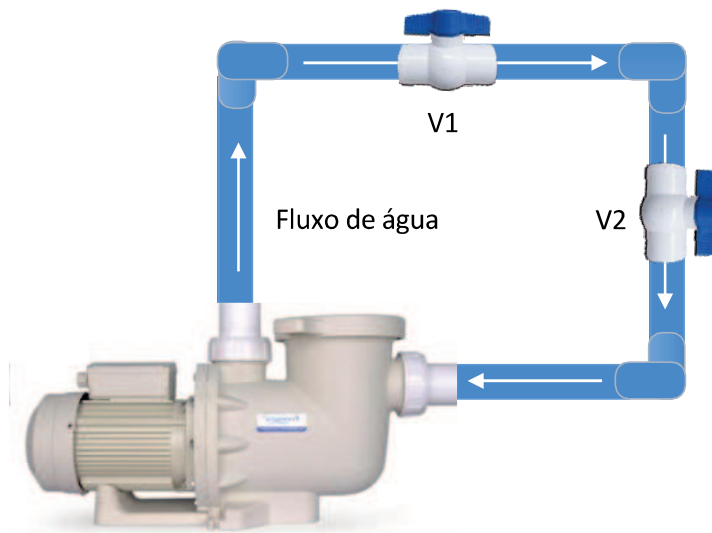


Figura 24: Fluxo de água em circuito hidráulico

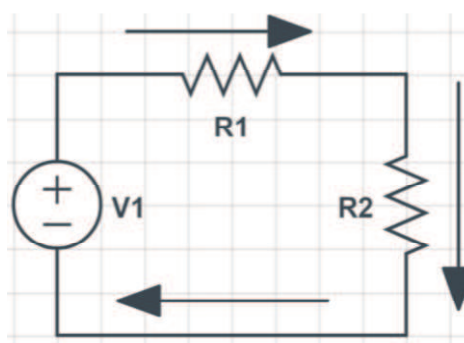


Figura 25: Fluxo de corrente em um circuito elétrico

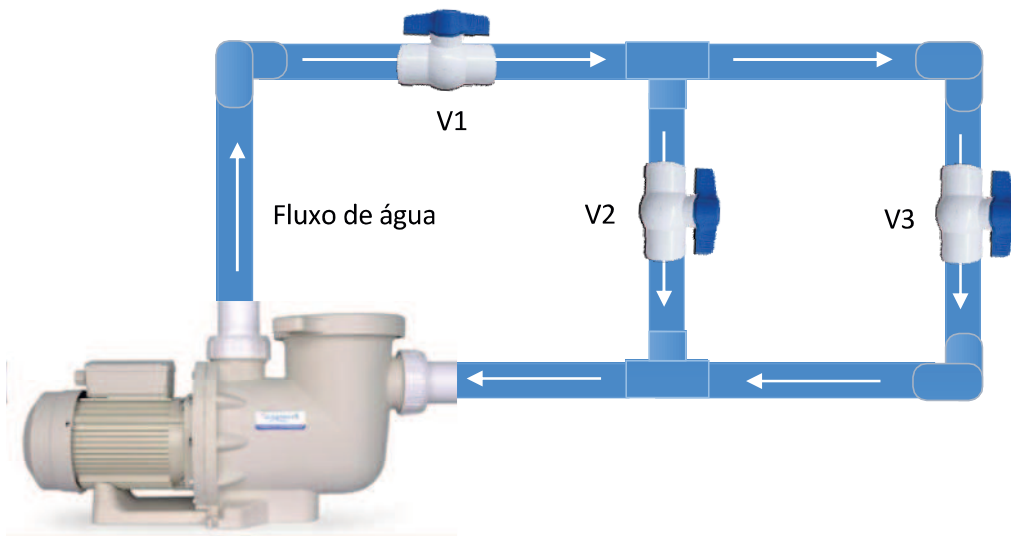


Figura 26: Fluxo de água em circuito hidráulico

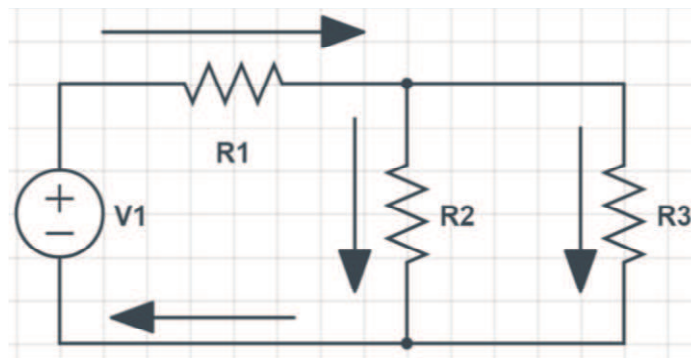


Figura 27: Fluxo de corrente em um circuito elétrico

Questionamento 2: Quais são as grandezas que existem nos circuitos hidráulico e elétrico ilustrado nas Figuras 24 e 26 e 25 e 27 respectivamente?

Questionamento 3: Quais grandezas do circuito hidráulico se relaciona com as grandezas do circuito elétrico?

Questionamento 4: É possível afirmar que o fluxo de corrente elétrica do circuito elétrico se assemelha ao fluxo de água no circuito hidráulico?

Questionamento 5: É possível afirmar que os resistores do circuito elétrico se assemelham as válvulas do circuito hidráulico?

Questionamento 6: É possível afirmar que a fonte do circuito elétrico se assemelha a moto bomba do circuito hidráulico?

Questionamento 7: No circuito da figura 27, se aumentarmos o valor de R2, existirá alteração na circulação de corrente sobre ele? Aumenta ou diminui?

Questionamento 8: Se na figura 27, os resistores fossem trocados por lâmpadas, qual lâmpada iria brilhar mais, L1, L2 ou L3? E quais teriam o mesmo brilho?

### **Atividade Proposta 1:**

Em circuitos de corrente contínua, as cargas podem estar ligadas em série em paralelo ou misto (tanto em série como em paralelo), entende-se por cargas qualquer componente que consuma eletricidade, por exemplo: resistores, lâmpadas, capacitores, indutores, etc. Entretanto cada carga dessas possui uma resistência, logo para efeitos de análise de circuitos cada carga se compara a um resistor.

O que determina se um conjunto de resistores estão ligados em série ou em paralelo é o fluxo da corrente, por exemplo, no circuito elétrico da Figura 25 a corrente elétrica tem apenas um sentido de fluxo, portanto, os resistores estão ligados em série.

Entretanto no circuito da Figura 27, os resistores R2 e R3 estão em paralelo, e este conjunto está em série com R1. Note que a corrente que passa por R1 está dividindo-se para R2 e R3, e estes resistores possuem suas extremidades ligadas aos mesmos pontos o que garante que ambos possuem a mesma diferença de potencial, portanto, podemos afirmar que estão em paralelo.

Enfim, compreendemos que a corrente que percorre resistores distintos é a mesma, tais resistores estão em série. Já se o potencial de distintos resistores é o mesmo e todos possuem suas extremidades de um lado ligadas ao mesmo ponto e do outro lado também ligadas a um mesmo ponto, tais resistores estão em paralelo.

Vamos realizar estes experimentos para tirar estas conclusões:



Situação Problema: Experimento 1 – Circuito série

Com este experimento, inicialmente iremos trabalhar os conceitos básicos as lei de Ohm, compreendendo o comportamento da tensão e corrente em circuitos de corrente contínua. Utilizando lâmpadas resistivas de pisca natalino monte o circuito no protoboard do kit didático como ilustrado na Figura 28. Onde  $V_1 = 12Vdc$ .

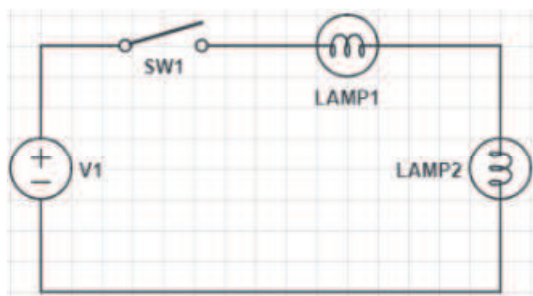


Figura 28: Circuito série

Agora preencha a tabela abaixo conforme o que se pede:

	Brilho das Lâmpadas (maior, menor ou igual?)	Tensão das Lâmpadas	Corrente das Lâmpadas	Potência das Lâmpadas
Lâmp 1				
Lâmp 2				

Para medir a tensão das lâmpadas basta colocar o voltímetro disponível no kit didático em paralelo com a carga, enquanto que para medir a corrente, abra o circuito e insira o amperímetro entre um polo da lâmpada 2 e o polo negativo da fonte V1, conforme Figura 29.

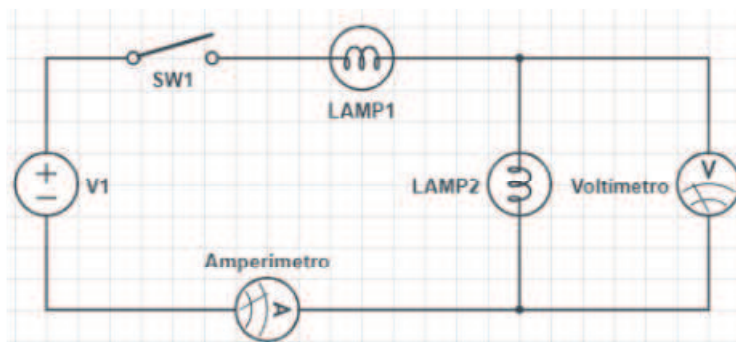


Figura 29: Medição das grandezas corrente e tensão

A partir dos resultados obtidos responda aos seguintes questionamentos:

- Neste circuito, as lâmpadas estão em série ou em paralelo? Como você justifica esta resposta?
- As lâmpadas possuem o mesmo brilho? Justifique a sua resposta a partir dos resultados de corrente, tensão e potência obtidos.

### Situação Problema: Experimento 2 – Circuito paralelo

Com este experimento, iremos trabalhar os conceitos de elementos em paralelo e analisar o comportamento da tensão e corrente em circuitos de corrente contínua. Utilizando lâmpadas resistivas de pisca natalino monte o circuito no protoboard do kit didático como ilustrado na Figura 30. Onde  $V_1 = 12V_{dc}$ .

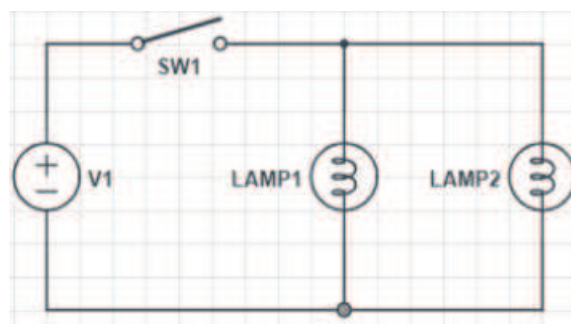


Figura 30: Circuito paralelo

Agora preencha a tabela abaixo conforme o que se pede:

	Brilho das Lâmpadas (maior, menor ou igual?)	Tensão das Lâmpadas	Corrente das Lâmpadas	Potência das Lâmpadas
Lâmpada 1				
Lâmpada 2				

Para medir a tensão das lâmpadas basta colocar o voltímetro disponível no kit didático em paralelo com a carga, enquanto que para medir a corrente, abra o circuito e insira o amperímetro em série com a carga, conforme Figura 31.

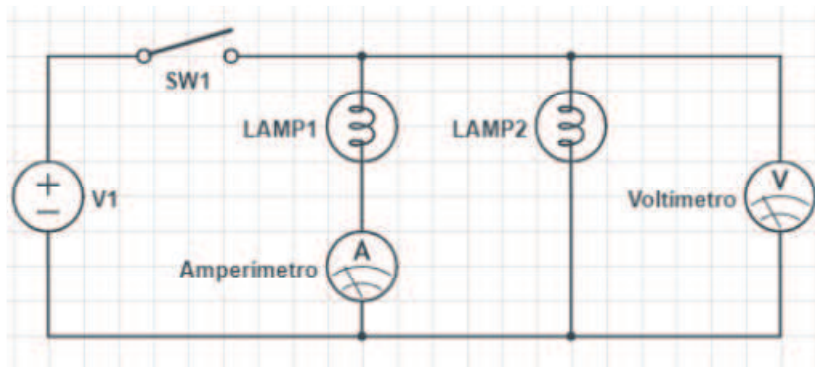


Figura 31: Medição das grandezas corrente e tensão

A partir dos resultados obtidos responda aos seguintes questionamentos:

- Neste circuito, as lâmpadas estão em série ou em paralelo? Como você justifica esta resposta?
- As lâmpadas possuem o mesmo brilho? Justifique a sua resposta a partir dos resultados de corrente, tensão e potência obtidos.

Situação Problema: Experimento 3 – Circuito série e paralelo

Com este experimento, iremos trabalhar os conceitos de elementos em série e em paralelo e analisar o comportamento da tensão e corrente em circuitos de corrente contínua. Utilizando lâmpadas resistivas de pisca natalino monte o circuito no protoboard do kit didático como ilustrado na Figura 32. Onde  $V_1 = 12\text{Vdc}$ .

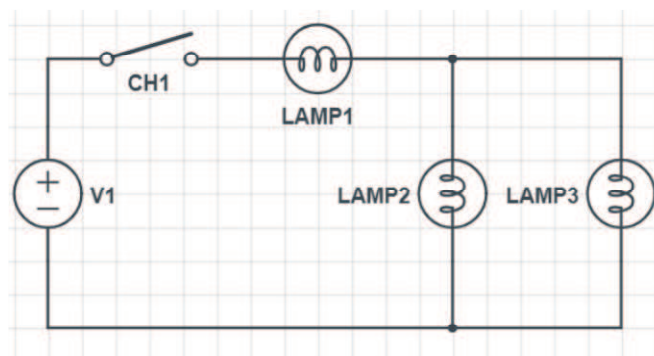


Figura 32: Circuito misto

Agora preencha a tabela abaixo conforme o que se pede:

	Brilho das Lâmpadas (maior, menor ou igual?)	Tensão das Lâmpadas	Corrente das Lâmpadas	Potência das Lâmpadas
Lâmpada 1				
Lâmpada 2				
Lâmpada 3				

Para medir a tensão das lâmpadas basta colocar o voltímetro disponível no kit didático em paralelo com a carga, enquanto que para medir a corrente, abra o circuito e insira o amperímetro em série com a carga, conforme Figura 33.

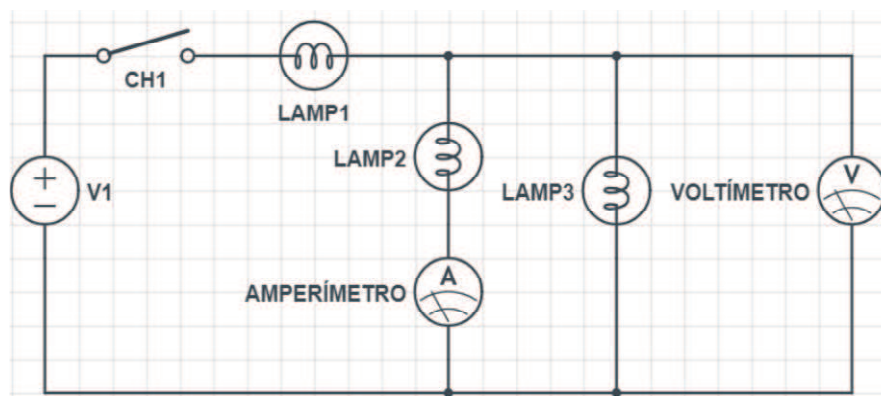


Figura 33: Medição das grandezas corrente e tensão

A partir dos resultados obtidos responda aos seguintes questionamentos:

- Neste circuito, quais as lâmpadas que estão em série, e em paralelo? Como você justifica esta resposta?
- As lâmpadas possuem o mesmo brilho? Justifique a sua resposta a partir dos resultados de corrente, tensão e potência obtidos.

Situação Problema: Experimento 4 – Circuito série e paralelo

Com este experimento, iremos trabalhar os conceitos de elementos em série e em paralelo e analisar o comportamento da tensão e corrente em circuitos de

corrente contínua. Utilizando lâmpadas resistivas de pisca natalino monte o circuito no protoboard do kit didático como ilustrado na Figura 34. Onde  $V_1 = 12\text{Vdc}$ .

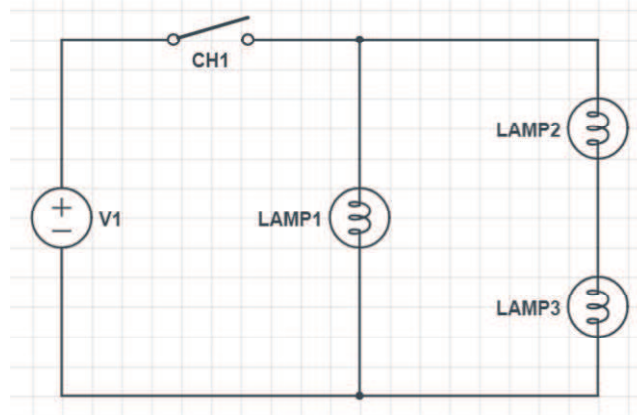


Figura 34: Circuito misto

Agora preencha a tabela abaixo conforme o que se pede:

	Brilho das Lâmpadas (maior, menor ou igual?)	Tensão das Lâmpadas	Corrente das Lâmpadas	Potência das Lâmpadas
Lâmpada 1				
Lâmpada 2				
Lâmpada 3				

Para medir a tensão das lâmpadas basta colocar o voltímetro disponível no kit didático em paralelo com a carga, enquanto que para medir a corrente, abra o circuito e insira o amperímetro em série com a carga, conforme Figura 35.

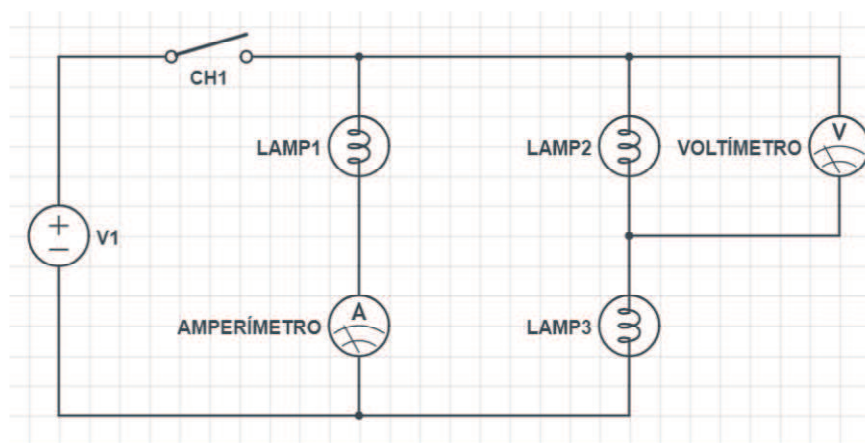


Figura 35: Medição das grandezas corrente e tensão

A partir dos resultados obtidos responda aos seguintes questionamentos:

- Neste circuito, quais as lâmpadas que estão em série, e em paralelo? Como você justifica esta resposta?
- As lâmpadas possuem o mesmo brilho? Justifique a sua resposta a partir dos resultados de corrente, tensão e potência obtidos.

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA 2

**Tema:** Determinando a aceleração da gravidade  $g$ , em um experimento de queda livre.

**Número de aulas:** 4 aulas

### **Objetivos:**

- Medir a aceleração da gravidade de forma experimental;
- Sensoriar o experimento para aumentar a precisão da medida;
- Compreender conceitos relativos a aceleração da gravidade.

### **Conteúdos:**

- Queda livre;
- Gravitação.

**Público alvo:** Graduandos do Curso de Licenciatura em Física

### **Atividade:**

Nesta atividade o professor a partir de questionamentos realizados em sala de aula irá construir em conjunto com os estudantes um mapa conceitual que mostra os conceitos importantes relativos a gravidade.

1. Como Aristóteles compreendia gravidade?
2. Como Galileu definia a gravidade?
3. Segundo Newton o que é gravidade?

4. Qual a importância da gravidade?
5. Onde a gravidade atua?
6. Corpos com massa diferente caem com mesma aceleração?
7. Porque na terra temos um peso e na lua temos outro peso?
8. Se a gravidade atua em todos os corpos porque eles não se colidem?
9. A gravidade é proporcional a quais grandezas?
10. A gravidade é inversamente proporcional a quais grandezas?

Exemplo de mapa conceitual a ser construído a partir das respostas obtidas.

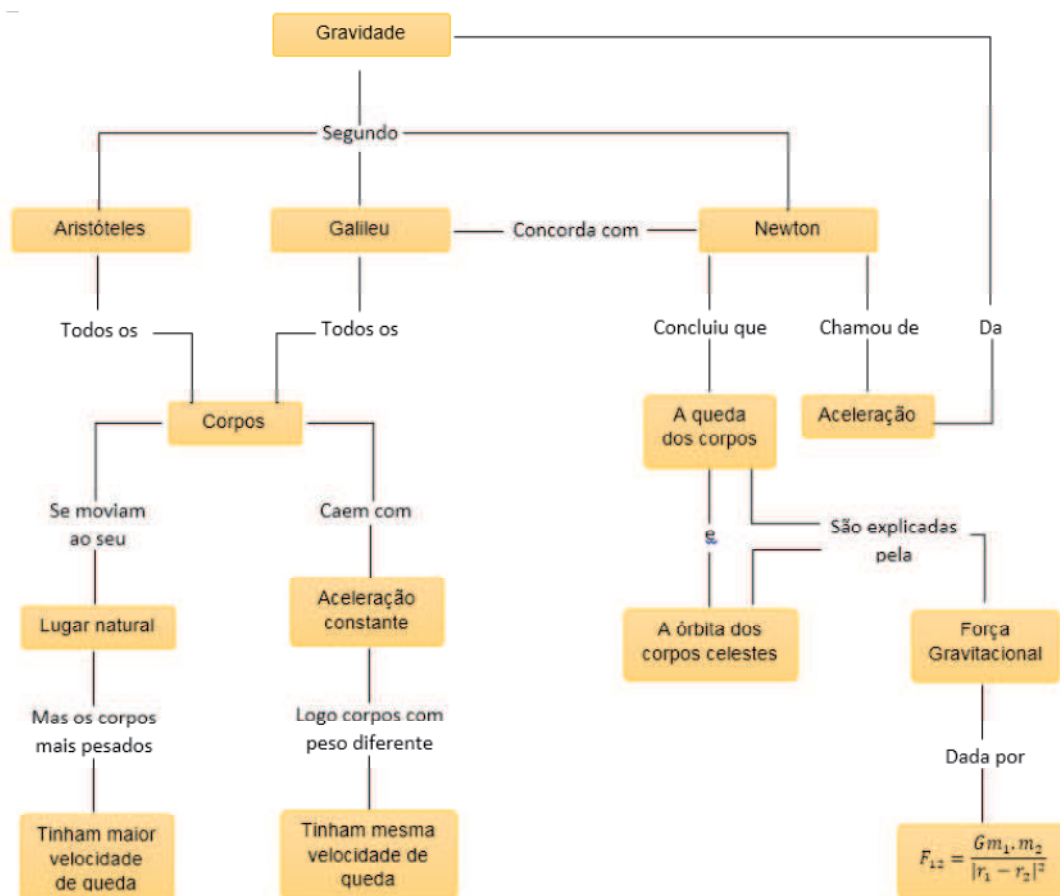


Figura 36: Mapa conceitual

### Atividade Proposta 1:

Uma forma de medir a constante da aceleração da gravidade é através da queda livre de um corpo a partir de uma altura determinada  $h$ , e medir seu tempo de queda. Sabendo-se que a velocidade inicial é nula, temos que:

$$g = \frac{2h}{t^2}$$

, onde  $t$  é o tempo de queda e  $h$  é a altura da queda. Para realizar tal experimento, é inviável realizar a contagem de tempo de forma manual, portanto, para que o experimento seja válido é necessário a utilização de sensores que leiam a passagem do objeto em queda e de um microcontrolador que determine o tempo de queda a partir do acionamento dos sensores.

O arranjo experimental está ilustrado na Figura 37. A esfera metálica está presa entre duas placas de metal sob uma tensão de um elástico, uma das placas é fixa enquanto a outra é móvel no eixo horizontal, a esfera será solta ao puxarmos a placa móvel, entrando em queda livre, este conjunto é o Sensor 1, e assemelha-se a uma chave normalmente fechada, que informará ao Arduino que a bola foi solta, e dar-se-á início a contagem de tempo. Quando a esfera passar pelo sensor 2 o Arduino para a contagem e então nós teremos o tempo de queda e a distância exata que a bola percorreu e está graduada entre os dois sensores.

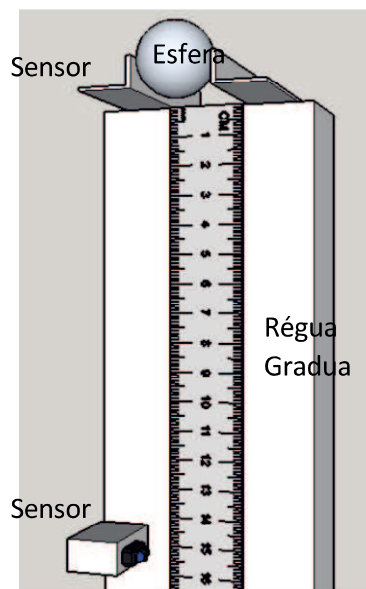


Figura 37: Modelo do arranjo experimental



Neste experimento, como a altura de queda não irá ultrapassar um metro, iremos desprezar a interferência causada pelo ar, além do mais iremos considerar uma incerteza de 0,001m para a altura e 0,001s para o tempo medidos. Para reduzir o erro, iremos realizar o procedimento 20 vezes para calcular uma média do tempo de queda e também calcular o respectivo desvio padrão, para então comparar o valor da constante experimental com a teórica de nossa região.

Situação Problema: Experimento 1 – Procedimento experimental para determinação da gravidade com experimento de queda livre.

Para realizar o respectivo experimento iremos utilizar o kit didático produzido neste trabalho. Então basta somente conectar o sensor 1 na porta digital 2 do kit didático e o sensor 2 na porta digital 3. A seguir iremos gravar a programação ilustrada no Quadro 1 no Arduino.

```
const int sensor_1 = 2;
const int sensor_2 = 3;

int Estado_sensor_1;
int Estado_sensor_2 = 0;

unsigned long Start_time = 0;
unsigned long Stop_time = 0;

void setup(){
  pinMode(sensor_1, INPUT);
  pinMode(sensor_2, INPUT);
  Serial.begin(9600);
  Estado_sensor_1 = 1;
  Serial.println("Pronto para medir tempo de queda");
}

void loop(){
  If(digitalRead(sensor_1)==LOW && digitalRead(sensor_2)
  == LOW && Estado_sensor_1 == 1) {
    Start_time = millis();
    Serial.print("Início da leitura -");
```

```

Estado_sensor_1 = 0;
}
If(digitalRead(sensor_1)==LOW  &&  digitalRead(sensor_2)
== HIGH &&) {
    Stoptime = (millis() - Start_time);
    Serial.print("Tempo de queda = ");
    Serial.print(Stoptime);
    Serial.println(" (ms) | aguarde 10 segundos para nova
medida ");
    delay(10000);
    Serial.println("Pronto para próxima medida ");
}
}

```

Quadro 1: Programa do experimento.

O experimento será realizado por 20 vezes consecutivas e os tempos de queda serão anotados na Tabela 1:

Tabela 1: Medida dos tempos de queda livre.

Medida	$t_i(s)$	Medida	$t_i(s)$	Medida	$t_i(s)$	Medida	$t_i(s)$
1		6		11		16	
2		7		12		17	
3		8		13		18	
4		9		14		19	
5		10		15		20	

Em posse dos resultados experimentais, iremos calcular o valor médio da gravidade e colocar tais valores na Tabela 2, a partir da equação:

$$\bar{g}_i = \frac{g_{i_{max}} - g_{i_{min}}}{2}$$

, onde:

$$g_{i_{max}} = \frac{2(h + \delta h)}{(t_i - \delta t)^2} \quad \text{e} \quad g_{i_{min}} = \frac{2(h - \delta h)}{(t_i + \delta t)^2}$$

, sabendo que:

$h$  = altura da queda livre;

$\delta h$  = Incerteza na medida da altura;

$t_i$  = tempo de queda livre;

$\delta t$  = incerteza na medida do tempo de queda livre.

Então iremos fazer uma média de todas as gravidades calculadas na Tabela 2 e calculamos o desvio padrão da medida para então comparar com a medida real da gravidade local, onde:

$$g_{experimental} = \frac{\sum_{20}^1 \bar{g}_i}{20}$$

Tabela 2: Valores calculados da gravidade

Medida	$\bar{g}_i(m/s^2)$	Medida	$\bar{g}_i(m/s^2)$
1		11	
2		12	
3		13	
4		14	
5		15	
6		16	
7		17	
8		18	
9		19	
10		20	

Por fim iremos calcular o desvio padrão da medida da gravidade, que será dado por:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{20}^1 (\bar{g}_i - g_{experimental})^2}{20}}$$

Logo teremos que nossa gravidade calculada será exibida da seguinte forma:

$$g_{experimental} \pm \sigma m/s^2$$

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a construção do kit didático foi realizada a etapa de análise e teste de todos os módulos. Nos testes realizados, o módulo das chaves e botões, o módulo dos led's, o módulo do acionamento a relé, o módulo da fonte alternada, o módulo dos potenciômetros, o módulo de fontes DC e o protoborard e o módulo gerador de sinais funcionaram adequadamente.

Para o módulo do Arduino NANO, foram realizados testes de programação, conexão de sensores e do bluetooth, e em resposta tudo funcionou perfeitamente. E o grande diferencial desta proposta didática é a facilidade em inserir sensores e atuadores ao Arduino sem necessidade de montar circuitos externos e desta forma evita-se a queima de componentes e até do Arduino.

O módulo do display OLED funcionou, entretanto não como o esperado, pois o display funciona com comunicação serial, logo, quando se pretende mostrar uma imagem estática o dispositivo funciona adequadamente, mas quando se deseja mostrar uma imagem que varia com o tempo é fácil de perceber a sobreposição da imagem posterior sobre a anterior em velocidade lenta, prejudicando sua visualização.

O módulo voltímetro e amperímetro também funcionou, mas não como o esperado, pois o voltímetro mensurava o valor da tensão em até 6% inferior ao valor real, ou seja, para uma medição de 5Vdc o voltímetro media 4,7Vdc. Outro ponto negativo do voltímetro é que o mesmo não mede tensão negativa. Quanto ao amperímetro, também as mensurações de valores eram diferentes dos valores reais, chegando a 100% do valor da medida real, ou seja, se a corrente real de uma carga fosse em torno de 10mA, a corrente medida seria de 20mA. Desta forma este dispositivo não é adequado para compor o kit didático, visto que as experiências realizadas precisam da utilização de um voltímetro e amperímetro, este módulo precisa ser trocado por outro que atenda a tolerância de +-2%.

Apesar destes contratemplos o kit didático atende aos objetivos deste trabalho que é trabalhar as tecnologias em robótica, automação e também na criação de experimentos voltados para a área da Licenciatura em Física, permitindo que os estudantes do respectivo curso sejam capacitados e atualizados com a plataforma de desenvolvimento de sistemas embarcados Arduino.

O kit didático pode ser melhorado em um trabalho posterior que analise primeiramente as sequências didáticas possíveis de serem realizadas com Arduino e a eletrônica para somente depois acrescentar ou remover módulos do kit didático, entretanto este trabalho provavelmente será desenvolvido em estudos posteriores.

## REFERÊNCIAS

- ARDUINO. What is Arduino?. Disponível em Arduíno: <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction#>>. Acesso em 20 de 04 de 2018.
- BANZI, M. fom Ted Talks: Massimo Banzi: Como o Arduino está tornando a imaginação Open-Source. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=11&v=UoBUXOOdLXY](https://www.youtube.com/watch?time_continue=11&v=UoBUXOOdLXY)>. Acesso em: 23/01/2018.
- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais (PCNs)**. Terceiro e quartociclos do ensino fundamental. Brasília: MED/SEF, 1998.
- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais (PCNs)**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MED/SEF, 2016.
- CARVALHO, L. R. M. Observando as marés atmosféricas: Uma aplicação da placa Arduino com sensores de pressão barométrica e temperatura. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Brasil, v. 36, n. 3, 3501, 2014.
- CAVALCANTE, M. A., et. al. Física com Arduino para iniciantes. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Brasil, v. 33, n. 4, 4503, 2011.
- MCROBERTS, M. **Arduino básico**. Tradução Rafael Zanolli. São Paulo: Ed. Novatec, 2011, 456 p., em (Câmara Brasileira do Livro, SP). ISBN 978-85-7522-274-4.
- IX CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO-EDUCERE, III ENCONTRO SUL BRASILEIRO DE PSICOPEDAGOGIA, 2009, Paraná. **Robótica Pedagógica: Prática Pedagógica Inovadora Anais**. Paraná: PUCPR, 2009. p. 8084.
- MORAN, J. M. Os novos espaços de atuação do professor com as tecnologias. **Revista Diálogo Educacional**, Brasil, v. 4, n.12, p. 13-21, 2004.
- NETO, R. A. L. **Sistema de medição de campo magnético baseado no efeito Hall e Arduino**. 2010. 46 f. Monografia - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- POZZEBON, E., e FRIGO, L. B. Robótica no Processo de Ensino e Aprendizagem. **International Conference on Interactive Computer aided Blended Learning - ICBL 2013**, Florianópolis, nov. 2013. Disponível em: <[http://www.icbl-conference.org/proceedings/2013/papers/Contribution42\\_a.pdf](http://www.icbl-conference.org/proceedings/2013/papers/Contribution42_a.pdf)>. Acesso em: 20/03/2018.
- ROBERTO, J. R.J. **Microcontrolador Arduino no ensino de física: Proposta e aplicação de uma situação de aprendizagem sobre o tema luz e cor**. 2014.150 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.

SILVA, F. I. **Análise de kits de Robótica Educacional e elaboração de um kit protótipo de custo acessível baseado na plataforma Arduino**. 2012. 33 f. Monografia. Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2012.

SLUZALA, L. B. **Estado da arte da utilização do Arduino em física no ensino médio**. 2017. 87 f. Monografia. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017.

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

UEPB. Desenvolvido por: CTIC - Coordenadoria de Tecnologia da Informação e Comunicação, 2018. Projeto Pedagógico de Curso Física Campus I. Disponível em: <<http://proreitorias.uepb.edu.br/prograd/download/0107-2016-PPC-Campus-I-CCT-Fisica-ANEXO.pdf>>. Acesso em 26 de 04 de 2018.

VAZZI, M. R. G. **O Arduíno e a Aprendizagem de Física: Um kit robótico para abordar conceitos e princípios do Movimento Uniforme**. 2017. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências e Letras, Araraquara, 2017.

VILARDELL, C. N. P. **Novas tecnologias facilitam a aprendizagem escolar**. Portal Brasil, Paraná. 09 set 2014. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/conteudoJornal.html?idConteudo=3314>>. Acesso em: 09 set 2014.

## APENDICE A – Comparativo dos custos do Kit didático e de kits semelhantes

Tabela 3: Tabela de custos de produção do kit didático

Tabela de custos da construção do kit didático				
Item	Descrição	Quantidade	Valor unitário	Total
1	Amperímetro e voltímetro digital DC 0-100V / 10A	1	R\$ 36,00	R\$ 36,00
2	Arduino Nano ATmega328	1	R\$ 30,00	R\$ 30,00
3	Capacitor cerâmico 102	2	R\$ 0,15	R\$ 0,30
4	Capacitor cerâmico 103	1	R\$ 0,15	R\$ 0,15
5	Capacitor cerâmico 104	2	R\$ 0,15	R\$ 0,30
6	Capacitor eletrolítico 10 µF	1	R\$ 0,35	R\$ 0,35
7	Chave 250V3A ON-OFF de plástico preto 2 pinos	1	R\$ 1,50	R\$ 1,50
8	Chave alavanca 2 posições On - Off, 2 terminais	3	R\$ 2,00	R\$ 6,00
9	Chave tátil com botão - 12x12x7,3mm	3	R\$ 1,50	R\$ 4,50
10	CI ICL8038	1	R\$ 12,00	R\$ 12,00
11	Diodo retificador 1n4007	3	R\$ 0,20	R\$ 0,60
12	Display oled 128x64 0.96 I2c Gráfico Branco	1	R\$ 29,99	R\$ 29,99
13	Fonte Pctop Atx 200w Com Cabo De Forca	1	R\$ 45,00	R\$ 45,00
14	Knob para potenciômetro	4	R\$ 1,00	R\$ 4,00
15	Led 5mm difuso verde	7	R\$ 0,25	R\$ 1,75
16	Led 5mm difuso vermelho	7	R\$ 0,25	R\$ 1,75
17	Massa plástica	1	R\$ 11,00	R\$ 11,00
18	Micro chave 250V3A ON-OFF de plástico preto 2 pinos	1	R\$ 1,00	R\$ 1,00
19	Mini borne de conexão tipo KRE KF301 (3 terminais)	3	R\$ 1,00	R\$ 3,00
20	Mini borne de conexão tipo KRE KF350 (2 terminais)	26	R\$ 0,80	R\$ 20,80
21	Parafusos com porca	14	R\$ 0,50	R\$ 7,00
22	Placa Cobreada P/circuito única Face 30cmx30cm	1	R\$ 20,00	R\$ 20,00
23	Plug borne banana fêmea preto	2	R\$ 1,50	R\$ 3,00
24	Plug borne banana fêmea vermelho	2	R\$ 1,50	R\$ 3,00
25	Potenciômetro 10kΩ	1	R\$ 2,00	R\$ 2,00
26	Potenciômetro 1kΩ	1	R\$ 2,00	R\$ 2,00
27	Potenciômetro 20kΩ	1	R\$ 2,00	R\$ 2,00
28	Potenciômetro 2kΩ	1	R\$ 2,00	R\$ 2,00
29	Protoboard Breadboard 400 furos	1	R\$ 15,00	R\$ 15,00
30	Relé 5V 10A Sngle SRD-5VDC	1	R\$ 3,60	R\$ 3,60
31	Resistor 1,4kΩ 1/8W	2	R\$ 0,10	R\$ 0,20
32	Resistor 100Ω 1/8W	2	R\$ 0,10	R\$ 0,20
33	Resistor 10kΩ 1/8W	9	R\$ 0,10	R\$ 0,90
34	Resistor 2,2kΩ 1/8W	2	R\$ 0,10	R\$ 0,20
35	Resistor 22Ω 1/8W	1	R\$ 0,10	R\$ 0,10
36	Resistor 330Ω 1/8W	13	R\$ 0,10	R\$ 1,30
37	Resistor 33kΩ 1/8W	4	R\$ 0,10	R\$ 0,40
41	Socket para CI DIP 14	1	R\$ 1,50	R\$ 1,50
38	Tinta spray cor cinza brilhante	1	R\$ 21,00	R\$ 21,00
39	Transistor BC548 NPN	1	R\$ 0,35	R\$ 0,35
40	Trimpot Multivoltas vertical 100kΩ	1	R\$ 2,00	R\$ 2,00
<b>Custo total</b>				<b>R\$ 297,74</b>



Tabela 4: tabela comparativa entre preços de diferentes kit's

<b>Tabela comparação de preços de diferentes kits didáticos</b>		
<b>Item</b>	<b>Descrição</b>	<b>Preço unitário</b>
<b>1</b>	Kit Didático em Eletrônica Analógica com Cartões XA102	R\$ 3.700,00
<b>2</b>	Kit Didático em Eletrônica Digital com Cartões XD201	R\$ 3.800,00
<b>3</b>	Legu Education EV3-WS4.6B	R\$ 4.567,00
<b>4</b>	Legu 31313 – Mindstorms Ev3	R\$ 2.999,99
<b>5</b>	Kit didático produzidos neste trabalho	R\$ 297,74

## APENDICE B – Passo a passo para construção do projeto

Para construção do kit didático foi necessário fazer, em um programa dedicado para desenho de placas de circuito impresso, o layout da placa onde todos os componentes serão fixados conforme ilustrado na Figura 38.

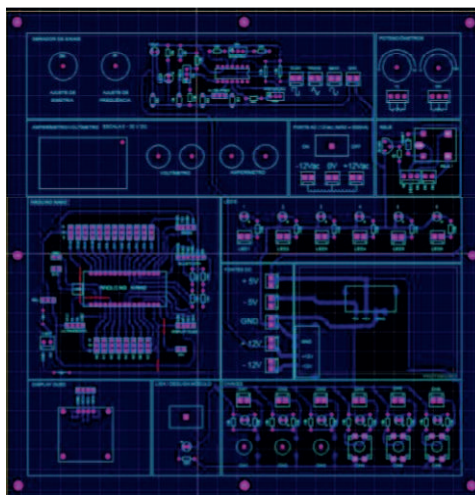


Figura 38: Layout da placa do projeto

Fonte: Autor

Em seguida com o desenho da placa impresso em uma folha A3, foi realizada a transferência desta imagem para placa cobreada, pelo método de serigrafia, que posteriormente foi corroída em uma solução de Percloroeto de ferro. O resultado está ilustrado na Figura 39.

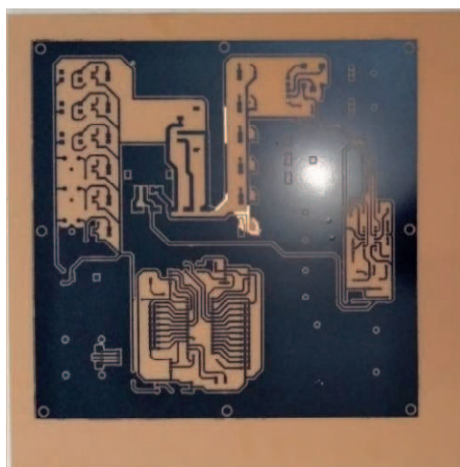


Figura 39: Placa de circuito após corrosão

Fonte: Autor

A seguir foi realizado o corte da placa para o tamanho necessário, a limpeza da área cobreada para retirar a tinta da serigrafia, e depois a furação da placa para a inserção dos componentes. Para um melhor acabamento do projeto foi colada na parte superior da placa uma folha com o desenho dos componentes. O resultado destas ações está ilustrada na Figura 40.

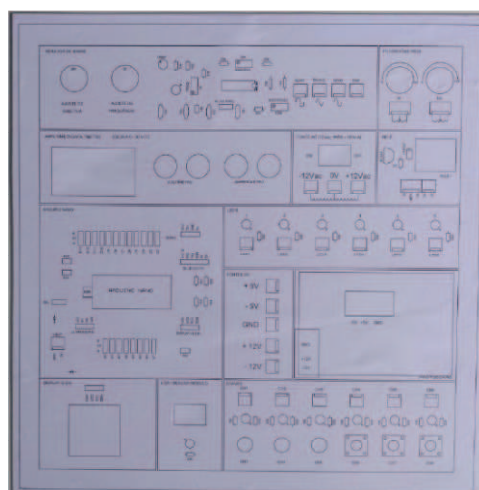


Figura 40: Placa pronta para inserção dos componentes

Fonte: Autor

A próxima etapa consiste em inserir os componentes na placa. Na Figura 41 - a está ilustrado a inserção dos componentes, e na Figura 41 - b ilustra o resultado de parte das inserções.



Figura 41: Inserção dos componentes

Fonte: Autor

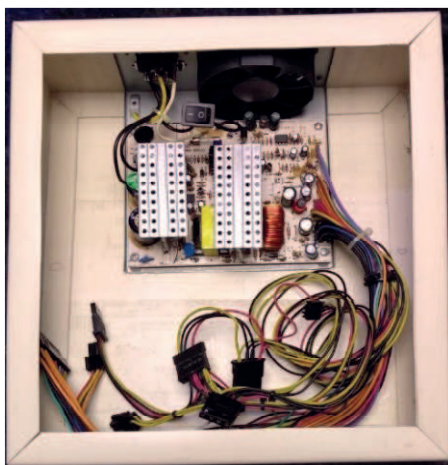
Junto com a inserção dos componentes foi realizada a soldagem. Cada componente inserido foi soldado da placa conforme Figura 42.



Figura 42: Soldagem dos componentes

Fonte: Autor

A próxima etapa foi a inserção da fonte de computador no interior da case do kit e furação da case para prender a placa de circuito ilustradas nas Figuras 43 - a e b respectivamente.



a)



b)

Figura 43: a) Inserção da fonte, b) Furação da case para prender a placa

Fonte: Autor

Após a inserção da fonte, foi realizada a conexão elétrica entre a fonte e os componentes da placa conforme ilustrada na Figura 44.

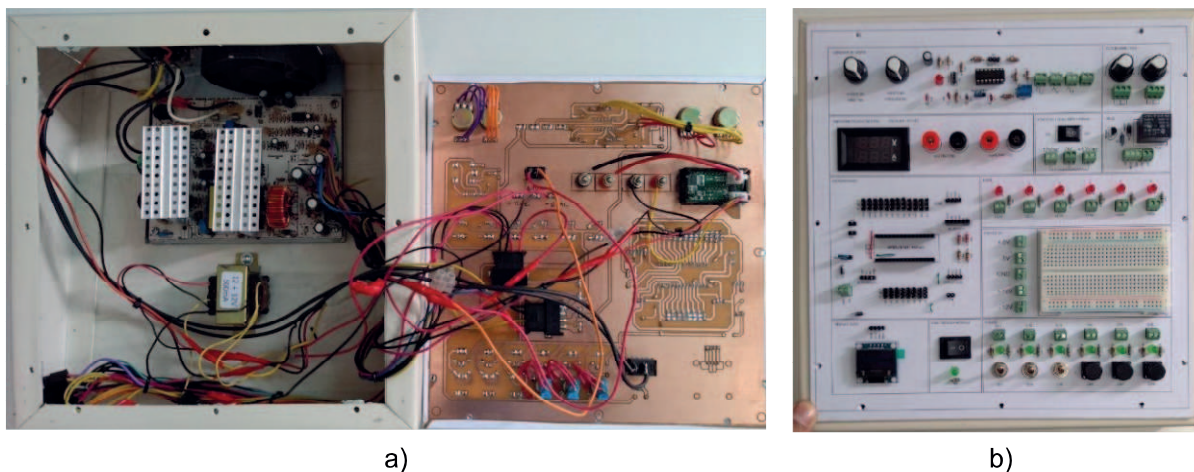


Figura 44: a) Conexão elétrica entre fonte e placa, b) Fechamento do kit

Fonte: Autor

A seguir foi realizado um acabamento na case do kit, com a aplicação de massa plástica nas junções para bolear as extremidades, conforme ilustrado na Figura 45 - a. Após secagem, onde foi aplicada a massa, foi realizada um lixamento para um melhor acabamento conforme ilustrado na Figura 45 - b.

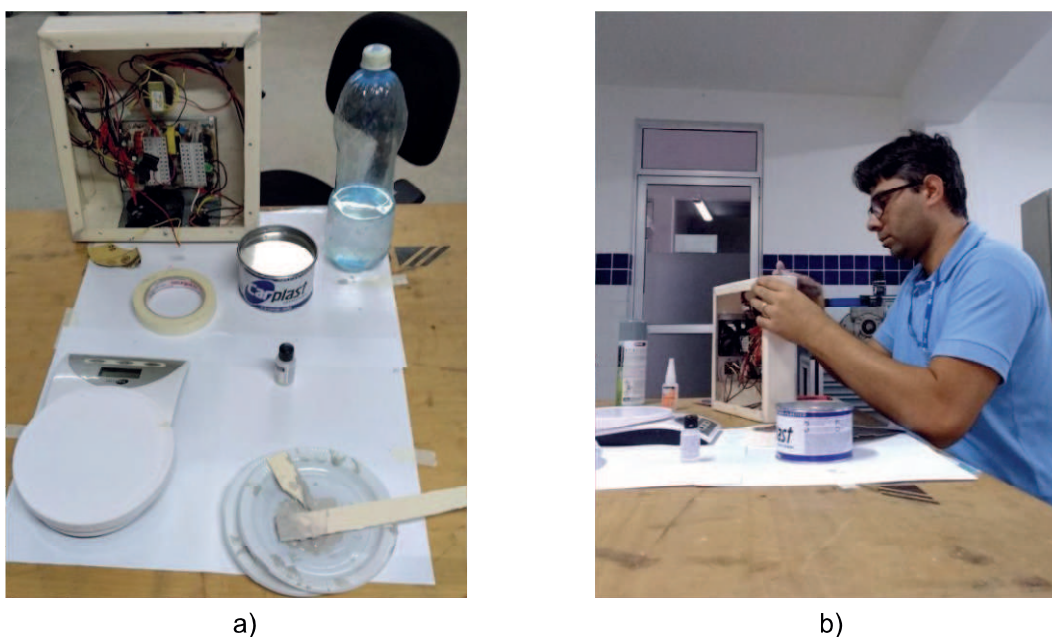


Figura 45: a) Aplicação da massa plástica, b) Lixamento

Fonte: Autor

Por fim, como etapa final, foi realizado a pintura da case com tinta spray na cor cinza, como ilustrado na Figura 46 e análise e realização de testes do kit didático. O produto finalizado está ilustrado na Figura 47.

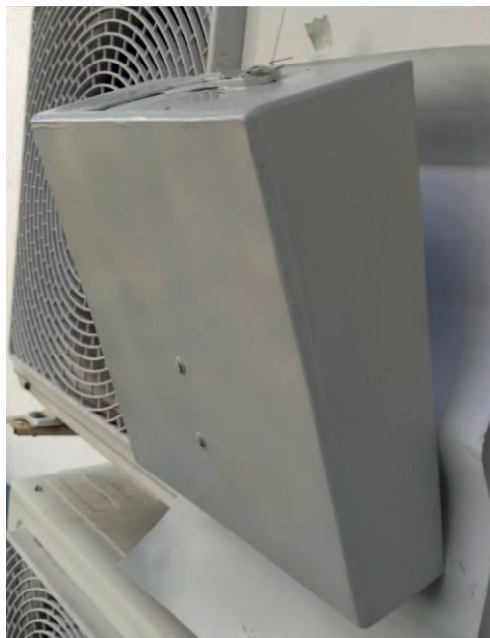


Figura 46: Pintura do kit

Fonte: Autor



Figura 47: Kit didático finalizado

Fonte: Autor