



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**MARCELO RODRIGUES MARTINS**

**O USO DA PLATAFORMA MICROCONTROLADA ARDUINO NO ENSINO DE  
ELETRODINÂMICA**

**BAGÉ  
2016**

**MARCELO RODRIGUES MARTINS**

**O USO DA PLATAFORMA MICROCONTROLADA ARDUINO NO ENSINO DE  
ELETRODINÂMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências da Fundação Universidade Federal do Pampa como requisito para a obtenção do Título de Mestre Profissional em Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Fernando Teixeira Dorneles

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Guadagnini

**BAGÉ  
2016**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do  
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

M298u Martins, Marcelo Rodrigues  
O USO DA PLATAFORMA MICROCONTROLADA ARDUINO NO ENSINO DE  
ELETRODINÂMICA / Marcelo Rodrigues Martins.  
72 p.  
  
Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Pampa,  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2016.  
"Orientação: Pedro Fernando Teixeira; Paulo Henrique  
Dorneles; Guadagnini".  
  
1. Ensino de Física. 2. Eletrodinâmica. 3. Arduino. I.  
Título.

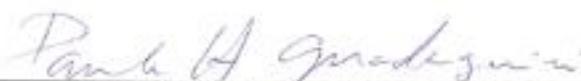
MARCELO RODRIGUES MARTINS

O USO DA PLATAFORMA MICROCONTROLADA ARDUINO NO  
ENSINO DE ELETRODINÂMICA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.

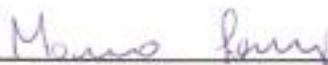
Área de concentração: Ensino de Ciências

Dissertação defendida e aprovada em: 27 de fevereiro de 2016.  
Banca Examinadora:



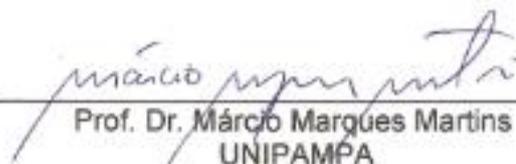
---

Prof. Dr. Paulo Henrique Guadagnini  
Coorientador  
UNIPAMPA



---

Prof. Dr. Mario Luiz Lopes da Silva  
UFPeI



---

Prof. Dr. Márcio Marques Martins  
UNIPAMPA

*À minha esposa Sabrina de Souza, por todo amor, carinho e dedicação.*

## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS, que me deu a vida e saúde.

Aos meus orientadores, Professores Doutores, Pedro Fernando Teixeira Dorneles e Paulo Henrique Guadagnini, por seus incentivos e sugestões e por acreditar em minha proposta didática.

Aos meus alunos e colegas da Escola Estadual de Ensino Médio Vera Cruz.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências da Fundação Universidade Federal do Pampa, por terem nos oportunizado o aprofundamento do nosso conhecimento, visando sempre melhorar a nossa prática docente.

Aos colegas da Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências da Fundação Universidade Federal do Pampa.

Ao Observatório da Educação (OBEDUC) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que potencializou a participação em eventos, rodas de conversa, minicurso, entre outros, disseminando as práticas desenvolvidas e complementando na minha formação.

Aos demais parentes e amigos, pessoas que de certa forma influenciam na minha vida pessoal e profissional em cada conquista.

A todos vocês, o meu sincero agradecimento.

## RESUMO

Buscando novas formas de abordagem dos conteúdos, que complementem aulas meramente expositivas e com alguns experimentos demonstrativos, surge a necessidade de uma sequência didática, sustentada no uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), de modo que os alunos sejam sujeitos ativos no processo ensino e aprendizagem e que ocorra de forma colaborativa. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivos conceber, implementar e avaliar uma sequência didática sobre o ensino de eletrodinâmica, fazendo uso de Tecnologias de *Hardware* e *Softwares* embasada nas teorias construtivistas e interacionistas sustentadas por David Ausubel e Lev Vygotsky e de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais. A aplicação ocorreu no segundo trimestre do ano letivo de 2015 na Escola Estadual de Ensino Médio Vera Cruz, no Município de Vera Cruz – RS, em uma turma de 3º ano do Ensino Médio do noturno. A proposta está alicerçada nos documentos oficiais (PCNEM, PCNs+) que destacam a importância de se trabalhar mais com assuntos que se possam estabelecer relações com fatos do dia-a-dia, justificando o Ensino Médio como uma etapa na qual esses saberes deverão ser contemplados. A produção educacional constitui-se de um kit contendo componentes e recursos necessários para a execução da sequência didática e está contemplada com descrição de atividades e problematizações. Apresenta como diferenciais em relações a estudos relacionados a forma como foi concebida na qual dá destaque de investigador aos alunos que tornam-se sujeitos ativos no processo de ensino e aprendizagem. A proposta foi orientada num formato crescente de complexidade sendo que as habilidades básicas foram desenvolvidas, nas atividades iniciais, fundamentais para o desenvolvimento do restante da sequência didática. A avaliação ocorreu sob a ótica de uma metodologia colaborativo presencial e os resultados observados dão indícios de uma aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Ensino de Física, Eletrodinâmica, Arduino, Aprendizagem Significativa

## ABSTRACT

Looking towards new ways of content approach to complement the traditional class with some demonstrative experiments, appear the need for a didactic sequence, sustained in the use of Information and Communication Technologies (ICT) so that students are active subjects in the process teaching / learning and should be occur collaboratively. Thus, the present work aims to design, implement and evaluate a teaching sequence on the electrodynamics, making use of hardware technologies and software based on constructivist and interactionist theories held by David Ausubel and Lev Vygotsky and according to Parameters National curriculum. The application occurred in the second quarter of 2015 school year in the Escola Estadual de Ensino Médio Vera Cruz, (State School at city of Vera Cruz – RS), in a class of 3rd year of high school at evening class. The proposal is based on official documents (PCNEM, PCNs +) that highlight the importance of working more with issues that may establish links with events of the day-to-day, justifying the high school as a stage in which this knowledge should be contemplated. The educational proposal consists of a kit containing electric and electronics components and others resources needed to implement the instructional sequence that will be contemplated with description of activities and challenges. This work (unlike others similar ones) emphasizes students as researchers and promote them as active subjects in the teaching-learning process. The proposal was oriented in a crescent complexity. The evaluation was developed from the perspective of a collaborative methodology and the results give evidence of a significant learning.

Keywords: Teaching of Physics; Electrodynamics; Arduino; Meaningful Learning.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Ausubel e a Teoria da Aprendizagem Significativa .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 A Teoria Sociocultural de Vygotsky .....</b>	<b>15</b>
<b>3 ESTUDOS RELACIONADOS .....</b>	<b>17</b>
<b>4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>20</b>
<b>4.1 Objetivos .....</b>	<b>20</b>
<b>4.1.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>20</b>
<b>4.1.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>20</b>
<b>4.2 Local de Aplicação .....</b>	<b>21</b>
<b>4.3 Tópicos Propostos .....</b>	<b>22</b>
<b>4.4 Descrição das atividades da Sequência Didática .....</b>	<b>24</b>
<b>5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E AVALIAÇÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>43</b>
<b>7 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>45</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>46</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>47</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>48</b>
<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>50</b>
<b>APÊNDICE E .....</b>	<b>55</b>
<b>APÊNDICE F .....</b>	<b>58</b>
<b>APÊNDICE G .....</b>	<b>60</b>
<b>APÊNDICE H .....</b>	<b>64</b>
<b>APÊNDICE I .....</b>	<b>70</b>

## 1 INTRODUÇÃO

De família de educadores, as experiências do autor no campo da educação tem início no final dos anos 90 quando muda do curso de Química Industrial para o curso de Química Licenciatura. Inicialmente trabalhava com as disciplinas de Química e Física passando, mais tarde, a focar exclusivamente no ensino de Física e suas tecnologias. Durante todos os anos de atividade sempre se orientou por um ensino mais contemporâneo, referenciado em movimentos educacionais vinculados a informática na educação básica.

As experiências do autor no campo da educação têm início no final dos anos 90 e sempre foi vinculada ao uso de tecnologias e atividades experimentais em sala de aula. Participou de cursos de formação e extensão sobre o uso de tecnologias na sala de aula desde desenvolvimento de softwares educativos em linguagens de programação orientada a objetos, o uso consciente da *internet* como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem ao uso de simuladores no Ensino de Física. Durante um período de dois anos, concomitantemente às aulas de Física, auxiliou professores no desenvolvimento de atividades com uso de computadores sempre buscando explorar ao máximo seus recursos para além de simples usuários de aplicativos. Desenvolveu algumas atividades em linguagem Logo<sup>1</sup> utilizando-se do megalogo<sup>2</sup> e, mais tarde, também desenvolveu algumas atividades com o software Scratch<sup>3</sup> que volta a ser utilizado na proposta de trabalho mas, agora, como uma interface da plataforma Arduino<sup>4</sup> auxiliando no controle de componentes eletrônicos.

Na disciplina de Física, nos diferentes anos do Ensino Médio, sempre se trabalhou no desenvolvimento de planilhas eletrônicas vinculadas a diferentes conteúdos como, por exemplo, construção, análise e interpretação de gráficos no ensino de Cinemática, planilhas dinâmicas para análise e estudo de trocas de calor em sistemas termicamente isolados, entre outras.

Em relação a atividades práticas desenvolvidas em laboratório, o autor sempre propôs algumas atividades, mesmo que enfrentando a precariedade dos laboratórios e

---

<sup>1</sup> [http://el.media.mit.edu/logo-foundation/what\\_is\\_logo/history.html](http://el.media.mit.edu/logo-foundation/what_is_logo/history.html). Acesso em 12 de fevereiro de 2016.

<sup>2</sup> <http://projetologo.webs.com/mlogo.html>. Acesso em 12 de fevereiro de 2016.

<sup>3</sup> <https://scratch.mit.edu/>. Acesso em 12 de fevereiro de 2016.

<sup>4</sup> <https://www.arduino.cc/>. Acesso em 12 de fevereiro de 2016.

falta de materiais, comum em um grande número de escolas e um profissional responsável pelo laboratório que auxiliasse o professor durante o processo de montagem, execução e finalização das atividades propostas.

Os alunos estão cada vez mais conectados às tecnologias, pois os computadores nas escolas estão dando lugar a *smartphones*, repensados a cada ano, muitos dos quais com uma gama de sensores em sua concepção, tais como: acelerômetros, sensores de presença, de pressão entre tantos outros. De forma antagônica a toda essa evolução tecnológica nós temos a sala de aula bastante tradicional, especificamente aqui escrevendo na disciplina de Física, na qual em aulas de eletrodinâmica, mais especificamente circuitos elétricos, é muito frequente a realização de cálculos complexos e extensos em que o aluno é levado a determinar a corrente elétrica em um ponto do circuito, bem como a resistência equivalente, a tensão em um resistor, sem nunca ter manipulado um resistor anteriormente.

A falta de estruturação de laboratórios de ciências para realização desse tipo de atividades surge ao autor como sendo a mola propulsora do desenvolvimento de uma proposta de sequência didática que seja viável, inovadora e de fácil implementação pelo professor que nem sempre conta com um monitor para auxiliá-lo. Segundo Zabala (1998) *apud* Nogueira (2008, p.55), a Sequência Didática é definida como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais...”.

Além disso, o desenvolvimento da sequência didática proposta visa explorar atividades práticas e tecnológicas e com um baixo custo. Existem hoje, no mercado, inúmeros kits que propiciam a realização de uma série de atividades, mas seu elevado custo impossibilita muitas escolas de os adquirirem. A partir desses fatos optou-se por montar um kit básico para o ensino de eletrodinâmica que fosse de baixo valor e, ao mesmo tempo versátil na realização de diversos experimentos.

A elaboração de um kit juntamente com a sequência didática sobre circuitos elétricos simples surge como uma opção de agregar o conhecimento da física do Ensino Médio com elementos cada vez mais presentes em nosso cotidiano. Intencionalmente pensou-se em produzir um material que, além de possibilitar aos alunos um conhecimento sobre o comportamento das grandezas físicas de tensão, corrente elétrica e resistência elétrica e como estas variam umas em função das outras em circuitos elétricos em série, que relacionasse a importância desses componentes em inúmeras aplicações

como, por exemplo, sistemas embarcados - presentes cada vez mais em automações, *internet* das coisas, etc.

Essa sequência foi constituída de forma que os alunos pudessem, a cada etapa, agregar conhecimento necessário para as atividades *a posteriori* apresentadas em um nível crescente de complexidade. Em função do número significativo de alunos – em média cerca de 40 alunos por turma, alguns detalhes foram pensados de forma a otimizar a interferência do professor, tornando o aluno seu próprio verificador.

Fundamentou-se na aprendizagem significativa em que, conforme Ausubel, a aquisição de conceitos por meio de aprendizagem receptiva não é apenas um processo passivo de internalização. Quanto mais ativo for este processo, mais significativos e úteis serão os conceitos. Sempre que uma atividade proposta visava possibilitar conhecimentos prévios para as atividades subseqüentes de modo a produzir na sequência um caráter que privilegiasse a autonomia dos alunos na realização das tarefas.

Conforme consta no PCN/Física:

“O sentido da experimentação é indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável.”.

Nesse contexto, o PCNEM ressalta que:

Isso inclui retomar o papel da experimentação, atribuindo-lhe uma maior abrangência, para além das situações convencionais de experimentação em laboratório. As abordagens mais tradicionais precisariam, portanto, ser revistas, evitando “experiências” que se reduzem à execução de uma lista de procedimentos previamente fixados, cujo sentido nem sempre fica claro para o aluno (BRASIL, 2000).

Ainda de acordo com orientações dos PCNEM:

A presença do conhecimento de Física na escola média ganhou um novo sentido a partir das diretrizes apresentadas nos PCNEM. Trata-se de construir uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. Nesse sentido, mesmo os jovens que, após a conclusão do ensino médio, não venham a ter mais qualquer contato escolar com o conhecimento em Física, em outras instâncias profissionais ou universitárias, ainda terão adquirido a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vivem. (PCNEM, 2000).

Ao final da aplicação da sequência didática os alunos poderão ter condições de reconhecer alguns componentes e suas importâncias em circuitos elétricos, montagem

de circuitos elétricos em placa *protoboard*, bem como monitorar corrente elétrica, tensão e resistência com utilização do multímetro.

No decorrer do trabalho as atividades constituintes da sequência didática serão descritas, com destaques e comentários sobre como elas foram definidas bem como os objetivos educacionais desejados com cada uma das atividades. No total da sequência foram desenvolvidas 7 atividades totalizando 28 horas/aula de aplicação.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente trabalho foi fundamentado na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e da Teoria Sociocultural de Vygotsky.

### 2.1 Ausubel e a Teoria da Aprendizagem Significativa

Conforme a perspectiva cognitiva clássica de Ausubel (1978) *apud* Moreira (2009), a aprendizagem significativa só ocorrerá se o aprendizado do aluno for levado em consideração. Com a utilização de material significativo, de maneira não arbitrária, e com manifestações de interesse do aprendiz em aprender. Neste processo de aprendizagem espera-se que as novas informações interajam com o conhecimento prévio e não ocorra um processo de simples memorização.

A aprendizagem significativa é definida como um processo pelo qual uma nova informação ancora-se com aspectos relevantes da estrutura cognitiva do indivíduo, chamado de subsunçores por Ausubel.

Para Ausubel a aprendizagem significativa ocorre, no mínimo, por meio de dois processos cognitivos: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

A diferenciação progressiva utiliza inicialmente conceitos mais gerais e inclusivos para progressivamente diferenciá-los, conforme detalhes específicos.

Ausubel baseia-se em duas hipóteses: a) é mais fácil para o ser humano captar aspectos diferenciados de um todo mais inclusivo previamente aprendido, do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas; b) a organização do conteúdo de uma certa disciplina, na mente de um indivíduo, é uma estrutura hierárquica na qual as ideias mais inclusivas estão no topo da estrutura e, progressivamente, incorporam proposições, conceitos e fatos menos inclusivos e mais diferenciados. (MASINI E MOREIRA, 2001).

Já, a reconciliação integrativa, segundo processo cognitivo, ressalta a importância da utilização de materiais que evidenciem as relações entre ideias, apontem suas semelhanças e diferenças. *“Quando se propõe o estudo de um conteúdo novo, deve-se primeiro introduzir ideias básicas, depois conceitos chaves e progressivamente diferenciá-los”* (GRIEBELER, 2012. p. 14).

## 2.2 A Teoria Sociocultural de Vygotsky

A teoria desenvolvida por Lev Vygotsky possui propostas no âmbito psicológico e tema central a relação entre pensamento e linguagem. Centrada na questão de como os fatores sociais e culturais influenciam na aquisição de conhecimentos pela interação do sujeito com o meio (*apud* SILVA ROSA, 2010).

Segundo Vygotsky, para compreender adequadamente o desenvolvimento de um indivíduo, deve-se considerar os níveis de desenvolvimento.

De acordo com Vygotsky, a Zona de Desenvolvimento Real (ZDR) representa uma região onde os conceitos já aparecem definidos, apresentam seus valores e significados já prontos enquanto que a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) caracteriza-se como uma região onde a mediação de novas aprendizagens é significativa, é nessa região que devem operar a escola e o professor. Funções em desenvolvimento facilitam a mediação enquanto que desconstruções de conceitos já elaborados denotam maior dificuldade. (*ibid*).

A ZDP é onde está acontecendo o desenvolvimento e pode ser operada potencialmente. ZDP é um conceito flexível, complexo e medível. É amplo e variado, não visível na prática. Cada tópico, micro-momento, em diferentes pessoas, seriam ZDPs diferentes. A intervenção é importante no processo, mas de forma ativa inferindo com intencionalidades do próprio sujeito e o ambiente tem que ser estruturado culturalmente de forma não passiva, com um entorno que possibilite essas intervenções. Interferir intencionalmente é importante no desenvolvimento de uma criança.

O processo de aprendizagem, com situações-problema que transitem pela Zona Proximal, sempre com auxílio e mediação, possibilita a ampliação da Zona Real, onde o conhecimento é consolidado e é possível trabalhar só, sem necessidade de mediação.

Já os conceitos científicos apresentam inicialmente um nível de abstração cabendo ao mediador incorporar novos conceitos em sua formação, contrariamente aos conceitos espontâneos. Os conhecimentos científicos são os responsáveis pelo desenvolvimento da consciência reflexiva.

A teoria de Vigotsky assim como a de Ausubel se caracterizam muito mais como epistemologias do que com o conhecimento propriamente dito embora Ausubel e Vygotsky mencionam a importância da escola e das mediações do professor no processo de aprendizagem.

É possível verificar no ambiente escolar, onde o heterogêneo predomina ao homogêneo, a multiplicidade a unicidade, que crianças advindas de diferentes culturas e ambientes sociais, apresentam características singulares, não uniformes, onde a interação entre essas diferentes formas de ser-agir-pensar, com mediação do professor, tendem a ser significativo.

As atividades a serem aplicadas durante a proposta da sequência didática buscam atender aos princípios da Aprendizagem Significativa dando importância aos conhecimentos prévios dos alunos de modo a valorizar os *subsunçores*, e também abordando assuntos de formas mais gerais para posteriormente trabalhar com questões mais específicas, sempre procurando realizar algumas retomadas dos temas a fim de progressivamente diferenciá-los.

A partir das concepções de Vygotsky, se buscará promover um espaço que privilegie o contato social entre os envolvidos. Alunos e professores serão considerados parceiros nesta missão. De acordo com Bock (2002) o aluno jamais poderá ser visto como alguém que não aprende, possuidor de algo interno que dificulta sua aprendizagem. Não há aprendizagem que não gere desenvolvimento; não há desenvolvimento que prescindida da aprendizagem.

### 3 ESTUDOS RELACIONADOS

Desenvolvido na Itália, no ano de 2005, o Arduino foi proposto para que alunos de design utilizassem a eletrônica e programação de computadores em seus projetos de arte, interatividade e robótica. De lá pra cá, a utilização da plataforma microcontrolada Arduino tem sido utilizada nos mais variados projetos e aplicações por hobistas em geral, com uma ampla biblioteca de inúmeros projetos disponíveis para todos. Entretanto, na área da educação, a utilização dessa plataforma de aquisição, controle e análise de dados ainda está em processo de desenvolvimento. A quantidade de trabalhos com cunho didático-pedagógico para aplicação e sala de aula que possibilite desenvolver uma aprendizagem significativa ainda é bastante deficitária. A seguir, segue alguns dos trabalhos encontrados e que, de certa forma, serviram para nortear essa proposta de trabalho.

Amorin *et al* (2011) baseiam-se na implementação de obtenção de dados de experimentos por meio de uma placa Arduino e um *software* de recebimento dos dados e é justificada como uma forma alternativa e de baixo custo para obtenção e posterior análise desses dados. No estudo apresentado é destacado o alto custo de kits e a importância do uso de computadores para aquisição e manipulação de dados.

Para a leitura e armazenagem dos dados foi necessário um programa específico. Nesse caso em especial ele foi desenvolvido utilizando o *software LibertyBasic*<sup>5</sup> o que, segundo os autores, possui comandos de compreensão relativamente simples.

Os exemplos utilizados foram baseados em um oscilador amortecido e transferência radiativa de calor.

Nessa proposta os autores utilizaram a plataforma Arduino no recebimento de dados enquanto que nós utilizamos para receber dados e executar uma ação que no caso foi a de acender um LED (*Light Emitter Diode* – diodo emissor de luz).

No artigo Física com Arduino para iniciantes, os pesquisadores Cavalcanti, Tavo-laro e Molisani (2011) buscaram diferentes modos de operar o Arduino para funcionar como uma interface alternativa na aquisição e automação de dados em atividades experimentais de física via porta USB do computador.

---

<sup>5</sup> <http://www.libertybasic.com/>. Acesso em 12 de fevereiro de 2016.

No desenvolvimento da proposta foram utilizados capacitores de modo a estudar seus momentos de carga e descarga. Os dados nos diferentes experimentos foram obtidos e, a partir de uma linguagem denominada *processing*, era gerado um gráfico em tempo real. Por mais que os pesquisadores ressaltem a facilidade de obtenção de códigos de programação nesse ambiente através da *internet*, o fator de exploração de algumas problematizações pode ficar restrito a códigos já pré-elaborados.

No sentido de se trabalhar com uma maior liberdade de problematizações com os dados obtidos de experimentações, o *Excel* pode se mostrar um ambiente de maior facilidade de manipulação dos dados tanto pelo professor quanto pelo aluno uma vez que é um *software* mais presente no cotidiano dos estudantes e possui uma interface que possibilita a proposição de desafios vinculados diretamente aos dados recebidos da parte da experimentação.

A dissertação “Eletricidade: uma sequência didática para o Ensino Médio integrado” de Moacir Borges Fernandes apresenta uma sequência didática aplicada com alunos do primeiro ano do Ensino Médio Integrado do Curso de Mecatrônica do Instituto Federal do Rio Grande do Sul. Ela destaca como objetivo significar conceitos básicos sobre Eletricidade, como Tensão Elétrica, Corrente Elétrica, Resistência Elétrica, Potência Elétrica e Energia Elétrica através de atividades que possibilitaram uma participação ativa e reflexiva na construção do conhecimento.

A sequência utilizou, no primeiro momento, atividades baseadas em simulações computacionais, posteriormente, os conceitos foram trabalhados através de experimentos com lâmpadas de enfeites natalinos. No terceiro momento, conhecimentos de Eletrônica Básica e de Programação foram empregados em experimentos envolvendo o microcontrolador, oportunizando, então, uma iniciação à montagem de circuitos.

A utilização de subsunçores foi fundamental para ancorar entre o velho e novo conhecimento, principalmente na capacitação dos alunos para o contato inicial com o Arduino.

A aplicação da sequência didática mostrou que é possível tornar o ensino mais atrativo e participativo e adequado para facilitar a aprendizagem significativa de conceitos de eletricidade.

A dissertação de mestrado “Construção e interpretação de gráficos da cinemática: uma proposta para o ensino médio politécnico” de Luís Antônio de Quadros Dworakowski apresenta uma unidade didática para sanar dificuldades enfrentadas pelos estudantes

da Educação Básica na construção e interpretação de gráficos, assunto pertinente em várias áreas do conhecimento.

A unidade didática é composta por dois módulos e foi aplicada em duas turmas do 1º Ano do Ensino Médio. O primeiro módulo enfatizou o estudo do plano cartesiano, conhecimento necessário para o entendimento e o estudo de gráficos da Cinemática, já o segundo, abordou a construção e interpretação de gráficos com utilização de tecnologias.

Conforme os dados verificados na dissertação a Unidade Didática constitui uma possibilidade eficaz para a introdução ao estudo de gráficos, pois foi possível verificar habilidades desenvolvidas, tais como, localizar o plano cartesiano e aplicar o conhecimento abstrato em situação concreta.

A sequência didática desenvolvida apresenta semelhança com os estudos relacionados quando tratamos de utilização de tecnologias em sala de aula e pela busca por atividades diferenciadas que coloquem o aluno em uma posição de investigador e que esteja amparado por documentos oficiais que nos orientam. Como diferencial a proposta traz a montagem de um kit de eletrodinâmica de baixo custo e versátil e, também, em relação a organização das atividades, em que cada atividade realizada inicialmente vai preparando os alunos para as atividades posteriores. No início foram explorados os conceitos de isolante e condutor, a partir de testes de continuidade, na sequência os alunos foram desafiados a desvendar o princípio de funcionamento de uma *protoboard*, para, só então, montarem circuitos elétricos e realizarem medidas experimentais.

## 4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A produção educacional resultante dessa dissertação foi concretizada através de uma proposta de Sequência Didática para ser desenvolvida em aulas de Física no terceiro ano do Ensino Médio especificamente sobre o conteúdo de eletrodinâmica.

Nesse sentido, apresenta-se neste capítulo a metodologia aplicada na elaboração da Sequência Didática, bem como seus objetivos, local de aplicação, materiais e recursos necessários, tópicos propostos, aplicação das atividades e instrumentos de pesquisa.

### 4.1 Objetivos

#### 4.1.1 Objetivo Geral

Conceber, implementar e avaliar uma Sequência Didática sobre o ensino de eletrodinâmica fazendo uso de Tecnologias de *Hardware* e *Softwares*, amparado nas teorias de Ausubel e Vygotsky.

#### 4.1.2 Objetivos Específicos

1. Possibilitar aos alunos um contato e manipulação de componentes e medidores de grandezas elétricas e magnéticas e construtores de circuitos.
2. Potencializar o ensino de eletrodinâmica com a utilização de tecnologias presentes em nosso dia-a-dia.
3. Construir e problematizar situações/questões referentes a eletrodinâmica com a utilização da plataforma *Arduino* e o *software* de planilhas eletrônicas *Excel*.
4. Incrementar circuitos com elementos ocultos que possibilite aos alunos sua identificação por meio do efeito relativo à sua presença em circuitos elétricos.

## 4.2 Local de aplicação

O local de aplicação da proposta foi na Escola Estadual de Ensino Médio Vera Cruz, na cidade de Vera Cruz – RS, que conta com três turnos de funcionamento e cerca de 1200 alunos, sendo que a turma na qual essa proposta foi aplicada era do turno da noite, constando de 37 alunos no início do período letivo, sendo que com o passar do tempo esse número foi sendo reduzido em função de evasão. Ao total participaram da aplicação 32 alunos divididos em 8 grupos. Antes de iniciar a aplicação da Sequência Didática, o projeto foi apresentado pelo professor pesquisador a todos os estudantes, entregando também o termo de consentimento livre e esclarecido, conforme APÊNDICE A.

Grande parte dos alunos do turno da noite é proveniente do interior do município, sendo que em torno de 40% deles provêm da parte urbana. Nesse contexto, estão presentes alunos com interesses diversos que vão desde a simples conclusão do Ensino Médio ao interesse de prosseguir os estudos, agregar conhecimentos as suas práticas diárias, etc.

Um percentual grande desses alunos trabalha durante o dia, muitos deles se deslocam diretamente para a escola após o trabalho.

A carga horária destinada à disciplina de Física é de 3 hora/aula semanais com duração de 40 minutos cada.

Buscando novas formas de abordagem dos conteúdos, que complementem aulas meramente expositivas e com alguns experimentos demonstrativos, surge a ideia de uma sequência didática, sustentada com o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), de modo que os alunos sejam sujeitos ativos em um processo de ensino e aprendizagem e que tal ocorra de forma colaborativa.

A proposta está alicerçada nos documentos oficiais que destacam a importância de se trabalhar mais com assuntos que se possam estabelecer relações com fatos do dia-a-dia, justificando o Ensino Médio como o fim de uma etapa na qual esses saberes deverão ser contemplados.

### 4.3 Tópicos Propostos

O material desenvolvido consta de um kit contendo componentes e recursos necessários para a execução da sequência didática que foi contemplada, juntamente com a descrição de atividades, problematizações e textos de apoio.

Essa sequência didática e todo o material de apoio necessário encontram-se descritas no quadro 1.

QUADRO 1: Descrição das atividades, recursos utilizados e objetivos.

Descrição da atividade	Recursos	Objetivos de aprendizagem Ao final das atividades os alunos deverão ser capazes de:	Aulas
1) Pesquisa sobre alguns componentes eletrônicos e circuitos básicos.	<i>Internet, smartphones</i> , componentes eletrônicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Conhecer o básico sobre alguns componentes eletrônicos bem como suas funcionalidades em um circuito;</li> <li>✓ Distinguir circuitos abertos de fechados;</li> <li>✓ Realizar trabalhos autorais, gravar arquivos de áudios, fotografar componentes e elaborar QR code;</li> </ul>	4
2) Teste de continuidade	Multímetro, caixa com diversos materiais condutores e isolantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identificar a conectividade entre dois pontos distintos quando interligados por fio condutor;</li> <li>✓ Categorizar os diferentes materiais testados (isolantes e condutores);</li> </ul>	2
3) Conhecendo a placa <i>protoboard</i> e o multímetro e estabelecendo o primeiro circuito elétrico.	Placa <i>protoboard</i> , Multímetro, LED, resistores, jumpers e fonte de energia	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Encontrar o padrão de conectividade de uma placa <i>protoboard</i>;</li> <li>✓ Identificar a forma correta de conectar os componentes na montagem de um circuito;</li> <li>✓ Aprender a utilizar o multímetro para diferentes tipos de medidas e condições;</li> </ul>	3

4) Identificando problemas em circuitos elétricos.	Placa <i>protoboard</i> , Multímetro, LED, resistores, jumpers e fonte de energia	✓ Descobrir e corrigir erros básicos e comuns na montagem de circuitos elétricos simples;	3
5) Associação de resistores: circuitos em série.	Placa <i>protoboard</i> , Arduino, excel e componentes elétricos em geral como resistores, LEDs e <i>jumpers</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Monitorar tensão e corrente elétrica em diferentes pontos do circuito elétrico;</li> <li>✓ Analisar o comportamento da corrente elétrica com o aumento de resistores em um circuito elétrico;</li> <li>✓ Identificar as principais características de um circuito de resistores em série;</li> </ul>	6
6) Sensores baseados em resistência variável (sensores resistivos)	Sensores foto-resistivos, placa <i>protoboard</i> , Arduino, Excel	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Observar as diferenças entre resistores de carbono e LDR.</li> <li>✓ Identificar qual o fator que faz a resistência de um LDR modificar;</li> <li>✓ Entender o funcionamento de alguns sensores encontrados em nosso dia-a-dia bem como suas aplicações;</li> </ul>	5
7) Efetuando cálculos de corrente elétrica, tensão e resistência em circuitos em série.	Placa <i>protoboard</i> , Arduino, excel e componentes elétricos em geral como resistores, LEDs e <i>jumpers</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Efetuar cálculos de tensão e corrente elétrica;</li> <li>✓ Determinar o valor da resistência de resistores ocultos.</li> </ul>	5

Essas atividades foram acompanhadas de tarefas desafios que possibilitaram aos alunos a aplicação de conhecimentos adquiridos no decorrer da realização do experimento.

A ideia das tarefas desafios é proporcionar aos alunos colocar em prática o aprendizado proporcionado pela realização da sequência didática, sendo parte integrante dela.

Um exemplo é o de circuitos elétricos em série, paralelo e misto, no qual um dos resistores do circuito encontra-se escondido, sendo necessário a intervenção dos alunos, embasados nos conhecimentos previamente adquiridos, para descobrir o valor da resistência desse resistor. Também pode ser solicitado prever, *a priori*, por meio de cálculos, a corrente elétrica ou a tensão nas extremidades de determinado resistor para em seguida verificar mediante a prática.

Esse tipo de atividade consta da sequência de atividades elaboradas de modo que os alunos tenham subsídios teóricos e práticos para suplantar esses desafios. Os desafios são propostos em níveis crescentes de complexidade, permitindo a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.

#### **4.4 Descrição das atividades da Sequência Didática**

A necessidade de se estabelecer um vínculo entre a teoria abordada em aulas expositivas e as aulas práticas, dinâmicas buscando potencializar a atividade educativa em um caráter teórico-prático de uma forma significativa encontra suporte em Dorneles (2010), que destaca o caráter de indispensabilidade de uma metodologia didática baseada no método *Predizer, Interagir e explicar* de modo a tornar os alunos mais críticos durante as aulas de laboratório. Isso está de acordo com os resultados de Crouch et al. (2004) onde sugere que, com o simples uso de atividades de demonstração, os alunos aprendem pouco, mas quando solicitados a fazerem algumas previsões antes de verem a demonstração, podem apresentar melhor compreensão dos conceitos físicos envolvidos.

A proposta didática caracteriza-se pela participação ativa dos alunos. Em relação à dinâmica das aulas, utilizou-se o método colaborativo presencial (DORNELLES, 2010) ancorado nos princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, propostos por Ausubel, 2003, e na interação social proposta por Vygotsky (2003).

Dessa forma, na primeira etapa foi elaborado um roteiro de atividades que comporiam a sequência didática, seus objetivos e quais os materiais necessários para a sua execução. A partir desse ponto veio a definição dos componentes e elementos que constituiriam o kit para posterior levantamento de preços e aquisição. Na escolha dos elementos presentes no kit (APÊNDICE B), alguns deles não foram utilizados na sequência mas servem para posteriores atividades.

A figura 1 registra o momento do recebimento dos componentes para posterior distribuição em caixas organizadoras. A ideia de distribuí-los em caixas organizadoras é a de que cada grupo receba um kit e torne-se responsável pelo seu material, tanto na hora de realizar o experimento quanto na hora de recolhê-los ao final da aula.

Figura 1: Recebimento e distribuição dos componentes em kits.



Fonte: Autor

Com o material pronto, a turma foi levada ao laboratório. Os alunos se distribuíram em 8 mesas, sendo os grupos formados por 3 a 4 alunos, em média. A acomodação dos alunos nas mesas deu-se por afinidades e essa organização inicial foi quem definiu os grupos de trabalho.

Nesse momento deu-se o primeiro contato dos alunos com o material de trabalho. Alguns alunos tinham conhecimento de alguns componentes enquanto que a maioria os desconhecia. Esses alunos que demonstraram algum conhecimento prévio eram estudantes oriundos de cursos técnicos do Senai (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial).

Esse primeiro contato deu origem a uma atividade não prevista inicialmente na definição da sequência que tratou dos alunos pesquisarem sobre alguns componentes identificando sua função em um circuito. Essa atividade oportunizou formar ideias prévias nos alunos que não possuíam conhecimentos sobre os componentes além de fomentar a curiosidades acerca dos mesmos.

A seguir é apresentada a descrição das atividades em ordem da Sequência Didática elaborada e discutida nessa dissertação:

### **1ª Atividade: Pesquisa sobre componentes/circuitos elétricos, gravação de um arquivo de áudio, elaboração de uma fotografia e criação de um QR code.**

A primeira atividade e, por que não dizer, um primeiro contato para alguns alunos com os materiais que seriam trabalhados durante as aulas foi a de pesquisar sobre algum componente/elemento, entre eles, placa *protoboard*, multímetro, resistores, LED, LDR (Light Dependent Resistor – resistor dependente de luz), circuito aberto e fechado, associação em série. A atividade consiste em fazer uma breve pesquisa sobre seu assunto. O texto da pesquisa sobre determinado componente deveria ser pensada de forma que, com esse texto elaborado de forma sintetizada, os alunos pudessem gravar um arquivo de áudio com tempo no entorno de 1,5 minutos e que, durante esse tempo, os demais colegas conseguissem ter uma breve noção sobre alguns componentes ao ouvir o áudio. Na última etapa os alunos devem criar um QR code<sup>6</sup> que direcione ao arquivo de áudio para que, quem observasse o trabalho exposto pudesse ter uma breve noção do que o componente eletrônico tratava. A disposição do trabalho encontra-se no APÊNDICE C.

As gravações e fotos produzidas pelos alunos foram feitas com o uso de *smartphone*, muitas vezes caracterizado como um problema a mais para os professores gerirem em sua sala de aula. Aqui nessa atividade ele foi essencial, demonstrando que é possível potencializar seu uso com determinadas atividades tornando-o mais uma ferramenta no processo de ensino e aprendizagem.

Essas gravações foram apresentadas em aula para os demais colegas. Além do arquivo de áudio elaborado através de pesquisas na *internet*, as fotos dos componentes deveriam ser feitas pelos próprios alunos, não podendo ser retiradas da *internet*. Nesse momento deve-se procurar trabalhar com a questão autoral momento no qual os grupos podem ser os autores de seus próprios materiais de trabalho.

Com a imagem obtida e o arquivo de áudio pronto, os alunos são orientados a postar o arquivo de áudio na nuvem<sup>7</sup> (a maioria optou pelo *google drive* por possuírem e-mail do *gmail*). Esse arquivo de áudio foi compartilhado e o acesso a ele foi feito por meio de um QR code gerado em sites *free* utilizados para esse propósito.

Os produtos finais dos alunos estão expostos no laboratório de ciências no qual é possível o acesso de outros alunos, de outras turmas e de outros turnos.

---

<sup>6</sup> <http://www.significados.com.br/qr-code/>. Acesso em 12 de fevereiro de 2016.

<sup>7</sup> <http://www.tecmundo.com.br/computacao-em-nuvem/738-o-que-e-computacao-em-nuvens-.htm>. Acesso em 12 de fevereiro de 2016.

Essa atividade inicial tem um tempo de duração de três horas/aula para a sua execução e uma hora/aula para a apresentação aos colegas.

### **2ª Atividade: Teste de continuidade**

A segunda atividade prática proposta aos alunos envolve a utilização do multímetro na função de verificação da continuidade em diversos tipos de materiais (fios, lâmpadas queimadas e funcionando, interruptores, fusíveis, etc). O teste de Continuidade permite verificar se condutores encontram-se corretamente conectados e se existe continuidade de corrente elétrica ao longo de todo o seu percurso.

Aos alunos cabe verificar se entre dois pontos distintos de determinado material havia ligação ininterrupta entre si. Para isso, eles são estimulados a preencher uma tabela indicando “sim” para caso a continuidade fosse verificada e caso não houvesse, marcar “não”. O multímetro utilizado emite um sinal sonoro (*bip*) em caso de haver continuidade, facilitando a identificação.

Após essa verificação os alunos devem fazer um agrupamento (categorização) dos diferentes materiais verificados, destacando as características em comum que eles apresentam.

Além dos materiais sugeridos pelo professor, os alunos devem testar em anéis, relógios, vidros, na própria pele entre outros materiais. Essa atividade envolve os alunos, desperta a curiosidade e coloca-os em uma posição de investigadores.

A atividade de verificação do teste de continuidade é importante a fim de preparar os alunos para a atividade seguinte, ao qual envolve desvendar as trilhas de uma placa *protoboard*. A atividade encontra-se no APÊNDICE D e o tempo necessário para sua aplicação é de 2 horas/aula.

### **3ª Atividade: Conhecendo a placa *protoboard* e o multímetro**

Nessa atividade os alunos atuam como investigadores, com o propósito de descobrir o padrão de conectividade oculto em placas de prototipagem. A proposta dessa atividade se estrutura na dimensão da aprendizagem por descoberta.

O primeiro é o eixo relativo à maneira de organizar o processo de aprendizagem e a estrutura em torno da dimensão aprendizagem por descoberta/aprendizagem receptiva. Essa dimensão refere-se à maneira como o aluno recebe os conteúdos que deve aprender: quanto mais se aproxima do polo de aprendizagem por descoberta, mais esses conteúdos são recebidos de modo não completamente acabado e o aluno deve defini-los ou “descobri-los” antes de assimilá-los; inversamente, quanto mais se aproxima do polo da aprendizagem receptiva, mais os conteúdos a serem aprendidos são dados ao aluno em forma final, já acabada.

A placa *protoboard* ou matriz de contatos (figura 2) é constituída de uma série de pontos (orifícios) aos quais é possível montar circuitos elétricos antes de os fazê-los de forma definitiva com solda metálica.

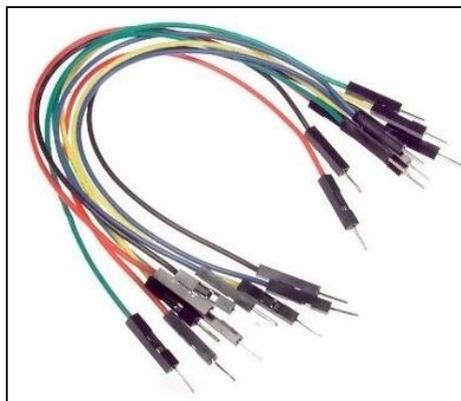
Figura 2: placa *protoboard*.



Fonte: Autor

Alguns desses pontos encontram-se interligados entre si enquanto que àqueles que não se encontram é possível ligá-los por meio de pequenos cabos condutores denominados *jumpers* (figura 3).

Figura 3: placa *protoboard*.



Fonte: Autor

Sendo investigadores de sua própria placa, os alunos tem que efetuar diversos testes de continuidade na placa identificando quais pontos estão, de certa forma, conectados entre si. Com essa verificação, os alunos devem enlaçar em uma figura de uma placa esse padrão de conectividade. Cabe ressaltar que o propósito de proporcionar ao aluno descobrir esse padrão ao invés de fornecê-lo é o de torná-lo sujeito ativo de sua própria descoberta e, nesse sentido, dar mais segurança a eles quando da manipulação da placa em posteriores atividades envolvendo montagem de circuitos.

Como conclusão da 3ª atividade foi colocado um LED em uma *proto-board* e os alunos devem fazê-lo acender utilizando *jumpers* e uma pilha de 1,5V como fonte de energia. Na descrição da atividade é ressaltado sobre a polarização direta do LED, no qual o positivo da fonte deve estar ligado ao positivo do LED e, o negativo da fonte, no negativo do LED. Essa informação serve para reforçar o cuidado que os alunos devem ter ao ligar um LED.

O tempo necessário para aplicação é de 3 horas/aula e a atividade está disponível no APÊNDICE E juntamente com a atividade 2.

#### **4ª Atividade: Identificando problemas em circuitos elétricos**

Ao trabalhar-se com circuitos elétricos em placas de prototipagem é comum a ocorrência de problemas que inviabilizam o funcionamento de um determinado circuito. Os problemas vão desde conexões mal feitas, cabos rompidos, componentes queimados, entre outras. Por mais que tais problemas girem num campo limitado de ocorrências de fácil detecção, para o professor com um grupo de alunos em torno de 40 alunos, o auxílio a detecção desses problemas casuais se faz importante.

Na atividade 4, os alunos recebem circuitos elétricos montados e que não estavam funcionando, nesse caso, cada grupo deve descobrir o tipo de problema e efetuar a correção para que o mesmo passe a funcionar. Cabe ressaltar que o funcionamento adequado implica em fazer o LED do circuito acender.

De forma mais específica, os erros foram apresentados em 6 diferentes circuitos, sendo cada circuito errado designado a um diferente grupo de trabalho. Foi determinado um tempo de 10 min para que cada grupo encontrasse o problema. Após, os grupos deixam o circuito como estava inicialmente e trocam de mesa, fazendo um rodízio, até que passem por todos os diferentes circuitos. Cabe ressaltar que nessa atividade, na

qual os alunos devem retornar os circuitos as suas condições iniciais, foi necessário uma rápida conferência pelo professor em cada um dos circuitos de forma a não comprometer a análise.

Os erros explorados em cada grupo estão melhores apresentados no APÊNDICE F. A atividade dura 3 horas/aula.

### **5ª Atividade: Associação de resistores: circuitos em série**

Em eletrônica é muito comum a utilização de resistores associados em série. A corrente elétrica que flui pelo circuito apresenta uma relação importante com a resistência do resistor e a tensão ao qual o circuito é submetido sendo que é possível controlar o fluxo de carga em um circuito.

Nessa atividade os alunos monitoram a corrente elétrica e a tensão elétrica em uma associação de resistores e LEDs em série utilizando um multímetro digital. No material distribuído aos alunos presente no APÊNDICE G consta uma breve explicação dos cuidados ao se utilizar o multímetro tais como a seleção da grandeza a ser medida bem como ao fundo de escala ideal a ser utilizado sem que o instrumento seja danificado.

Inicialmente os grupos recebem um circuito elétrico esquemático contendo dois resistores diferentes associados em série e utilizam como fonte a saída USB do notebook ligado a placa Arduino. A tensão de saída gira em torno dos 5 V. Os dados encontrados são anotados em uma tabela de coleta de dados. Nessa atividade, após as medidas, os alunos comparam as tensões encontradas em cada resistor e fazem uma análise sobre a forma como a tensão varia em cada um deles, se de forma direta (quanto maior a resistência, maior a tensão) ou de forma inversa. Também podem verificar a corrente elétrica em cada um dos resistores.

Na sequência sugere-se aos alunos acrescentar mais um resistor associado em série aos outros dois, tudo isso orientado por um circuito esquemático presente no material do aluno. Novamente eles medem as tensões e corrente elétrica em cada resistor fazendo uma análise dos valores encontrados.

Antes de montarem o próximo circuito um questionamento é feito: “No caso de associarmos 3 resistores iguais (de mesma resistência), o que irá acontecer com a tensão elétrica em cada resistor?”

Os alunos respondem e, após, um circuito esquemático é proposto. Neste circuito três resistores de mesma resistência são associados em série. Em seguida eles novamente efetuam as medidas de tensão e corrente em cada um deles.

A importância dessa atividade é que ela proporciona aos alunos, por meio da experimentação e análise, chegar a uma conclusão sobre as características fundamentais de circuitos em série que, no ensino tradicional, são transmitidos de forma mecânica dificultando o entendimento dos alunos. Para essa atividade são necessárias 5 horas/aula.

### **6ª Atividade: Sensores baseados em resistência variável (sensores resistivos)**

O LDR possui a interessante característica de ser um componente eletrônico cuja resistência elétrica diminui quando sobre ele incide energia luminosa. Isto possibilita a utilização deste componente para desenvolver um sensor que é ativado (ou desativado) quando sobre ele incidir energia luminosa.

A resistência do LDR varia de forma inversamente proporcional à quantidade de luz incidente sobre ele, isto é, enquanto o feixe de luz estiver incidindo, o LDR oferece uma resistência muito baixa. Quando este feixe é cortado, sua resistência aumenta.

Para verificar esse efeito sugere-se a realização de uma atividade envolvendo um circuito contendo um LED, um resistor de proteção ao LED e um LDR associado em série. Os alunos são orientados a cobrir o LDR e observar o que ocorre com o LED. Com o comportamento observado questiona-se os alunos sobre a iluminação pública, na qual as luzes ligam automaticamente em um certo horário. Esse fenômeno responsável pelo acendimento tem comportamento contrário ao observado na atividade. Caso fosse igual, as luzes estariam acesas em ambientes claros e, ao anoitecer, apagariam, o que não é o propósito que se busca.

Nesse momento, é oferecida a possibilidade de trabalhar com sistemas automatizados e controlados por uma placa microcontroladora Arduino UNO. Nessa atividade os alunos podem perceber a importância de componentes que sofrem alterações em função de algumas características externas (como a luminosidade no caso do LDR). Controlando e monitorando essas alterações eles percebem que é possível estabelecer funções

condicionais como, por exemplo, quando o LDR atingir um valor de resistência maior ou igual a determinado valor o LED acende, caso contrário ele permanece apagado.

Essa função condicional foi estabelecida utilizando-se um software bastante intuitivo no qual a programação é feita em blocos que são montados como um quebra-cabeças. Além de simples de elaborar o código do programa, o entendimento torna-se mais claro. O software utilizado foi o *Scratch S4*<sup>8</sup> que possui uma interface que permite seu uso junto a plataforma Arduino. Com o circuito montado os alunos podem experimentar mudanças de algumas variáveis e verificar o efeito produzido, tudo sob a orientação do professor. Essa atividade tem sequência em outras aulas nas quais os alunos experimentam, além de acender um LED, rodar um gravação de voz ou arquivos de músicas. Para a atividade são necessárias 5 horas aula. (APÊNDICE H apresenta o roteiro da atividade).

### **7ª Atividade: Efetuando cálculos de corrente elétrica, tensão e resistência em circuitos em série**

Os alunos são provocados a construir circuitos e a monitorar grandezas com auxílio de multímetro. Isso proporciona a eles estabelecer detalhes importantes tais como: principais características de associação em série de resistores bem como a relação existente entre a resistência elétrica ( $R$ ), a tensão ( $U$ ) e a corrente elétrica ( $I$ ).

Nessa atividade, os alunos encontram alguns resistores desconhecidos presentes em circuitos em série. O objetivo é desvendar as características omitidas por meio de cálculos. Após os cálculos os alunos podem montar o circuito elétrico na prática e verificar se os valores encontrados são iguais aos calculados. Para a atividade são necessárias 5 horas aula. (APÊNDICE I apresenta o roteiro da atividade).

---

<sup>8</sup> <http://s4a.cat/>. Acesso em 12 de fevereiro de 2016.

## 5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E AVALIAÇÃO

Relato circunstanciado da realização das atividades.

### 5.1 Atividade 1: Pesquisa sobre alguns componentes eletrônicos e circuitos básicos.

#### Objetivos de aprendizagem:

- Conhecer o básico sobre alguns componentes eletrônicos bem como suas funcionalidades em um circuito;
- Distinguir circuitos abertos de fechados;
- Realizar trabalhos autorais, gravar arquivos de áudios, fotografar componentes e elaborar QR code.

Houve um envolvimento por parte dos grupos de alunos na realização dessa tarefa. Alguns alunos questionaram sobre o porquê de não pegarmos fotos prontas da *internet*, possibilitando informá-los de que muitas imagens requerem a observância dos direitos autorais para seu uso e que nem sempre elas estavam disponíveis para uso livre.

Figura 4: Algumas das fotos realizadas pelos alunos para a 1ª atividade



Fonte: Autor

Um fato interessante observado é que cada grupo trabalhou em conjunto na realização de todas as etapas da atividade sem fazer uma fragmentação e distribuição de

tarefas. Nesse sentido, todos participaram de todas as etapas, dando sugestões e contribuindo de forma bastante significativa.

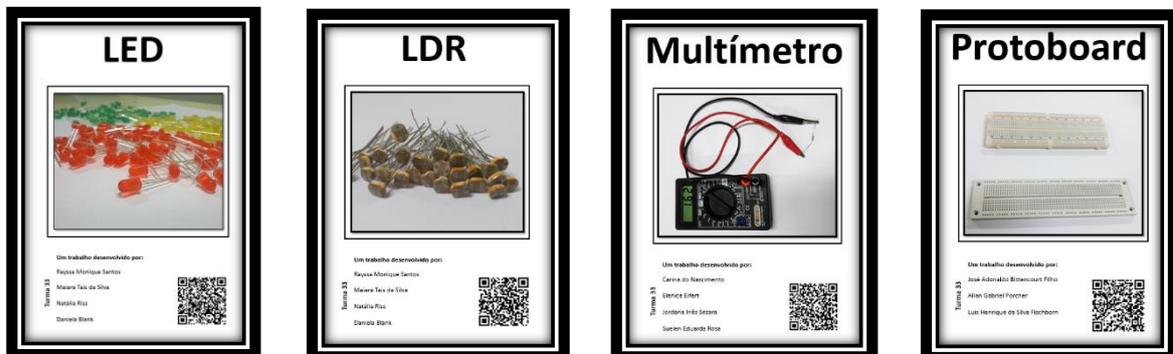
Essa pesquisa proporcionou um primeiro contato para muitos dos alunos com o material a ser trabalhado.

Vale ressaltar que o principal material utilizado pelos alunos para a execução da atividade foi o *smartphone*, que em outros momentos e em diferentes disciplinas tem sido motivo de preocupação pelo seu uso em momentos inapropriados durante as aulas.

Como avaliação dessa atividade pode-se ressaltar as potencialidades que os *smartphones* possuem quando incorporados em atividades que requerem sua utilização, aliando essa tecnologia (que é do gosto dos alunos) à busca por conhecimento.

Indícios de aprendizagem desses componentes/circuitos serão melhor observados nas atividades subsequentes onde esses conhecimentos se farão necessário. Mas podemos afirmar que, *a priori*, o fato de tê-los deslocados a função de autores de uma proposta que pôde ser observada por alunos de outras turmas já os torna protagonistas (figuras 5 e 6).

Figura 5: Alguns trabalhos desenvolvidos pelos alunos



Fonte: Autor

Figura 6: trabalho sendo acessado por uma aluna.



Fonte: Autor

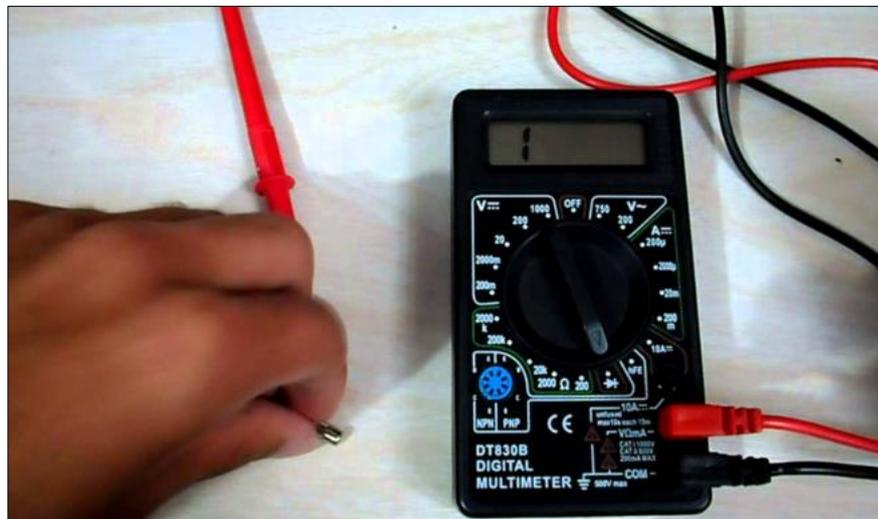
## 5.2 Atividade 2: teste de continuidade

### Objetivos:

- Identificar a conectividade entre dois pontos distintos quando interligados por fio condutor;
- Categorizar os diferentes materiais testados (isolantes e condutores).

A atividade 2 permitiu aos alunos uma orientação sobre algumas funções do multímetro, cuidados que se deve ter ao utilizá-lo de acordo com um fundo de escala adequado e, entre essas funções, o teste de continuidade (figura 7). Com ele os alunos puderam perceber e hierarquizar diferentes materiais utilizados nos testes.

Figura 7: Teste de continuidade



Fonte: Autor

Essa categorização aconteceu em todos os grupos como sendo os que permitiram continuidade como sendo os materiais metálicos e, os que não permitiram, materiais plásticos e emborrachados. Em alguns grupos, além de mencionarem as palavras metálicos e plásticos, surgiu a ideia de materiais isolantes e condutores.

Um detalhe importante que foi observado e pontuado por alguns grupos diz respeito ao fato de que nem todo material metálico ou condutor irá apresentar continuidade. A ideia realça a necessidade de se diferenciar circuitos elétricos abertos e fechados. Um cabo condutor só permitirá continuidade caso esteja em circuito fechado com o multímetro.

Com a realização dessa atividade os alunos tornaram-se preparados para a realização da terceira atividade.

### 5.3 Atividade 3: Conhecendo a placa *protoboard* e o multímetro e estabelecendo o primeiro circuito elétrico.

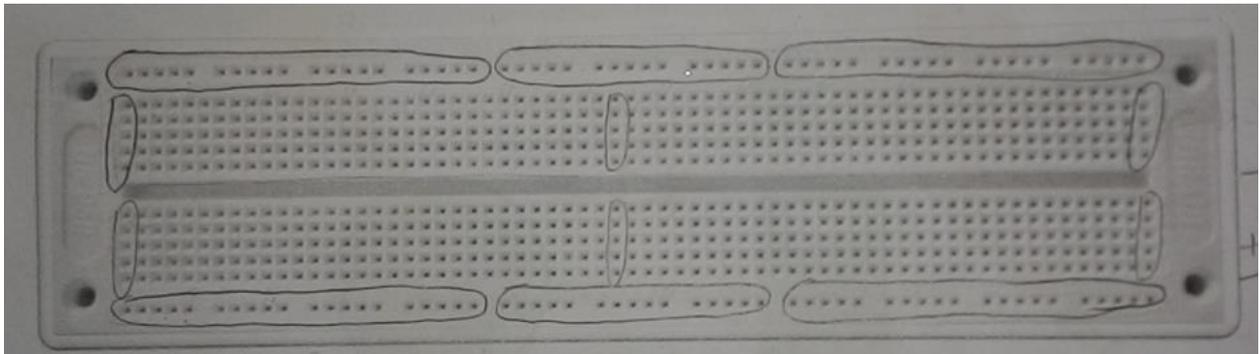
#### Objetivos:

- Encontrar o padrão de conectividade de uma placa *protoboard*.
- Identificar a forma correta de conectar os componentes na montagem de um circuito.
- Aprender a utilizar o multímetro para diferentes tipos de medidas e condições.

Nessa atividade se explorou um pouco mais sobre as principais funções do multímetro e deu-se ênfase àquelas grandezas que serão medidas em atividades posteriores como, por exemplo, tensão, corrente elétrica e resistência elétrica. Os grupos, com auxílio do professor e consulta ao material de apoio, puderam perceber a importância de se conhecer fundos de escalas e evitar possíveis danos no multímetro.

Investigando a placa *protoboard* os grupos enlaçaram em uma imagem quais pontos estavam interligados entre si. As imagens abaixo ilustram a tarefa realizada por dois grupos. Na figura 8 é possível perceber alguns pontos assinalados de forma correta de como os pontos se interconectam entre si.

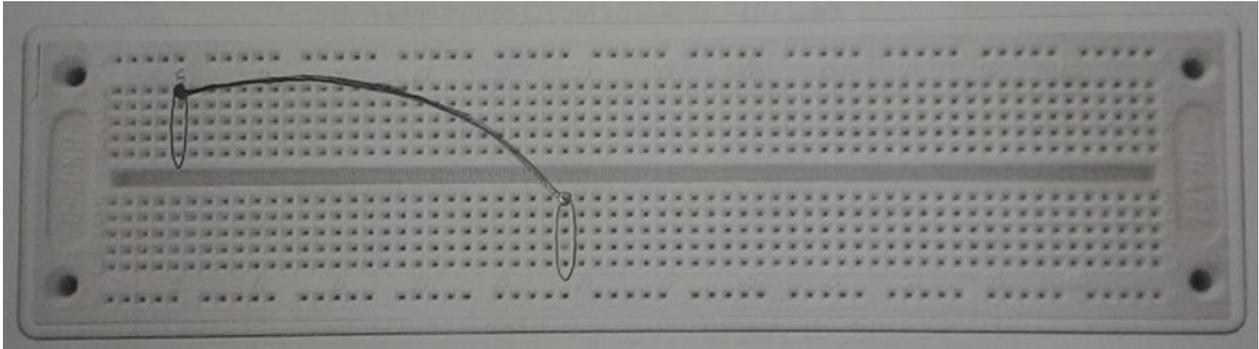
Figura 8: *Protoboard* assinalada pelos alunos



Fonte: Autor

Uma extensão da atividade consistia em ligar dois pontos distintos com um jumper e (figura 9), após, verificar quais pontos passavam a ter conexão entre si. Nessa tarefa houve um pouco de confusão sendo que a maioria dos grupos necessitou da intervenção do professor.

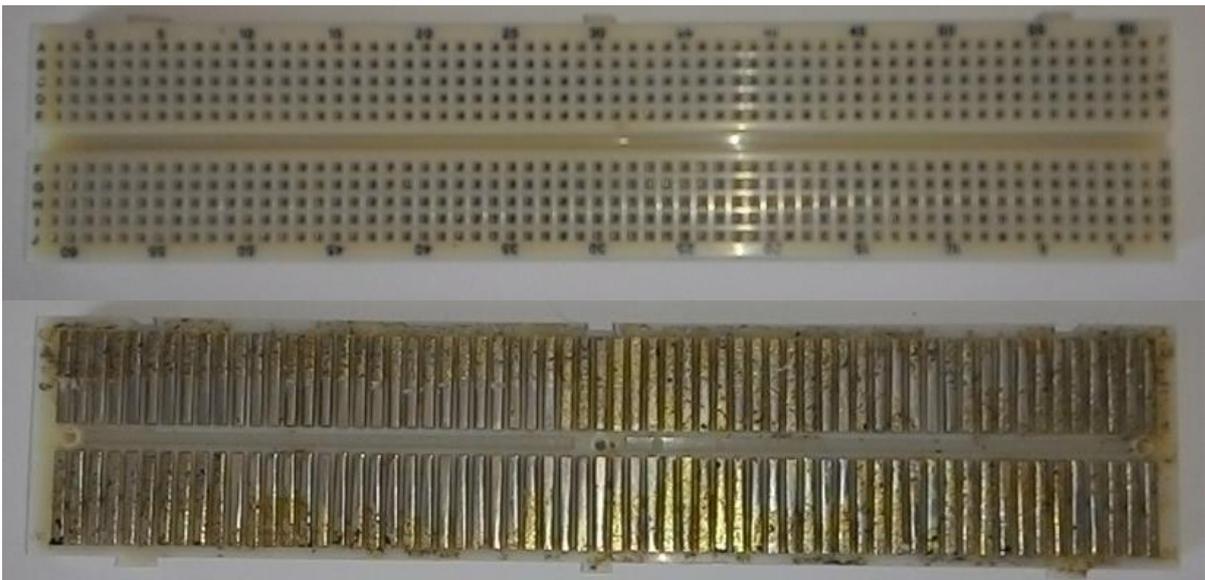
Figura 9: *Protoboard* assinalada pelos alunos



Fonte: Autor

Após, o professor mostrou aos alunos a parte central de uma *protoboard* “aberta” (figura 10) onde os alunos puderam observar chapas metálicas estabelecendo os contatos. Isso permitiu aos alunos verificarem se o que haviam assinalado foi feito de forma correta.

Figura 10: *Protoboard* – vista frontal e traseira



Fonte: Autor

Na tarefa conclusiva, na qual os grupos deveriam ligar um LED disposto sobre a placa, utilizando-se de uma pilha de 1,5V e *jumpers*, novamente foi necessário a intervenção do professor para alertá-los sobre o fato de o LED só funcionar com polarização direta e pelo fato de ligar os *jumpers* em pontos da *protoboard* não interligados entre si.

Essas dificuldades encontradas foram consideradas normais e não trouxeram qualquer preocupação, uma vez que na sequência das atividades os grupos deveriam habituar-se à lógica de construção da placa e em um processo evolutivo ir se habituando.

#### 5.4 Atividade 4: Identificando problemas em circuitos elétricos.

##### Objetivos:

- Descobrir e corrigir erros básicos e comuns na montagem de circuitos elétricos simples.

Um dos erros apresentados foi resolvido por todos os grupos com certa facilidade e consistia de circuito com o LED polarizado de forma indireta (invertido). Essa solução encontrada de forma rápida não foi surpresa uma vez que, quando da atividade de teste de continuidade de diferentes materiais e com o trabalho de pesquisa feito pelo grupo que abordou sobre os LEDs a ligação deveria ser polarizada de forma direta, ou seja, positivo da fonte com positivo do LED e negativo da fonte com negativo do LED.

Outro problema proposto era o uso de um circuito ligado de forma errada na *proto-board*, desobedecendo o padrão de conectividade, na qual eles haviam testado na atividade anterior. O jumper que deveria estar ligado na mesma coluna do LED estava levemente deslocado para uma coluna ao lado. Nesse momento pode-se perceber que alguns grupos encontraram uma certa dificuldade em detectar esse erro. Avaliando, *a posteriori*, foi possível detectar que esses mesmos grupos não haviam demonstrado total clareza quando da realização das atividade de desvendar as trilhas da *proto-board*.

O uso de um LED queimado foi mais um dos erros. Esse desafio demandou um tempo maior para os grupos, pois mesmo tendo sido verificados em atividades anteriores que sem alguns cuidados os LEDs queimavam com certa facilidade, essa possibilidade não pareceu tão óbvia e poucos grupos conseguiram resolver o problema.

Nessa mesma atividade ocorreram alguns casos em que o grupo, ao retornar o circuito à forma original, além do erro do LED queimado colocou-o invertido, criando, a princípio, dois problemas no mesmo circuito.

Outro erro proporcionado foi o mais incomum de ocorrer e, em função disso, o mais difícil de ser encontrado. Nesse desafio, utilizaram-se *jumpers* danificados (cortados ao meio) e mascarados com fita isolante. Pensando no fato de uma fita isolante afixada no meio do jumper ser um fator estranho e facilitar a identificação do erro, todos os *jumpers* utilizados em todas as mesas, tanto os bons quanto os danificados apresentavam essa fita isolante no meio não se tratando, portanto, de um fator estranho.

Nesse desafio apenas um dos grupos conseguiu resolver o problema. Em função desse erro não ser muito comum o resultado encontrado não surpreendeu e nem foi tampouco preocupante mas serviu para que os alunos percebessem que o uso de cabos danificados também é um fator que inviabiliza o funcionamento de um circuito e que merece uma verificação cuidadosa.

A ligação errada na fonte de alimentação foi mais um erro. Como já havíamos trabalhados com circuitos simples e a tensão utilizada provinha do *netbook* com a placa Arduino, já era do conhecimento deles que a alimentação deveria sair dos pinos 5V e GND. No erro criado ambos os cabos saiam do GND.

### 5.5 Atividade 5: Associação de resistores – circuitos em série.

#### Objetivos:

- Monitorar tensão e corrente elétrica em diferentes pontos do circuito elétrico.
- Analisar o comportamento da corrente elétrica com o aumento de resistores em um circuito elétrico.
- Identificar as principais características de um circuito de resistores em série.

Com os conhecimentos adquiridos anteriormente tanto do uso do multímetro quanto do funcionamento da placa *protoboard*, os alunos começaram a montar e monitorar tensão e corrente elétrica em circuitos elétricos associados em série.

Na primeira tarefa os alunos montaram um circuito contendo 2 resistores diferentes ( $82\Omega$  e  $150\Omega$ ) associados em série. Após, utilizando um multímetro digital, eles mediram a tensão elétrica em cada um dos resistores.

Vejamos algumas observações pontuadas pelos grupos:

*“... menor tensão no resistor de  $82\Omega$ , pois sua capacidade é menor.”*

*“Quanto menor a resistência observou-se uma menor tensão.”*

*“A menor tensão ocorreu no primeiro resistor”*

No mesmo circuito os alunos tiveram que medir a corrente elétrica em cada um dos resistores.

*“A corrente elétrica que passa por um resistor é igual a do outro.”*

Na sequência os alunos colocaram um terceiro resistor ( $1200\Omega$ ) e voltaram a efetuar medidas de tensão e corrente elétrica.

*“ As tensões são diferentes e o resistor maior tem maior tensão.”*

*“ A corrente diminuiu pelo fato de haverem mais resistores na corrente”.*

Com essa atividade parte dos grupos puderam perceber que a corrente elétrica que circulava por um resistor era a mesma que circulava pelo outro e que as tensões em cada resistor eram diretamente proporcionais às resistências elétricas de cada um deles.

Também perceberam que, ao colocarem mais um resistor no circuito, a corrente elétrica diminuiu, mas sendo a mesma em cada resistor e que a tensão nos outros resistores sofreu uma queda em função do acréscimo desse novo resistor.

Na sequência levantou-se uma possibilidade de associar-se três resistores iguais e de resistência  $150\Omega$ . Nesse caso perguntou-se qual a tensão em cada um dos resistores. Todos os grupos responderam que a tensão em cada um seria a tensão total dividida por três pelo fato deles serem iguais.

Já, em relação a corrente elétrica, afirmaram ser a mesma em todos os resistores embora não tenham conseguido determinar seu valor.

Após os grupos predizerem o que ocorreria com o circuito previsto, orientou-se que eles montassem o circuito e fizessem as medidas comparando com os resultados previstos.

Após a realização dessa atividade foi realizada uma intervenção para destacar as características encontradas nos circuitos em série, tais como: a tensão total do circuito ser dada pela soma das tensões em cada resistor, a corrente elétrica ser a mesma em cada um dos resistores e a resistência elétrica do resistor poder ser obtida por meio da razão entre a tensão e a corrente do resistor. Como suporte teórico foi utilizado o livro didático *Compreendendo a Física* (Gaspar, 2011).

### **Atividade 6: Sensores baseados em resistência variável (sensores resistivos).**

Objetivos:

- Observar as diferenças entre resistores de carbono e LDR;
- Identificar qual o fator que faz a resistência de um LDR modificar;
- Entender o funcionamento de alguns sensores encontrados em nosso dia-a-dia bem como suas aplicações.

Nessa atividade os alunos montaram um circuito simples contendo um LED, um resistor de carbono como proteção ao LED e um LDR, todos associados em série. Com o circuito montado e o LED aceso em cada um dos grupos, foi sugerido que a luz do laboratório fosse apagada para que o LED fosse visualizado melhor. Nesse momento veio a surpresa a todos, pois o LED simplesmente apagou. Esse comportamento observado gerou uma série de discussões sobre o fato da luz acesa ter “apagado” os LEDs.

O comportamento observado foi comparado pela maioria dos grupos como sendo o mesmo observado na iluminação pública. Foi necessário abrimos uma discussão para perceber que o efeito era semelhante mas ao contrário.

Nessa atividade os alunos verificaram, identificaram e descreveram um comparativo entre os resistores de carbono utilizados nas outras atividades com o resistor LDR percebendo as diferenças entre eles e, na sequência, os alunos montaram um circuito elétrico orientado pelo vídeo intitulado “Arduino + LDR + LED = Sensor de luz | Tutorial”<sup>9</sup>.

### **Atividade 7: Efetuando cálculos de corrente elétrica, tensão e resistência em circuitos em série.**

Objetivos:

- Efetuar cálculos de tensão e corrente elétrica;
- Determinar o valor da resistência de resistores ocultos.

---

<sup>9</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=2FeCKmrgUUK> . Acesso em 12 de fevereiro de 2016.

Nessa atividade conclusiva foi possibilitado aos alunos mesclarem os conhecimentos adquiridos nas práticas desenvolvidas junto ao conhecimento complementar estabelecido por meio do livro didático (Gaspar, 2011). Cabe lembrar que o aporte didático serviu mais para corroborar aquilo que eles tinham verificado durante as atividades de monitoramento de tensão e corrente elétrica e estabelecer algum complemento que pode não ter ficado tão claro como a relação existente entre corrente elétrica, tensão e resistência elétrica.

O fato de haver resistores escondidos no circuito deu a atividade um caráter investigativo de descoberta despertando ainda mais o interesse dos alunos. Todos os componentes utilizados na composição dessa atividade eram reais e presentes no kit. Ao final da atividade, os alunos foram capazes de montar o circuito, monitorá-lo com medições elétricas e verificar se os resultados dos cálculos coincidiam com os observados na prática, dando indícios de que os alunos atingiram os objetivos de aprendizagem propostos e uma aprendizagem significativa.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na presente dissertação foi construída uma sequência didática de apoio ao estudo de eletrodinâmica no Ensino Médio bem como a elaboração de um kit para realização de experimentos com uma boa flexibilidade e de fácil aquisição em função de seu baixo custo. Essa proposta, ancorada em princípios da aprendizagem significativa de Ausubel e no interacionismo de Vygotski, foi sendo lapidada etapa a etapa de forma a fazer com que os alunos saíssem de uma posição passiva, de uma educação diretiva e se tornassem protagonistas de seus aprendizados, sempre amparado na interação entre os colegas e o professor.

A proposta surge como uma alternativa viável de se trabalhar com componentes eletrônicos, trazendo à Física um caráter mais contemporâneo. Para isso, buscou-se em estudos relacionados um apoio inicial que pudesse servir de base para os primeiros passos, mas sempre procurando um ponto que a diferenciasse das demais. Nesse sentido, optamos por atividades que se estruturassem na dimensão da aprendizagem por descoberta onde as atividades subsequentes necessitavam e reforçavam as atividades anteriores.

Descobrir o padrão de conectividade da *protoboard* analisando pontos distintos e as possíveis conexões entre si por meio de jumpers, e o mesmo ocorrendo com a atividade onde eles eram desafiados a encontrar os possíveis erros que impossibilitavam que o LED funcionasse. Esses aspectos explorados de forma diferenciada trouxeram aos alunos uma segurança maior ao trabalhar com a montagem de circuitos elétricos, sendo possível perceber uma evolução gradativa no restante do desenvolvimento das atividades e com indícios de uma aprendizagem significativa.

Entre as outras atividades podemos destacar a pesquisa inicial dos componentes utilizando-se de tecnologias próximas dos alunos como *smartphones* e *internet* e a evidência de um caráter autoral na proposta. É o aluno saindo de uma posição cópia e cola e se tornando autor de seu próprio trabalho. Já, na atividade de exploração do LDR, os alunos tiveram oportunidades de compreender o funcionamento de sensores, como um comportamento variante de um componente pode resultar em execução de uma ação como no caso das luzes da iluminação pública acenderem automaticamente ao entardecer. Sobre o estudo de circuitos em série, levar os alunos a identificar as características

principais desse tipo de associação em função de evidências verificadas na prática tem uma potencialidade maior da aprendizagem ser significativa. Isso pôde ser observado quando da realização da última atividade onde os alunos tinham que descobrir a resistência de resistores ocultos e o fizeram.

O laboratório de ciências de nossa escola dava lugar a sala de aula de reforço para alunos de turnos opostos e, eventualmente, depósito de trabalhos desenvolvidos pelos alunos em diferentes áreas do conhecimento. A proposta, estruturada em 7 atividades e desenvolvida em um total de 28 h/a foi aplicada integralmente no laboratório de ciências e marcou o início de sua reestruturação abrindo possibilidades aos professores da área das Ciências da Natureza para sua utilização.

As atividades desenvolvidas e descritas nessa dissertação vão resultar em uma produção educacional pensada de forma que outros professores possam se orientar e aplicá-la. Os materiais utilizados são de baixo custo e possuem uma grande versatilidade na elaboração de propostas tanto no campo da eletrodinâmica, área de desenvolvimento do produto dessa dissertação, quanto em outros campos da física como termologia, estudos de movimentos, entre outros.

Não menos importante foi o crescimento do professor durante os estudos realizados. A cada aplicação das atividades nem sempre o desenvolvimento seguia da forma como planejada e nesse tensionamento entre o que se esperava e o que ocorria abria-se espaço para o novo. Surgia aí importantes momentos para a reflexão potencializando o aprendizado.

Podemos destacar também o deslocamento do professor de uma posição mais isolada característica de uma educação diretiva para uma posição de intermediador criando uma aproximação entre aluno e professor.

Das atividades pensadas inicialmente às desenvolvidas algumas não foram contempladas e surgem como importantes temas a serem explorados por outros trabalhos. Podemos destacar um tema bastante presente e importante que é sobre potência de aparelhos e consumo de energia, tudo isso podendo ser monitorado tornando a Física em tempo real.

## 7 REFERÊNCIAS

- BRASIL, MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília, 2000.
- BRASIL. PCN+: Ensino médio: *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002. 144 p.
- BOCK, A. M. B.; FURTADO, O.; TEIXEIRA, M. L. T. *Psicologias – Uma introdução ao estudo de psicologia*. São Paulo: Ed. Saraiva: 2002.
- CAVALCANTE, Marisa Almeida, TAVOLARO, Cristiane Rodrigues Caetano e MOLISANI, Elio. *Física com Arduino para iniciantes*. Rev. Bras. Ensino Fís., 2011, vol.33, nº4, p.4503-4503. ISSN 1806-1117.
- DORNELES, Pedro F. T. *Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral*. Tese de doutorado. Ufrgs, Porto Alegre, 2010.
- DWORAKOWSKI, Luís Antônio de Quadros. *Construção e interpretação de gráficos da cinemática: uma proposta para o Ensino Médio Politécnico*. Bagé: Unipampa, 2015.
- FERNANDES, Moacir Borges. *Eletricidade: uma Sequência Didática para o Ensino Médio Integrado*. Bagé: Unipampa, 2015.
- GASPAR, Alberto. *Compreendendo a Física – Volume 3*. 1ª ed. São Paulo. Editora Ática, 2011. 416p.
- MASINI, E. A. F. e MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo – Centauro 2001.
- NOGUEIRA, D. C. J. *Elaboração de uma sequência didática para a aprendizagem de Valor Absoluto e da Função Modular, utilizando a organização curricular em rede*. PUC: Belo Horizonte, MG, 2008.
- SILVA ROSA, Paulo Ricardo da; *Instrumentação para o Ensino de Ciências – Editora da UFMS*, 2008.
- SOUZA, Anderson R. de; PAIXÃO, Alexsander C.; UZÊDA, Diego D.; DIAS, Marco A.; DUARTE, Sergio; AMORIM Helio S. de. *A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 1, 1702, 2011.

## APÊNDICE A



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**Dados de identificação**

**Título do Projeto:** O uso da Plataforma Microcontrolada Arduino no Ensino de Eletrodinâmica

**Pesquisador Responsável:** Marcelo Rodrigues Martins

**Instituição a que pertence o Pesquisador Responsável:** Unipampa - Bagé

**Telefones para contato:** 2107-4682

Nome do voluntário: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ anos      R.G. \_\_\_\_\_

O Professor **Marcelo Rodrigues Martins** é aluno regularmente matriculado no **Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências**. Este programa visa à diversificação e qualificação do ensino de ciências na Educação Básica, proporcionando a seus alunos contato com o uso de novas tecnologias e novas práticas pedagógicas. Visando cumprir com os requisitos do programa, o professor necessita aplicar, em sala de aula, uma metodologia inovadora. Estas metodologias não irão, de forma alguma, expor os participantes a situações desconfortáveis ou inseguras, assim como eventuais filmagens e fotografias serão utilizadas exclusivamente para a análise, por parte do pesquisador, da eficácia de sua proposta didática inovadora.

Em casos de dúvidas, os voluntários poderão telefonar para o pesquisador responsável Marcelo Rodrigues Martins ou enviar mensagem eletrônica para o endereço (fisimartins@hotmail.com).

A participação dos alunos é voluntária e este consentimento poderá ser retirado a qualquer tempo, sem prejuízos a continuidade da pesquisa. As informações prestadas serão de caráter confidencial e a sua privacidade será garantida.

Eu, \_\_\_\_\_, RG nº \_\_\_\_\_ declaro ter sido informado e concordo em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

Vera Cruz, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ .

\_\_\_\_\_  
Nome do aluno

\_\_\_\_\_  
Nome e assinatura do responsável

## APÊNDICE B

### Kit Experimental

A figura 1 mostra uma imagem Ilustrativa do kit experimental utilizado. Os componentes para formar um kit são descritos a seguir.

#### Componentes:

- 01 - Arduino Uno R3 com cabo USB,
- 02 - Sensor LDR 5mm,
- 01 - Buzzer 5V Bip Contínuo - PCI 12mm - Oscilador Interno,
- 01 - Rele METALTEX AT1RC-5V - 5Vdc, 15A,
- 01 - Jumper Macho x Macho, kit com 10 unidades, 20cm,
- 01 - LM35DZ - Circuito Integrado, Sensor de Temperatura,
- 05 - LED Difuso 5mm – Vermelho,
- 05 - LED Difuso 5mm – Amarelo,
- 05 - LED Difuso 5mm – Verde,
- 01 - Gaveteiro Organizador G 28X17,5X4cm,
- 01 - Protoboard Hikari sem Base HK-P50 - 750 Pontos,
- 01 - Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04,
- 01 – Multímetro.

Figura 1 – Ilustração dos kits montados.



Fonte: Autor

## APÊNDICE C



# Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (PPGEC)

## ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO VERA CRUZ

### Atividade 1: Pesquisa sobre componentes/circuitos elétricos, gravação de um arquivo de áudio, elaboração de uma fotografia e criação de um QR code

Em nosso dia a dia é comum nos depararmos com um aparato tecnológico como celulares, TVs, computadores cada vez mais desenvolvidos, com componentes eletrônicos variados e também iluminações com LEDs como uma boa opção custo/benefício entre tantas outras situações.

Nesse sentido a atividade aqui proposta visa conhecermos e levarmos a outras pessoas um pouco sobre alguns circuitos básicos e componentes utilizados no desenvolvimento dessas novas tecnologias.

O QR code é uma simbologia utilizada para armazenar endereços de páginas de *internet* (urls) que depois são direcionadas para um site que hospedará o arquivo desejado. O QR code pode ser facilmente escaneado por qualquer smarthfone moderno desde que tenha o aplicativo específico para ler o link.

Nessa atividade pretende-se trabalhar usando páginas web com conteúdo de áudio referente ao componente pesquisado e exposto no qual o usuário terá acesso a seu arquivo por meio do QR code.

Componente/circuito:.....

#### **Orientações:**

O grupo deverá pesquisar sobre seu componente/circuito, elaborar um texto que servirá de apoio para efetuar a gravação de um áudio que não deverá ultrapassar 1,5 min (tempo mínimo de 1 min). O arquivo de áudio deverá ser enviado para uma pasta no google drive (nuvem).

Após a gravação do áudio o grupo deverá tirar uma foto de seu componente ou circuito no laboratório de Ciências. Essa foto deverá ser disposta em uma folha A4 conforme ilustrado na figura 01.

Para finalizar, criar um QR code que direcione para a gravação efetuada pelo grupo. Para isso, pesquise na *internet* sobre como gerar um QR code.

Nome de componente/circuito elétrico	
Imagem	
Trabalho realizado por:	
.....	
.....	
.....	
	

## APÊNDICE D

# Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (PPGEC)

---

## ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO VERA CRUZ

### Atividade 2: Testando a continuidade em alguns circuitos ou componentes eletrônicos:

Inicialmente conecte o cabo preto na entrada inferior (COM) e o cabo vermelho na entrada central (V $\Omega$ mA) e na sequência selecione a função continuidade no multímetro (figura 1).

Caso a continuidade seja verificada o multímetro emitirá um sinal sonoro (bip).



Figura 1 – Seletor na função continuidade

### Materiais:

- Placa *Protoboard*
- Multímetro
- Lâmpadas fluorescentes e incandescentes
- Fusíveis
- *Materiais isolantes*

- *LEDs*
- *Jumpers*
- *Fonte de energia (fonte de celular)*
- *Resistores*
- *Netbook ou Notebook*

Efetue a testagem de alguns componentes disponíveis indicando-os na tabela abaixo e preenchendo com um X se houver ou não continuidade.

Componentes	Continuidade	
	SIM	NÃO

Faça uma breve descrição evidenciando algumas características em comum verificadas no grupo de componentes que houve continuidade e no grupo em que não houve.

---



---



---



---



---



---

## **TEXTO DE APOIO (ATIVIDADE 2)**

### **Multímetro**

#### **Descrição:**

Os multímetros possuem diversas funções de uso e diferentes escalas de leitura, normalmente selecionadas através de botões ou chaves seletoras, ou por diferentes conectores de cabos de sinais. Dependendo da seleção feita no multímetro, o mesmo pode funcionar como amperímetro (medidor de intensidade de corrente elétrica), voltímetro (medidor de tensão elétrica) e ohmímetro (medidor de resistência elétrica) em diversos fundos de escala.

A figura 1 nos traz um multímetro digital:



Figura 1 - Multímetro

#### **Cuidados ao utilizá-lo:**

O Multímetro digital é um equipamento delicado e requer habilidade na sua operação. O equipamento poderá ser danificado caso o usuário cometa algum erro de operação, como, por exemplo, tentar medir tensão nas escalas de corrente ou resistência. Na dúvida, certifique-se com o professor.

Na função de voltímetro os terminais do multímetro devem ser ligados em paralelo no circuito (figura 2) e na função amperímetro em série (figura 03). Isso se torna necessário para o instrumento interferir minimamente nas características dos circuitos.

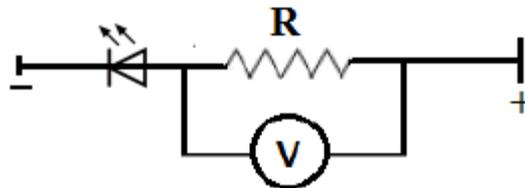
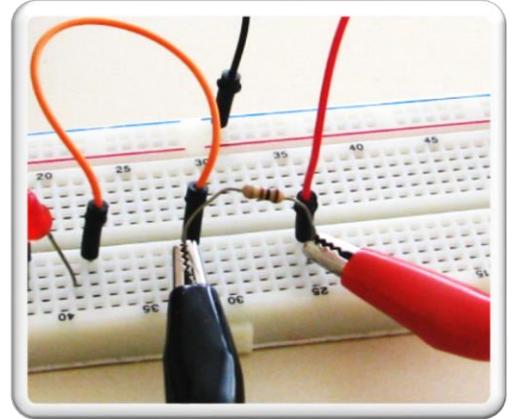
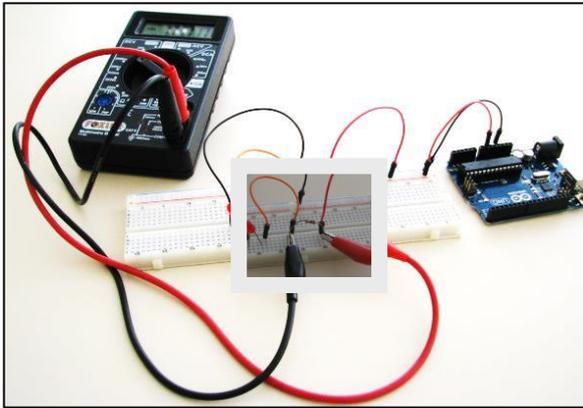


Figura 2 – Multímetro em paralelo.

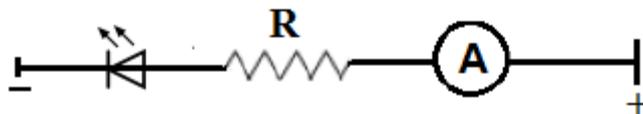
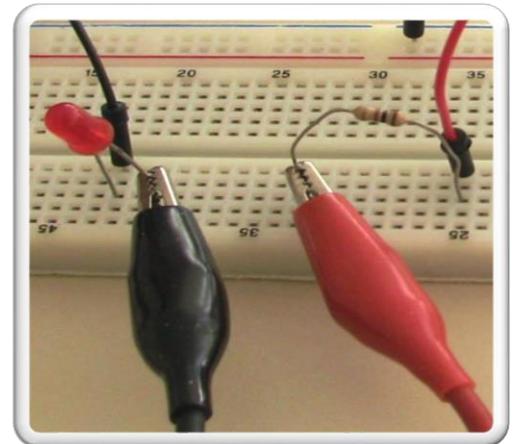
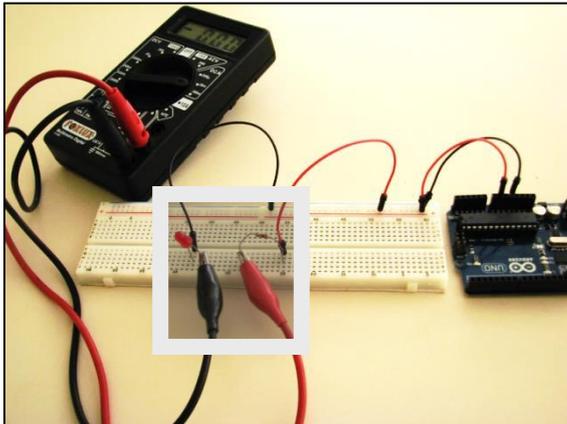


Figura 3 – Multímetro em série.

### **Verificando a continuidade em componentes ou circuitos elétricos:**

O teste de Continuidade permite verificar a continuidade elétrica das ligações de condutores e também ser usado na verificação circuitos elétricos e eletrônicos. Podemos usar o teste de Continuidade para verificar se condutores se encontram corretamente conectados e se existe continuidade ao longo de todo o seu percurso.–Os testes podem ocorrer em cabos, componentes, trilhas de circuito impresso, membranas e etc).

Com ele também pode-se verificar se os equipamentos e acessórios se encontram corretamente conectados e ligados aos condutores, via cabos, conectores, pinos, *jumpers*, etc. Assim, o teste de Continuidade verifica se todas as ligações garantem bom contato, sem muita resistência elétrica.

## APÊNDICE E



## Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (PPGEC)

---

### ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO VERA CRUZ

#### Atividade 3 – Descobrimo as trilhas e montando um circuito simples:

Uma vez conhecendo a função continuidade do multímetro, procure encontrar as trilhas ocultas na qual a placa *protoboard* foi construída. Indique, enlaçando na placa *protoboard* (figura 1), a sequência na qual os pontos encontram-se conectados entre si (padrão de conectividade).

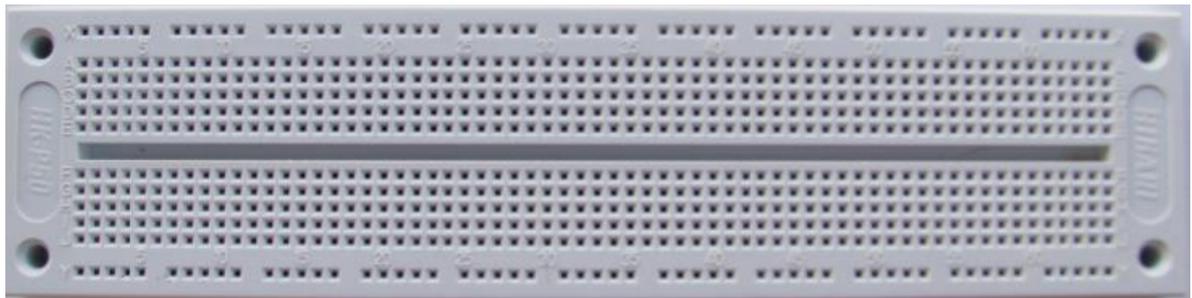


Figura 1 - *Protoboard*

O uso de *jumpers* (cabos metálicos condutores) permite a interligação entre pontos onde a placa *protoboard* não possui ligações. Dessa forma, é possível estabelecer um circuito em quaisquer pontos.

Interligue, por meio de *jumpers*, os pontos de coordenadas A5 com os de coordenada F25 em que inicialmente não há contatos e novamente verifique se a continuidade. Indique na placa *protoboard da figura 2*, quais pontos passam a ter ligações entre si.

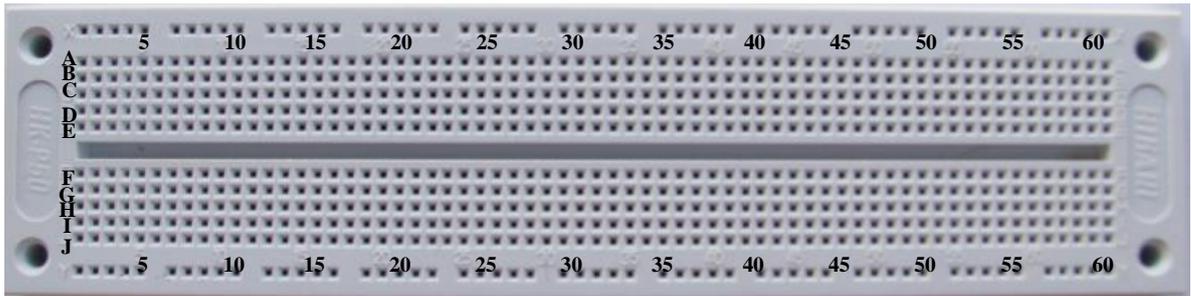


Figura 2 - *Protoboard*

Uma vez desvendado a lógica de construção de uma matriz de contatos, em suas linhas e colunas interligadas em blocos, com o uso de *jumpers* (cabos otimizados para uso em placas *protoboard*), procure estabelecer a conexão do resistor e do LED com a fonte de energia no circuito incompleto ilustrado na figura 3. Importante destacar que o LED funciona com polarização direta, ou seja, o positivo da fonte deve estar ligado ao ânodo do LED – perna maior (figura 4).

Desenhe na placa abaixo a posição onde os *jumpers* devem ser conectados para que o LED acenda.

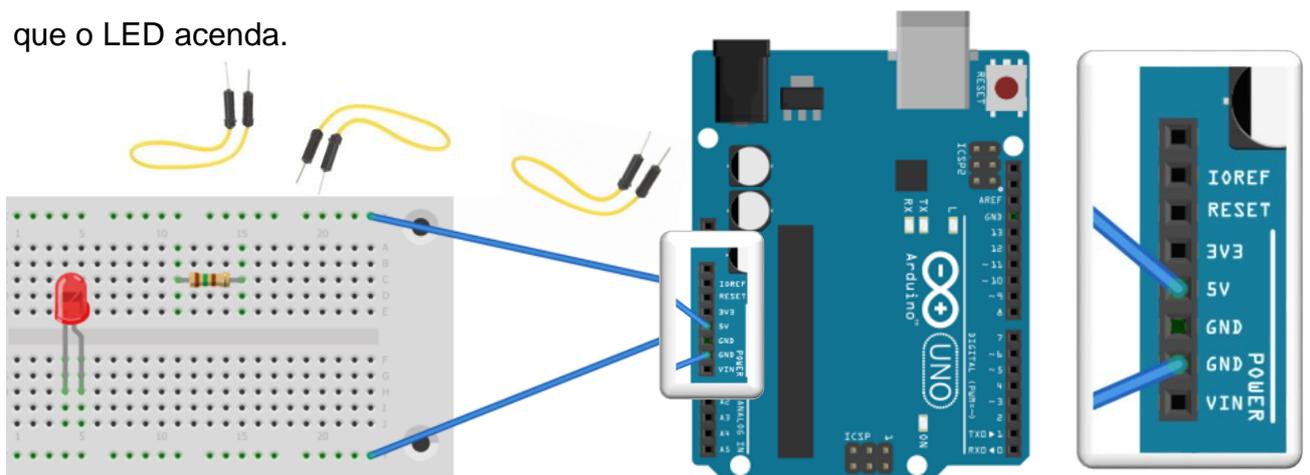


Figura 3 – Circuito incompleto

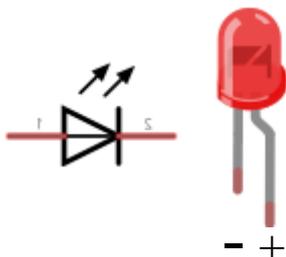


Figura 4 – Cátodo (-) e ânodo (+) do LED

\*Tire uma foto ilustrando o circuito montado. Caso o LED não acenda, refaçam o circuito analisando os possíveis erros, faça um novo registro fotográfico e teste-o novamente. Essas fotos deverão ser postadas no *dropbox*.

Abaixo, figura 5, é possível ver a representação esquemática do circuito elétrico acima.

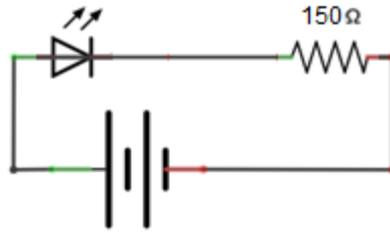


Figura 5 – circuito esquemático

### **TEXTO DE APOIO (ATIVIDADE 3)**

#### **Protoboard**

#### **Descrição:**

A *protoboard* é um importante aliado na construção de circuitos elétricos como placa de prototipagem, onde circuitos são estruturados e testados para posterior montagem definitiva em placas de circuitos impresso.

Em nossa atividade utilizaremos uma placa igual a da figura 1, onde alguns dos pontos apresentam-se interligados entre si por meio de um condutor.

Trata-se de uma placa de plástico, cheia de pequenos furos com conexões internas, onde você irá fazer as ligações elétricas.

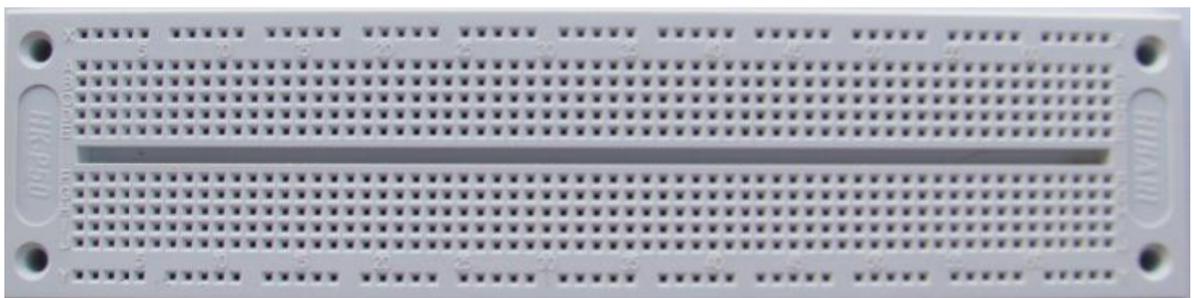


Figura 1 - *Protoboard*

## APÊNDICE F



# Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (PPGEC)

---

## ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO VERA CRUZ

### Atividade 4 – Encontrando erros em circuitos elétricos simples

É bastante comum ao trabalharmos com circuitos elétricos não ocorrer o funcionamento como o esperado.

Com o objetivo de auxiliá-los na identificação de erros comuns presentes em montagens de circuitos elétricos e não sobrecarregar o professor durante as atividades de circuitos em série, surge essa atividade.

Os circuitos distribuídos apresentam erros que impedem que o LED acenda. Cabe aos grupos identificarem quais são. Os erros sugeridos vão desde a erros bastante comuns e corriqueiros até erros mais difíceis de acontecer.

Observação: Após a identificação do erro chame o professor para iniciar a próxima identificação.

#### **Circuito 1:**

1 – Qual o erro encontrado?

---

---

2 – Qual a solução encontrada para corrigir o problema?

---

---

**Circuito 2:**

1 – Qual o erro encontrado?

---

---

2 – Qual a solução encontrada para corrigir o problema?

---

---

**Circuito 3:**

1 – Qual o erro encontrado?

---

---

2 – Qual a solução encontrada para corrigir o problema?

---

---

**Circuito 4:**

1 – Qual o erro encontrado?

---

---

2 – Qual a solução encontrada para corrigir o problema?

---

---

**Circuito 5:**

1 – Qual o erro encontrado?

---

---

2 – Qual a solução encontrada para corrigir o problema?

---

---

## APÊNDICE G

# Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (PPGEC)

## ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO VERA CRUZ

### Atividade 5 – Montando circuitos elétricos em série e monitorando tensão e corrente elétrica

#### 5.1 – Circuito elétrico com dois resistores diferentes:

Com o uso de *jumpers* e orientado pela figura 7, monte uma associação de resistores em série com 2 resistores de resistências  $R_1 = 82\Omega$  e  $R_2 = 150\Omega$ . Após, com auxílio do multímetro, monitore a tensão total, as tensões em cada resistor, a corrente elétrica total do circuito e a corrente elétrica em cada resistor.

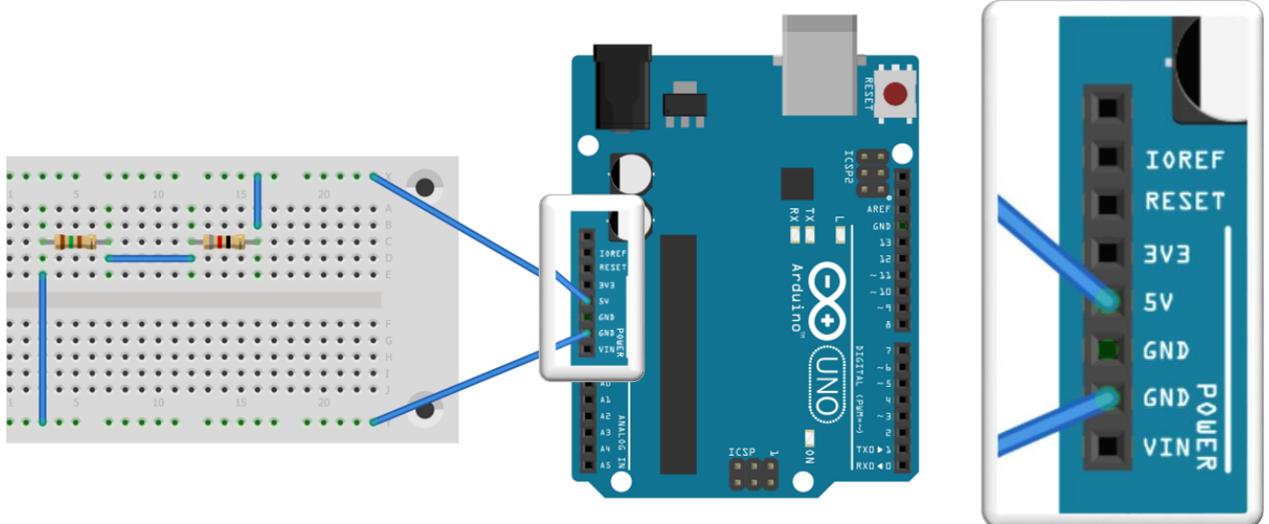


Figura 1 – circuito em série

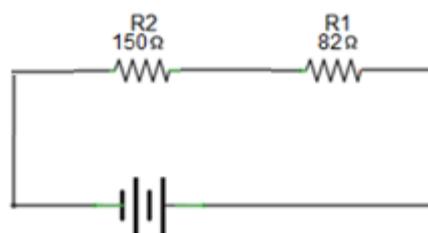


Figura 2 – circuito esquemático

Anote os resultados encontrados na tabela abaixo:

Tensão total (V)	Corrente total (A)

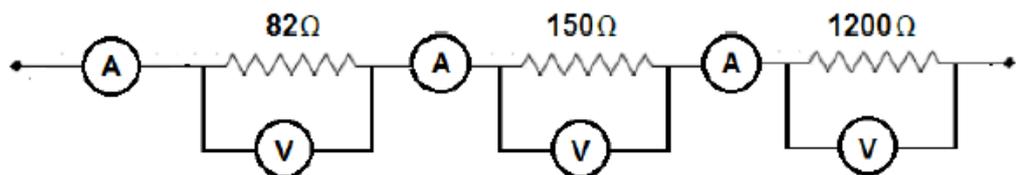
Resistores	Tensão (V)	Corrente (A)
Resistor 1 ( $82\Omega$ )		
Resistor 2 ( $150\Omega$ )		

**Questão proposta:**

1 - Observe a tensão encontrada em cada resistor e faça uma análise descritiva desse resultado evidenciando os valores de tensão encontrados em função da resistência elétrica do resistor. Indique se a relação entre a resistência e a tensão, para esse caso, é diretamente ou inversamente proporcional.

**5.2 – Circuito elétrico com três resistores diferentes:**

Em relação ao circuito anterior (atividade 4.1), acrescente um terceiro resistor,  $R_3 = 1200\Omega$ , e verifique as tensões e corrente elétrica em cada resistor.



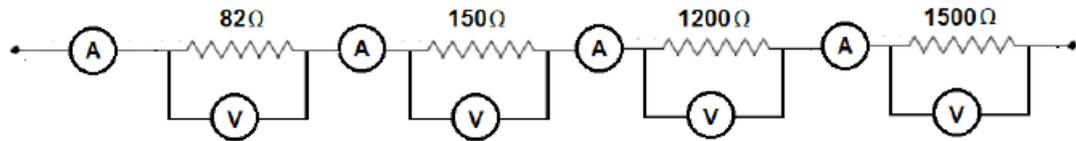
Resistores	Tensão (V)	Corrente (A)
Resistor 1 ( $82\Omega$ )		
Resistor 2 ( $150\Omega$ )		
Resistor 3 ( $1200\Omega$ )		

**Questão proposta:**

1 – Observe o valor da corrente elétrica total do circuito comparando-a com o resultado da corrente elétrica total do circuito anterior. A corrente elétrica aumentou, diminuiu ou permaneceu a mesma? Caso note alteração, identifique que fator influenciou para essa alteração e de que forma isso ocorreu?

### 5.3 – Circuito elétrico com quatro resistores diferentes:

Em relação ao circuito anterior (atividade 4.2), acrescente um quarto resistor,  $R_3 = 1500\Omega$ , e verifique as tensões e corrente elétrica em cada resistor.



Resistores	Tensão (V)	Corrente (A)
Resistor 1 ( $82\Omega$ )		
Resistor 2 ( $150\Omega$ )		
Resistor 3 ( $1200\Omega$ )		
Resistor 4 ( $1500\Omega$ )		

#### **Questões propostas:**

1 – Em qual dos resistores a tensão medida é maior? Compare o resultado encontrado com o da atividade 4.1.

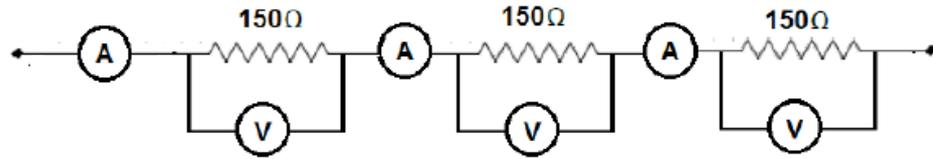
Qual a grandeza física responsável por isso?

2 – No caso de associarmos 3 resistores iguais (de mesma resistência), o que irá acontecer com a tensão elétrica em cada resistor?

3 – Suponha que esses três resistores sejam de  $150\Omega$  cada, qual será a tensão elétrica em cada resistor? E a corrente elétrica?

### 5.4 – Circuito elétrico com três resistores diferentes:

Monte uma associação de resistores em série com 3 resistores de resistências  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  de resistências iguais a  $150\Omega$ . Após, monitore com auxílio do multímetro, as tensões e a corrente elétrica em cada resistor.



Resistores	Tensão (V)	Corrente (A)
Resistor 1 ( $150\Omega$ )		
Resistor 2 ( $150\Omega$ )		
Resistor 3 ( $150\Omega$ )		

### Questões propostas:

1 – Os resultados previstos nas questões 2 e 3 da atividade 4.3 foram verificados?

Caso não, indique onde os resultados diferiram dos valores previstos e procure justificar.

2 – Se trocarmos os três resistores de  $150\Omega$  por resistores de  $82\Omega$  os valores de tensão elétrica e corrente elétrica serão alterados? Faça a substituição dos resistores e verifique se sua resposta está coerente ou se houve variação.

## APÊNDICE H



## Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (PPGEC)

### Escola Estadual de Ensino Médio Vera Cruz

#### Atividade 6 – Circuito elétrico com LDR

Monte o circuito representado na figura 1 e que consta de um resistor de 150  $\Omega$ , um LDR, um LED e uma fonte de energia. Caso sua montagem esteja correta e todos os componentes em bom funcionamento, o LED deverá acender. A figura 2 representa o circuito esquemático.

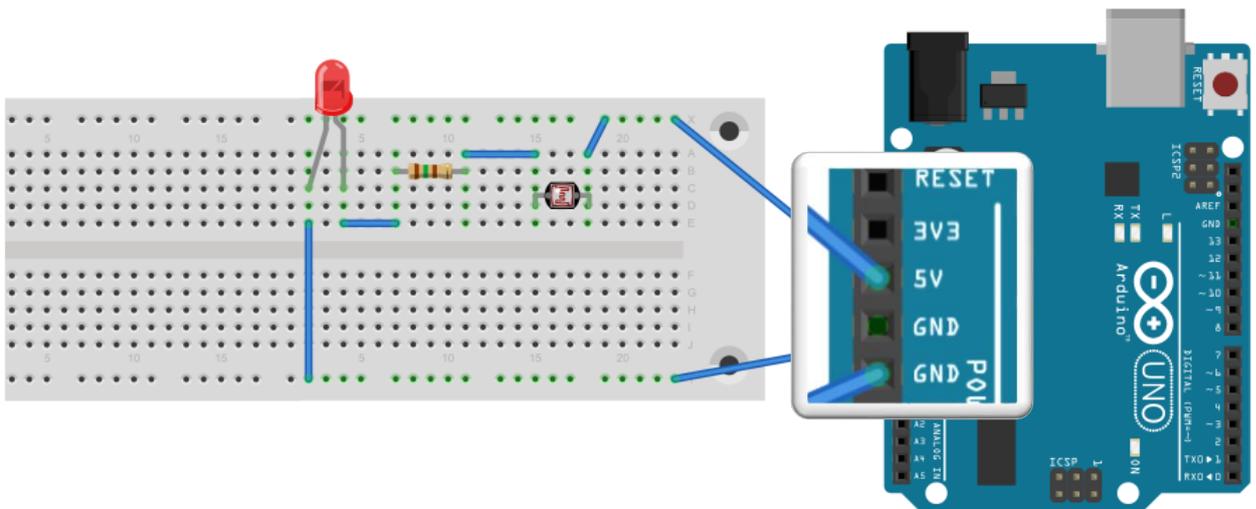


Figura 1 – circuito em série (LDR + resistor + LED)

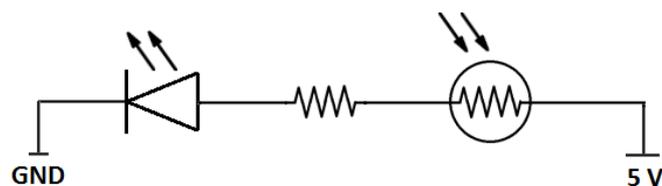


Figura 2 – circuito esquemático

Após a montagem do circuito, cubra o LDR completamente com uma tampa de caneta e observe o que ocorrerá com o LED. Em seguida, retire a tampa e observe.

**Questões propostas:**

1 – O que foi responsável para o LED apagar quando o LDR estava descoberto e acender quando o LDR foi encoberto?

---



---

2 – Qual grandeza física sofreu alteração em seus valores ocasionando o fato observado?

---



---

3 – Que relação existe entre o efeito observado com o LDR com o que acontece durante a noite, com a iluminação pública? O efeito é semelhante?

---



---



---

Agora, utilizando o multímetro, selecione a opção 200 k para medir a resistência do LDR (figura 3). Faça isso com o LDR descoberto e também com ele encoberto. Verifique os valores de resistência para os dois casos e preencha a tabela abaixo.



Figura 3 – Multímetro na função resistência em fundo de escala 200k.

Situação	Resistência (k $\Omega$ )
LDR encoberto	
LDR descoberto	

Após, selecione no multímetro a opção 2000 para fundo de escala de medição de resistência, conforme indica a figura 4.



Figura 4 – Multímetro na função resistência em fundo de escala 2000.

Faça as medições da resistência do resistor de carbono utilizado no circuito. Cubra o resistor com a mão e também faça a medição. Anote os valores na tabela abaixo.

Situação	Resistência ( $\Omega$ )
Resistor de carbono encoberto	
Resistor de carbono descoberto	

**Questões:**

- 1 – Os resistores podem ser classificados em fixos ou variáveis. Categorize os dois resistores ( LDR e carbono) de acordo com as medições efetuadas.
- 2 – Qual foi o fator responsável pela variação da resistência elétrica no resistor variável?
- 3 – De que forma o LDR deveria se comportar para que, de forma direta, ele tivesse um comportamento igual ao das fotocélulas responsáveis pelo acendimento das lâmpadas da iluminação pública?

Com auxílio de um ambiente de programação (S4A) e uma placa Arduino é possível inverter a lógica de funcionamento direta do LDR fazendo com que ele acenda quando for escuro e apague quando em ambiente claro.

Monte o circuito da figura 5 e, após, abra o ambiente de programação do scratch S4A e monte o código da figura 6.

Cabe lembrar que a comunicação do Arduino com o S4A não é direta, é necessário rodar um [sketch](#) (programa) na IDE do Arduino para que ele reconheça o ambiente S4A.

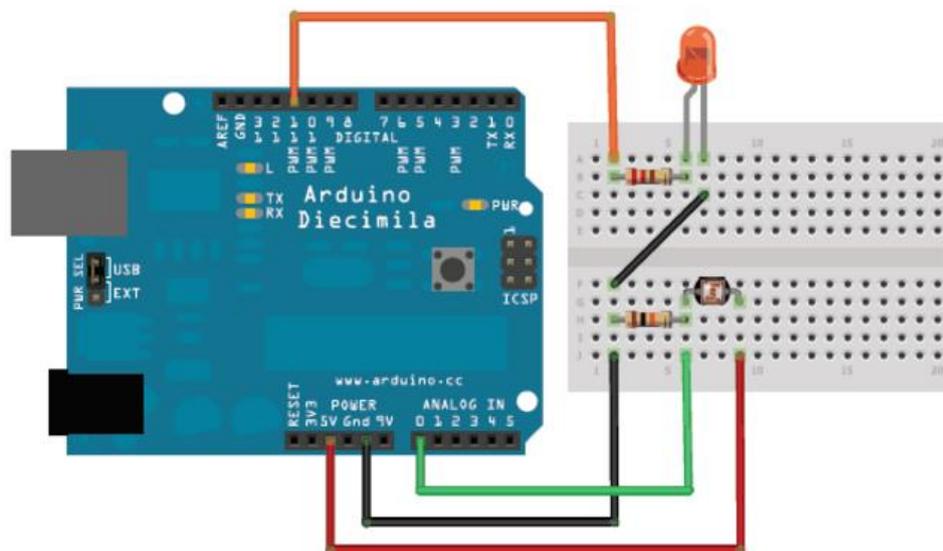


Figura 5 – Circuito esquemático – LED + Resistor + LDR + Arduino



Figura 6 – Código utilizado no S4A

As figuras 7 e 8 ilustram o resultado final esperado para a atividade.

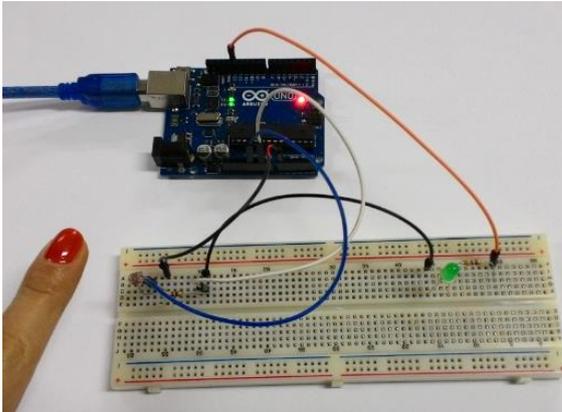


Figura 7: LDR exposto a claridade

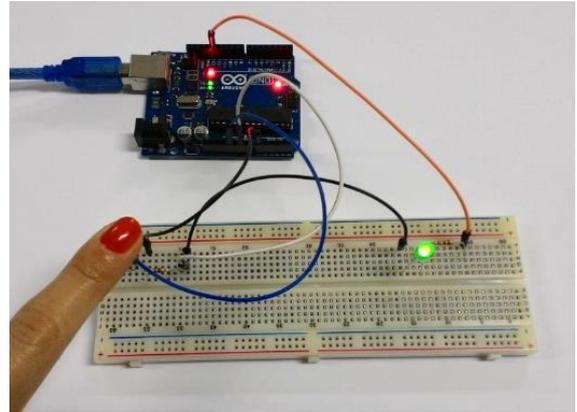


Figura 8: LDR emcoberto.

Quando o dedo é colocado sobre o LDR, a claridade diminui aumentando a resistência elétrica. Naturalmente, quando a resistência elétrica aumenta a corrente elétrica que circula pelo LED diminui fazendo com que ele apague ou fique mais fraco. Ao utilizar o S4A essa lógica ficará invertida e, um valor maior de resistência elétrica é lido na porta analógica A0 e o comando de acender o LED é executado pela porta digital 13.

## APÊNDICE I

# Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (PPGEC)

## ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO VERA CRUZ

**Atividade 7: Efetuando cálculos de corrente elétrica, tensão e resistência em circuitos em série.**

1 – Considere a associação resistores em série apresentada na figura 1.

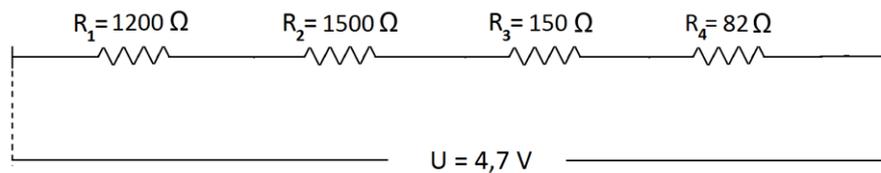


Figura 1 – Circuito esquemático

Determine:

a) A resistência equivalente do circuito;

b) A corrente elétrica do circuito;

c) A corrente elétrica em cada resistor;

d) A tensão elétrica em cada resistor.

2 – No circuito esquemático da figura 2 encontramos três resistores associados em série, sendo que um deles apresenta resistência elétrica desconhecida.

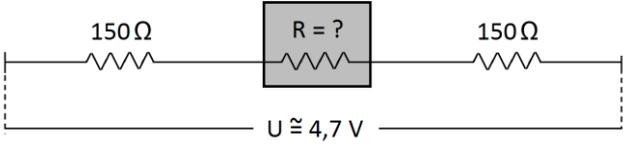


Figura 2 – Circuito esquemático

Sabendo que a corrente elétrica é de 0,0026 A (2,6 mA), determine, por meio de cálculos:

a) A resistência R;

b) A tensão em cada um dos resistores.

3 – O circuito da figura 3 apresenta dois resistores, R<sub>2</sub> e R<sub>3</sub> de resistências desconhecidas. Sabendo a tensão total do circuito e a tensão em cada um desses resistores, descubra os valores dessas resistências.

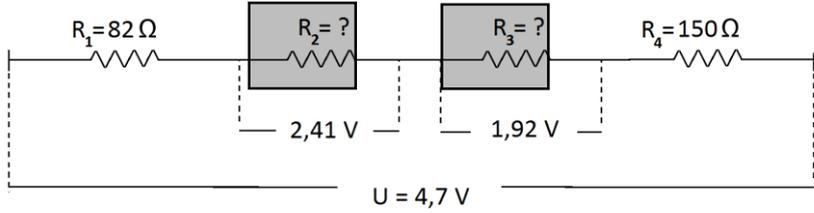


Figura 3 – Circuito esquemático

3 – Um estudante, desejando obter uma resistência maior em um circuito e, não dispondo de tal resistor, associa três resistores iguais em um circuito em série (figura 4) a fim de obter o valor desejado. Sabe-se que a fonte de tensão do circuito é de 4,7V e que a corrente elétrica que flui pelo resistor  $R_1$  é de 0,019A (19mA). Determine o valor de cada um dos resistores.

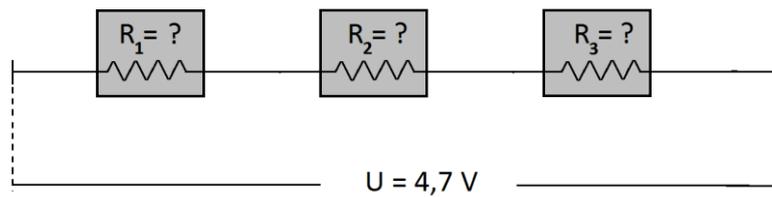


Figura 4 – Circuito esquemático

**Observação:** Para cada uma das questões propostas, monte o circuito e verifique, com auxílio do multímetro, os valores de tensão, corrente e resistências pedidos em cada um dos exercícios.

Anote os valores encontrados nas tabelas de controle abaixo e compare os resultados com os encontrados nos cálculos.