



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

MOACIR BORGES FERNANDES

**ELETRICIDADE: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO
INTEGRADO***

**Bagé
Janeiro, 2015**

* Trabalho parcialmente financiado pelo Programa Observatório da Educação (OBEDUC), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES/Brasil.

MOACIR BORGES FERNANDES

**ELETRICIDADE: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO
INTEGRADO**

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

Orientadora: Profa. Dra. Ângela Maria Hartmann

Coorientador: Prof. Dr. Pedro Fernando Teixeira Dorneles.

**Bagé
Janeiro, 2015**

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) .

F363e Fernandes, Moacir Borges
ELETRICIDADE: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO
INTEGRADO / Moacir Borges Fernandes.
163 p.

Dissertação (Mestrado)-- Universidade Federal do Pampa,
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2015.
"Orientação: Ângela Maria Hartmann".

1. Ensino de Física. 2. Ensino Médio Integrado. 3.
Simulações de Eletricidade. 4. Experimentos de Eletricidade.
5. Arduino. I. Título.

MOACIR BORGES FERNANDES

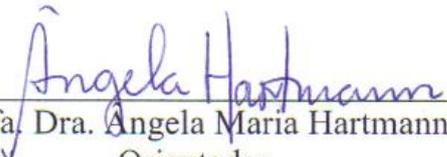
ELETRICIDADE: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO INTEGRADO

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 Profissional em Ensino de Ciências.

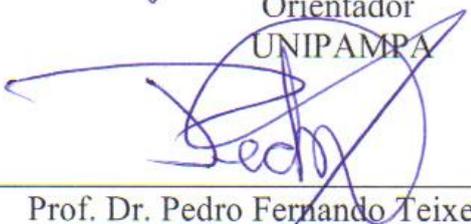
Área de concentração: Ensino de Ciências

Dissertação defendida e aprovada em: 12 de Janeiro de 2015.

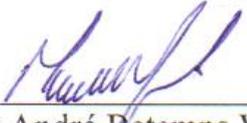
Banca Examinadora:



Prof. Dra. Angela Maria Hartmann
Orientador
UNIPAMPA



Prof. Dr. Pedro Fernando Teixeira Dorneles
Coorientador
UNIPAMPA



Prof. Dr. Marcos André Betemps Vaz da Silva
IFSUL



Prof. Dr. Guilherme Frederico Marranghello
UNIPAMPA

Dedico este trabalho à minha namorada Vívian Luçardo Barros, pela compreensão nos momentos de ausência, pelo carinho e colaboração constante nas profícuas opiniões. Ao meu filho Thiago Lopes Fernandes, razão de minha vida, incentivando-me em busca do crescimento pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Ângela Maria Hartmann, orientadora deste projeto, e Prof. Dr. Pedro Fernando Teixeira Dorneles, co-orientador, pelos constantes incentivos e sugestões, indicando a melhor direção para a realização deste trabalho, e principalmente, por confiar em minha proposta.

Aos Professores e doutores do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências da Fundação Universidade Federal do Pampa, por terem nos proporcionado oportunidades para aprofundarmos nosso conhecimento, visando melhorar nossa prática docente.

Aos colegas da Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências da Fundação Universidade Federal do Pampa – Campus Bagé, pelo companheirismo e amizade que se estenderá.

Aos meus Pais Wanderlan Pereira Fernandes (*in memorian*) e Eva Borges Fernandes (*in memorian*), que me proporcionaram boa educação e sempre incentivaram meus estudos.

Ao meu irmão Vanderlei Borges Fernandes (*in memorian*), que sempre incentivou meus estudos e proporcionou muitos debates sobre a vida, mistérios e fenômenos da natureza.

Aos meus irmãos Paulo Roberto Borges Fernandes e Sônia Borges Fernandes, que sempre me incentivaram e apoiaram nesta caminhada em busca do conhecimento.

Aos demais parentes, colegas, amigos e amigas, pessoas que conviveram e que convivem comigo, que de certa forma influenciaram e influenciam minha vida pessoal e profissional, sendo assim, muito importantes à cada conquista.

Muito obrigado!



Yocair Borges Fernandes

RESUMO

Este trabalho baseia-se na aplicação de uma Sequência Didática, com o objetivo de significar para estudantes do primeiro ano do Ensino Médio Integrado, conceitos básicos de Eletricidade, como Tensão Elétrica, Corrente Elétrica, Resistência Elétrica, Potência Elétrica e Energia Elétrica, através de atividades que permitam uma participação ativa e reflexiva durante a construção de conhecimento. A sequência didática foi aplicada numa turma do primeiro ano do Curso de Mecatrônica de um Instituto Federal do Rio Grande do Sul, no componente curricular de Eletricidade. Utilizou-se como referencial teórico a teoria de aprendizagem de Ausubel, que enfatiza a importância do conhecimento prévio para que ocorra uma aprendizagem significativa, e na teoria de desenvolvimento de Vygotsky, que enfatiza as atividades ocorridas na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) como forma de desenvolvimento das funções psíquicas superiores. Este projeto justificou-se pela grande quantidade de estudantes das turmas iniciantes com pouco conhecimento em Física, por terem dificuldades na interpretação de situações que necessitam de conhecimentos de matemática básica e das relações entre grandezas físicas e por não ser comum o estudo de eletricidade no primeiro ano do Ensino Médio. As atividades foram realizadas pelos alunos, em duplas e em grupo, facilitando o compartilhamento de ideias e a mediação. Em um primeiro momento, as atividades foram baseadas em simulações computacionais. Posteriormente, os conceitos foram trabalhados através de experimentos com lâmpadas de enfeites natalinos. Num terceiro momento, conhecimentos de Eletrônica Básica e de Programação foram empregados em experimentos envolvendo um microcontrolador, oportunizando uma iniciação à montagem de circuitos. Foi utilizada a metodologia da análise de conteúdo (PORTO, SIMÕES e MOREIRA, 2005) para interpretar os dados reunidos durante a pesquisa sobre a viabilidade e validade da proposta educacional implementada. Valorizando-se a participação nas atividades propostas para esta construção de conceitos, as discussões sobre a teoria envolvida em cada atividade e os relatos produzidos com estas atividades, tendo como partida, o que estes alunos trazem de conhecimentos prévios. Fazendo uso de meios qualitativos, foi avaliada a pertinência e viabilidade desse produto educacional para o estudo de Eletricidade no primeiro ano do Ensino Médio Integrado, em cursos que necessitam do conhecimento em Eletricidade, nos Institutos Federais. O trabalho desenvolvido está sintetizado na produção educacional anexa a esta dissertação e que se constitui numa contribuição válida para o desenvolvimento do conteúdo de eletricidade, devido à sequência com que foram tratados os conteúdos (simulação, experimentação e projetos com microcontroladores).

Palavras-chave: Ensino de Física; Simulações de Eletricidade; Arduino; Ensino Médio Integrado.

ABSTRACT

This work is based on the application of a didactic sequence, on the purpose of signifying for first-year students of the Integrated Secondary School, basics Electricity concepts, such as Electric Voltage, Electric Current, Electrical Resistance, Electrical Power and Energy, through activities that allow an active and reflective participation in the construction of knowledge. The instructional sequence was applied in the first year class of Mechatronics course of a Federal Institute of Rio Grande do Sul, in the curricular component of Electricity. It was used as a theoretical framework Ausubel's learning theory, which emphasizes the importance of prior knowledge to occur a significant learning, and the development of Vygotsky's theory, which emphasizes the activities occurring in the Zone of Proximal Development (ZPD) as a way development of higher mental functions. This project is justified by the large number of students from beginners classes with little knowledge in Physics, having difficulty in interpreting situations that require basic math skills and the relationships between physical quantities and not be common electricity in the first study year of high school. The activities were carried out by the students, in pairs and in groups, facilitating the sharing of ideas and mediation. At first, the activities were based on computer simulations. Later, the concepts were worked through experiments with Christmas decorations bulbs. Thirdly, Basic Electronics knowledge and programming were used in experiments involving a microcontroller, giving the opportunity to start the circuit assembly. We used the methodology of content analysis (PORTO, SIMÕES and MOREIRA, 2005) to interpret the data gathered during the research on the feasibility and validity of the implemented educational proposal. Valuing the participation in the proposed activities for this building concepts, discussions of the theory involved in each activity and reports produced by these activities, taking as its starting, what these students bring as prior knowledge. Making use of qualitative means, we evaluated the relevance and viability of this educational product for the Electricity study in the first year of the Integrated High School in courses that require knowledge in electricity, the Federal Institutes. The work is summarized in educational production attached to this dissertation and that constitutes a valuable contribution to the development of electricity content, due to the sequence with which content were treated (simulation, experimentation and projects with microcontrollers).

Keywords: Physics Teaching; Electricity simulations; Arduino; Integrated high school.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Simulação de uma associação de lâmpadas em série.....	30
Figura 2 – Circuito controlando LED através do botão.	31
Figura 3 – Elementos fundamentais do projeto.....	36
Figura 4 – Circuito elétrico aberto, com uma lâmpada.	39
Figura 5 – Circuito elétrico aberto, com duas lâmpadas.	40
Figura 6 – Gráficos da tensão em relação à corrente elétrica.....	41
Figura 7 – Gráficos da potência e energia elétrica em relação ao tempo transcorrido.....	41
Figura 8 – Duas lâmpadas diferentes associadas em paralelo.....	43
Figura 9 – Alunos trabalhando em duplas no laboratório de informática.	47
Figura 10 – Alunos construindo circuitos na simulação 01 (Anexo C).	48
Figura 11 – Circuito simples construído pelos alunos, relativo a primeira questão.....	50
Figura 12 – Circuito simples construído pelos alunos com medição de tensão.	50
Figura 13 – Circuito simples construído pelos alunos com medição de tensão sobre a lâmpada.	50
Figura 14 – Circuito simples construído pelos alunos com medição de tensão sobre a bateria.....	51
Figura 15 – Circuito simples construído pelos alunos com medição de tensão sobre o interruptor.....	51
Figura 16 – Circuito simples construído pelos alunos com medição de tensão sobre a lâmpada.	52
Figura 17 – Circuito simples construído pelos alunos com medição de tensão sobre a bateria.....	52
Figura 18 – Circuito construído pelos alunos com duas lâmpadas idênticas em série.....	53
Figura 19 – Circuito com duas lâmpadas de resistências diferentes em série.....	53
Figura 20 – Circuito construído pelos alunos com as lâmpadas da questão anterior isoladas.	54
Figura 21 – Alunos em dupla construindo circuitos de lâmpadas em série no simulador PHET.	55
Figura 22 – Alunos em dupla trabalhando no laboratório de informática.....	56
Figura 23 – Alunos em duplas construindo o relatório da atividade.....	58
Figura 24 – Alunos em duplas construindo e analisando circuitos série.....	59
Figura 25 – Três lâmpadas associadas em paralelo, construído pelos alunos.	59
Figura 26 – Três lâmpadas numa associação mista construída pelos alunos.	60
Figura 27 – Quatro lâmpadas numa associação mista construído pelos alunos.	60
Figura 28 – Circuito da questão anterior sem uma das lâmpadas que estava em paralelo.	61
Figura 29 – Alunos trabalhando em grupo no laboratório de eletricidade.	65
Figura 30 – Alunos montando circuitos com lâmpadas em grupos.....	65
Figura 31 – Gráfico construído pelo grupo A, de um resistor não-ôhmico.....	67
Figura 32 – Gráfico construído pelo grupo A, de um resistor ôhmico.....	67
Figura 33 – Circuito com lâmpadas em série montado pelos alunos.	68
Figura 34 – Circuito misto com lâmpadas idênticas.	69
Figura 35 – Circuito misto montado pelos alunos.....	70
Figura 36 – Circuito misto com três lâmpadas na simulação PHET.....	71
Figura 37 – Circuito com lâmpadas numa associação mista montado pelos alunos.....	72
Figura 38 – Circuito elétrico misto com lâmpadas.....	73
Figura 39 – Circuito elétrico misto com lâmpadas, construído pelos alunos.....	73
Figura 40 – Circuito misto com quatro lâmpadas.	74
Figura 41 – Circuito com um LED e um resistor comandado através da placa Arduino.....	78
Figura 42 – Protobard, matriz de contatos.	79
Figura 43 – LED, diodo emissor de luz.....	80
Figura 44 – Resistor de 330Ω.	80
Figura 45 – Esquema de ligação botão comandando LED.	81
Figura 46 – Alunos montando circuito com a placa Arduino.	82
Figura 47 – Esquema de ligação LED piscando.....	82
Figura 48 – 1ª Robocharq – IFSUL – Campus Charqueadas.....	84
Figura 49 – Esquema de ligação sensor de temperatura.	85
Figura 50 – Esquema de ligação sensor de luminosidade.	86
Figura 51 – Circuito com sensor de luminosidade LDR montado pelos alunos.	87
Figura 52 – Alunos testando seus projetos.....	87

Figura 53 – Circuito com Arduino do grupo A.....	88
Figura 54 – Circuito com Arduino do grupo B.....	89
Figura 55 – Circuito com Arduino do grupo C.....	89
Figura 56 – Circuito com Arduino do grupo D.....	90
Figura 57 – Circuito com Arduino do grupo E.....	90

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Objetivos a serem atingidos a cada momento da Sequência Didática.....	25
Quadro 2 – Síntese das dificuldades apresentadas pelos alunos nos pré-testes 1 e 2.....	46
Quadro 3 – Síntese das dificuldades e avanços dos alunos nas atividades com simulações.....	61
Quadro 4 – Síntese das respostas dos alunos nas atividades com simulações.	76
Quadro 5 – Algoritmo para acender e apagar o LED.....	81
Quadro 6 – Algoritmo para acender e apagar o LED automaticamente.....	83
Quadro 7 – Algoritmo para ler a variação de tensão sobre o resistor.....	85
Quadro 8 – Algoritmo para ler a variação de tensão sobre o resistor.....	86

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	13
2 - REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 - AUSUBEL E O CONHECIMENTO PRÉVIO.....	16
2.2 - VYGOTSKY E A TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL	17
3 - ESTUDOS RELACIONADOS.....	20
4 - PRODUÇÃO EDUCACIONAL	24
4.1 - OBJETIVOS	24
4.1.1 - OBJETIVO GERAL.....	24
4.1.2 - OBJETIVOS DE ENSINO	24
4.1.3 - OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	24
4.2 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	27
4.2.1 - LOCAL DE APLICAÇÃO	27
4.2.2 - A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	28
5 - INTERVENÇÃO DIDÁTICA.....	32
6 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
6.1 - ANÁLISE DO PRÉ-TESTE 1 E PRÉ-TESTE 2	37
6.2 - ANÁLISE DAS SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS	47
6.3 - ANÁLISE DOS EXPERIMENTOS COM LÂMPADAS	64
6.4 - ANÁLISE DAS ATIVIDADES COM ARDUINO.....	77
7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	92
8 - REFERÊNCIAS	95
APÊNDICE A - PRÉ-TESTE 1	98
APÊNDICE B - PRÉ-TESTE 2	100
APÊNDICE C - ATIVIDADES COM SIMULAÇÃO	103
APÊNDICE D - ATIVIDADES COM EXPERIMENTOS.....	110
ANEXO A - RESPOSTAS DO PRÉ-TESTE 1.....	113
ANEXO B - RESPOSTAS DO PRÉ-TESTE 2.....	120
ANEXO C - ATIVIDADES COM SIMULAÇÕES	125
ANEXO D - ATIVIDADES EXPERIMENTAIS COM LÂMPADAS.....	144
ANEXO E - PROGRAMAÇÃO COMPUTACIONAL DOS PROJETOS.....	157
ANEXO F - DEPOIMENTOS DE ALUNOS SOBRE ATIVIDADES REALIZADAS	162

1 – INTRODUÇÃO

Este estudo traz, como perspectiva geral, a elaboração de uma Sequência Didática, segundo Zabala (1998) *apud* Nogueira (2008, p.55), é definida como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais...”.

Pretende-se assim, organizar atividades articuladas entre si, permitindo a análise do conhecimento prévio, bem como o aprofundamento deste conhecimento sobre Eletricidade, de forma organizada, participativa e reflexiva pelos estudantes.

A motivação deste trabalho surgiu a partir de minha prática docente de Física na Educação Básica, Técnica e Tecnológica desde novembro de 2010, no trabalho com turmas de 1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio Integrado, onde os estudantes ingressam num curso Técnico Profissionalizante juntamente com os componentes curriculares do Ensino Médio.

Observa-se que alunos oriundos do Ensino Fundamental ou até alguns que já concluíram o Ensino Médio possuem dificuldades em relacionar fenômenos físicos cotidianos com a simbologia utilizada na construção de fórmulas, bem como, na reflexão sobre a relação existente entre as grandezas físicas envolvidas.

Os estudantes que participaram desse projeto, em sua maioria, possuem pouca base conceitual e não têm o hábito de estudar fora do horário de aula, apresentando dificuldades na interpretação de situações propostas, sendo que, já tinham estudado sobre as noções básicas de eletricidade ao longo do primeiro semestre.

Essa constatação nos levou a procurar formas alternativas de motivar os estudantes a pesquisar, buscar opções para resolver determinados problemas e, na troca de ideias com colegas, irem construindo conhecimento e criando novas bases para seguirem seus estudos. Tenta-se, dessa forma, evitar que abandonem os estudos ao se confrontarem com os primeiros obstáculos.

Considerando que, os conceitos básicos de Eletricidade, são necessários para seguir os estudos no decorrer do curso, é importante que se desenvolvam metodologias que motivem e possibilitem que estes jovens, partindo de seu conhecimento prévio, elaborem um conhecimento mais próximo do que é cientificamente aceito como correto.

Neste sentido, torna-se importante pensar em atividades que promovam situações de aprendizagem, favorecendo a troca de experiências, pois o conhecimento não é construído de forma isolada, sendo fundamental que ocorra esta troca de ideias, uma mediação, pois segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Brasil, 1996), em seu Artigo 1º,

estabelece que a Educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na convivência humana.

Segundo (TOTI *et al.* 2010, p.528), a aprendizagem se dá na medida em que a estrutura cognitiva evolui a partir da multiplicidade de ações do sujeito com o objeto de aprendizagem. Nesta perspectiva, a partir de simulações computacionais, experimentos com lâmpadas e de experimentos com o uso de uma placa microcontrolada Arduino¹, buscou-se relacionar conceitos básicos e fundamentais de eletricidade, como tensão elétrica, corrente elétrica, resistência elétrica e potência elétrica, de forma a permitir que os estudantes assimilem estes conceitos de modo significativo ao invés de memorizar e utilizar fórmulas sem entender o porquê do seu uso.

A produção educacional elaborada neste trabalho foi utilizada em aulas do primeiro ano do Ensino Médio Integrado de Mecatrônica, curso diurno, de um Instituto Federal de Educação, no componente curricular de eletricidade, sendo que, no primeiro ano, eles também estudam o componente curricular de física I, em que trabalha-se a mecânica.

O curso de Mecatrônica utiliza a base de conhecimentos em Mecânica Industrial, de Eletro/Eletrônica e de Programação Computacional, com o objetivo de capacitar os estudantes construírem mecanismos comandados por computador ou sistemas eletrônicos de controle, facilitando o trabalho industrial e das pessoas de maneira geral.

O estudante com esta formação Técnica estará apto para atuar em indústrias e também para seguir aprofundando seus estudos em nível universitário, em cursos como Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Engenharia de Controle e de Automação. Também terá uma base de conhecimentos gerais e uma visão reflexiva e crítica do mundo por ter cursado o Ensino Médio Integrado a componentes curriculares Técnicas, atendendo o que preconiza o artigo 35º da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB).

O inciso II do Artigo 35º da LDB (BRASIL, 1996) estabelece que o Ensino Médio tem por finalidade a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamentos posteriores. Já no inciso IV, estabelece, por sua vez, que esse nível de Ensino tem por finalidade, a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática.

¹ Arduino é um projeto que engloba software e hardware e tem como objetivo fornecer uma plataforma fácil para construção de projetos interativos, utilizando um microcontrolador. O software interage diretamente com o hardware, tornando possível integração fácil com sensores, motores e outros dispositivos eletrônicos. <http://www.arduino.cc/>

O estudo de eletricidade é de extrema importância para Cursos Técnicos e Técnicos Integrados de Institutos Federais do País voltados para a formação de Técnicos em Mecatrônica, Informática, Eletrônica, Eletromecânica, Eletrotécnica, Telecomunicações, Automação industrial, etc.

Este trabalho pode contribuir para a compreensão de conceitos de eletricidade, pois os estudantes serão instigados a utilizarem os computadores disponibilizados no laboratório, visto que, poucos possuem computador em casa ou notebook para levar nas aulas, para a prática experimental na montagem de circuitos com lâmpadas e circuitos microcontrolados com o Arduino, iniciando assim, a utilização de programação computacional e o trabalho em eletrônica. Esse aprofundamento é importante para sua formação técnica, visando sua vida profissional ou sua trajetória acadêmica, caso venham a cursar alguma Engenharia e pode servir de apoio à prática docente no ensino de Física, em especial, o ensino de Eletricidade.

Na seção seguinte, apresentamos o referencial teórico utilizado para orientar este trabalho, que tem seu embasamento na teoria da aprendizagem de Ausubel e na teoria de desenvolvimento de Vygotsky.

2 – REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 – AUSUBEL E O CONHECIMENTO PRÉVIO

Baseado na teoria de aprendizagem de David Paul Ausubel, Moreira (1999) conceitua a aprendizagem significativa, “como um processo pelo qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo, chamado de subsunçor”. Esta é uma ideia já existente na estrutura cognitiva e que pode servir de ancoradouro a uma nova informação.

É importante, portanto, fazer uma espécie de “mapeamento” da estrutura cognitiva de nossos alunos, para que eles comecem a reelaborar conceitos já apreendidos e a construir, a partir de então, conceitos novos. O conhecimento prévio do aprendiz tem grande influência sobre a aprendizagem significativa de novos conceitos, como exemplifica Moreira (1999) ao afirmar que:

(...) os conceitos de força e campo já existem na estrutura cognitiva do aluno, estes servirão de subsunçores para novas informações referentes a certos tipos de forças e de campos como, por exemplo, a força e o campo eletromagnético. Todavia, este processo de ancoragem da nova informação resulta em crescimento e modificação dos conceitos subsunçores (MOREIRA, 1999, p. 12).

Segundo Moreira (1999), “uma das condições para que ocorra aprendizagem significativa é que o material seja potencialmente significativo, ou seja, ser relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz de maneira não arbitrária e não literal”. Para tal, é preciso levar em conta a natureza do conceito a ser assimilado e o que o aluno já tem incorporado à sua estrutura cognitiva.

Os primeiros subsunçores são adquiridos por formação de conceitos. Em crianças, eles se formam pela aprendizagem por descoberta, criando, assim, condições para a aquisição de novos conceitos. De acordo com o autor, temos que:

(...) a matéria de ensino pode, na melhor das hipóteses, ter significado lógico. Porém, é o seu relacionamento, substantivo e não-arbitrário, com a estrutura cognitiva de um aprendiz em particular que a torna potencialmente significativa e, assim, cria a possibilidade de transformar significado lógico em psicológico, durante a aprendizagem significativa (MOREIRA, 1999, p. 22).

O resultado da interação que ocorre na aprendizagem significativa, entre o novo conceito a ser aprendido e a estrutura cognitiva existente é uma assimilação de antigos e novos

significados, sendo este, um processo que ocorre quando uma ideia, potencialmente significativa, é assimilada sobre uma ideia prévia, um subunçor (MOREIRA, 1999).

O que se pressupõe neste trabalho é que o conhecimento prévio do aluno, assimilado ao longo das atividades propostas e através de um material potencialmente significativo, sejam incorporados à sua estrutura cognitiva, de forma substantiva e não arbitrária.

Finalizando com a aplicação destes conceitos em projetos envolvendo circuitos elétricos e eletrônicos controlados por programação computacional através do Arduino, relacionando teoria e prática, estará incentivando-os a produzirem algo em função deste aprendizado, ocorrendo assim uma aprendizagem significativa.

2.2 – VYGOTSKY E A TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Segundo Moreira (1999, p. 109), “os processos mentais superiores do indivíduo têm origem em processos sociais”, sendo esse, um dos pilares da teoria de Vygotsky. O desenvolvimento cognitivo é baseado na conversão de relações sociais em funções mentais, sendo que as atividades cognitivas básicas do indivíduo ocorrem de acordo com sua história social.

Moreira (1999), ao discutir Vygotsky, afirma que é com a internalização de instrumentos e sistemas de signos, produzidos culturalmente, que se dá o desenvolvimento cognitivo.

Quanto mais o indivíduo vai utilizando signos, tanto mais vão se modificando, fundamentalmente, as operações psicológicas das quais ele é capaz. Da mesma forma, quanto mais instrumentos ele vai aprendendo a usar, tanto mais se amplia de modo quase ilimitado, a gama de atividades nos quais ele pode aplicar suas novas funções psicológicas. O desenvolvimento das funções mentais superiores, passa então, necessariamente para uma fase externa, uma vez que cada uma delas é antes, uma função social (MOREIRA, 1999, p. 111).

Segundo Vygotsky (1988, p. 62) *apud* Moreira (1999, p. 113), os instrumentos constituem um meio pelo qual a atividade humana externa é dirigida para o controle e domínio da natureza, sendo os signos orientados internamente.

O aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em cooperação com seus companheiros. Uma vez internalizados, esses processos tornam-se parte das aquisições do desenvolvimento independente da criança (MOREIRA, 1999, p. 62).

Para que esta internalização de signos e linguagem aconteça, é importante oportunizar aos estudantes um compartilhamento de ideias entre si e também com o professor. Esta mediação necessita acontecer na zona de desenvolvimento proximal de cada um e o aprendizado combinado com o nível de desenvolvimento cognitivo. Vygotsky define a zona de desenvolvimento proximal como:

(...) a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 2008, p.97).

A zona de desenvolvimento proximal permite-nos delinear o futuro imediato da criança e seu estado dinâmico de desenvolvimento, assim como aquilo que está em processo de maturação. Vygotsky (2008, p. 101) afirma que numa atividade coletiva ou sob orientação de adultos, usando a imitação, as crianças são capazes de fazer muito mais coisas.

Ocorrem também interações dos alunos com os instrumentos utilizados. Nesse sentido, a metodologia experimental deve oferecer o máximo de oportunidades para que o sujeito se engaje nas mais diversas atividades, ao invés de rigidamente controladas, como seguindo uma receita de bolo. “Sem interação social, ou sem intercâmbio de significados, dentro da zona de desenvolvimento proximal do aprendiz, não há ensino, não há aprendizagem e não há desenvolvimento cognitivo” (MOREIRA, 1999), mesmo num Ensino à Distância (EaD) é fundamental que ocorra interação social ou intercâmbio de significados, através da comunicação entre os estudantes e os tutores ao longo da execução das atividades.

Uma característica essencial do aprendizado é que ele desperta vários processos internos de desenvolvimento, os quais funcionam apenas quando o educando interage em seu ambiente de convívio. De nada adianta o aluno decorar fórmulas e resolver um problema envolvendo cálculos se ele não relacionar a teoria com a prática.

No caso específico deste trabalho, é fundamental para a aprendizagem que os estudantes construam um circuito, que testem hipóteses e observem o efeito causado pela corrente elétrica ao circular por uma lâmpada associada a outras no circuito.

A experiência prática mostra também que o ensino direto de conceitos é impossível e infrutífero. Um professor que tenta fazer isso geralmente não obtém qualquer resultado, exceto o verbalismo vazio, uma repetição de palavras pela criança, semelhante à de um papagaio, que simula um conhecimento dos conceitos correspondentes, mas que na realidade oculta um vácuo (VYGOTSKY, 1989, p. 72).

Em uma sala de aula, o professor constitui-se no principal mediador do processo de aprendizagem contribuindo para a construção de conhecimento dos alunos, através de atividades e comportamentos sócio históricos e culturais.

A seguir são descritos alguns estudos cuja linha de pesquisa se aproxima do trabalho que nos dispomos a empreender para criar uma produção educacional, que é objeto desta dissertação.

3 – ESTUDOS RELACIONADOS

O primeiro estudo a destacar é a pesquisa realizada por Dorneles (2005), que aponta o uso de tecnologias computacionais como recurso instrucional para a aprendizagem significativa de Eletricidade.

Segundo Dorneles *et al* (2006, p. 488), “a Eletricidade é umas das áreas da Física em que os estudantes apresentam maiores dificuldades de aprendizagem, indicando dificuldades conceituais, concepções alternativas e utilização indiscriminada da linguagem”.

Alguns estudantes possuem raciocínios errôneos envolvendo Corrente Elétrica, tais como o da bateria sendo uma fonte constante de Corrente Elétrica, ou que a Corrente Elétrica se desgasta ao passar por uma Resistência Elétrica. Esses alunos não possuem o entendimento de que a intensidade de Corrente Elétrica em um circuito depende não somente das características da fonte, mas também da Resistência Equivalente do que foi acoplado entre os terminais da fonte.

Muitos estudantes também pensam que a ordem das lâmpadas num circuito em série influenciará no brilho das mesmas, e outros, acreditam que uma bateria fornece Corrente Elétrica e não uma Diferença de Potencial. Para Dorneles *et al* (2006, p. 490), “as concepções alternativas influenciam fortemente na aprendizagem, podendo influenciar inclusive no que os alunos veem acontecer em um circuito elétrico”.

Utilizando recursos de simulação e modelagem computacional com o *software Modellus*, Dorneles *et al* (idem) puderam constatar que a interatividade do aluno com o material instrucional foi importante para seu aprendizado, permitindo que ele criasse e interagisse com representações analíticas, analógicas e gráficas. Essas atividades computacionais foram realizadas com acadêmicos de um curso de Engenharia, numa experiência didática no laboratório de Física, complementar às atividades em sala de aula.

Os alunos foram instigados a pensar e interagir de modo consciente com os modelos computacionais e não meramente por tentativa e erro. Durante as atividades, o professor apresentava perguntas que deveriam ser respondidas antes de qualquer interação dos alunos com a simulação ou modelagem computacional. Segundo os alunos, houve muita interação com as atividades computacionais, entre eles e com o professor (DORNELES *et al*, 2006).

O trabalho de Dorneles *et al* (idem) teve como referencial teórico Ausubel, que defende que o aluno deve ter uma predisposição para aprender e que o material a ser utilizado deve ser potencialmente significativo. Os autores finalizam o trabalho afirmando que o computador não

substitui as atividades experimentais, mas acrescenta outras situações para que o aluno explore os conteúdos em questão.

Em outro trabalho, Oliveira *et al* (2011), visando incentivar a continuidade dos estudos em nível Universitário de jovens egressos do Ensino Médio, de forma que ingressassem sem preconceitos em relação a Física e Matemática. Este projeto baseia-se na aplicação de experimentos que exigiam o envolvimento ativo dos estudantes e que visavam fortalecer e aprofundar o conhecimento adquirido em aulas teóricas para, desse modo, contribuir para sua maturidade intelectual, incentivando-os a continuar seus estudos em áreas afins da Física e Matemática.

Através de atividades práticas, o professor é capaz de analisar competências e a capacidade de memorização dos alunos, bem como avaliar a sua desenvoltura em realiza-las. O projeto foi realizado em parceria com as escolas públicas de Joinville/SC, com alunos do terceiro ano do Ensino Médio, visando criar possibilidades para a construção do conhecimento e efetiva participação dos estudantes.

Durante as atividades práticas, foram realizados experimentos com resistores, equipamentos de medição e uma matriz de contatos (*proto-board*), introduzindo a tabela de códigos de cores dos resistores. Os alunos podiam calcular a resistência equivalente de resistores associados em série, paralelo ou misto, e também utilizar placas circuito impresso. Na sequência, eram apresentados circuitos mais complexos, baseados no acionamento de uma lâmpada através de um relé controlado por um transistor. (Oliveira *et al*, 2011)

Em outro trabalho, Souza *et al* (2011) apresentam o Arduino como uma opção de baixo custo para aquisição de dados para o computador. As restrições encontradas pelos professores do Ensino Médio, para a utilização desta tecnologia, vão desde o desconhecimento até a falta no mercado nacional. O Arduino é uma placa baseada num microcontrolador capaz de controlar dispositivos de máquinas em geral e aplicável em estudos de robótica. É um projeto eletrônico onde a plataforma para desenvolvimento dos programas de acesso é público e gratuito. Também é possível encontrar na *Web* uma vasta documentação sobre aplicações e troca de experiências entre usuários, facilitando que iniciantes utilizem esta tecnologia.

O Arduino é uma plataforma de *hardware* de fácil utilização, ideal para criação de dispositivos que permitam interação com o ambiente, tendo como entrada sensores de temperatura, luz, som etc., e como saída LEDs, motores, displays etc.

Em seu trabalho, Souza *et al* (*idem*), utilizaram o Arduino para o estudo de um oscilador amortecido, fazendo oscilar uma régua fixa em uma extremidade e com um espelho na ponta

da outra. Através de uma pequena lanterna, o espelho era iluminado, refletindo luz sobre um sensor de luminosidade (LDR-*light dependent resistor*), fixado ao lado da lanterna.

Com a oscilação da régua, afastavam e aproximavam a fonte de luz, dobrando este efeito em função da relação entre a distância da imagem da lanterna e a lanterna. Também aumentavam e reduziam a intensidade de luz sobre o sensor, fazendo variar a Resistência Elétrica. Esta placa foi programada para realizar repetidamente a leitura da Tensão Elétrica sobre o sensor de temperatura e digitalizar estes dados numa porta específica, enviando os dados via porta serial para PC. Esse processo pode ser repetido indefinidamente.

Os autores também sugerem a utilização da placa Arduino para estudar as trocas radioativas de energia através de um termistor (NTC-*Negative Temperature coeficiente*), utilizando-o como sensor de temperatura. Nesse caso, a variação positiva na temperatura causa uma redução na Resistência do NTC e, conseqüentemente, se tem uma variação na diferença de potencial (DDP). Os dois termistores são fixados em duas placas pintadas de branco e preto e iluminadas por uma lâmpada de 150W.

Em outro trabalho, Wrasse *et al* (2013) construíram um carrinho, automatizado usando o Arduino, que movimenta-se praticamente em linha reta graças a sensores sobre uma linha preta. A velocidade e o sentido de movimento podia ser alterado depois de o carrinho percorrer certa distância. Nesse experimento, os alunos podem cronometrar o tempo para o carrinho percorrer certa distância e calcular a respectiva velocidade média.

O uso do carrinho automatizado em sala de aula, faz com que os alunos compreendam os significados dos conceitos físicos de posição, velocidade e tempo e, também, contribui para produzir dados, com os quais eles podem construir e interpretar gráficos.

Esses trabalhos confirmam que esta combinação de simulações computacionais, experimentos básicos de circuitos elétricos e a construção de circuitos mais aperfeiçoados permitindo o controle através de uma programação computacional, promovem a aprendizagem significativa de conceitos. Foram realizados com estudantes do Ensino Médio, onde o estudo de Eletricidade é realizado no último ano e com estudantes do nível Universitário.

Nosso trabalho será realizado com alunos do primeiro ano do Ensino Médio Integrado, oriundos do Ensino Fundamental, que necessitam construir conceitos que serão importantes para aprofundarem seus estudos em eletricidade.

Fazendo-os compartilhar ideias com os demais colegas e interagir com atividades envolvendo simulações computacionais, envolvendo a montagem de circuitos elétricos com lâmpadas e das atividades de elaboração de projetos utilizando o Arduino, testaremos a viabilidade de abordar este assunto com estudantes iniciantes no Ensino Médio Integrado.

Na próxima seção, apresentamos os objetivos gerais e de ensino a serem atingidos com esse projeto, bem como, os procedimentos metodológicos, em que serão discutidos ainda, o local de aplicação e a Sequência Didática, elaborada e utilizada nesse projeto de ensino.

4 – PRODUÇÃO EDUCACIONAL

4.1 – OBJETIVOS

4.1.1 – OBJETIVO GERAL

Elaborar e avaliar uma sequência didática que contemple atividades com simulações computacionais, experimentos envolvendo lâmpadas e a elaboração de projetos utilizando o Arduino, voltada para a aprendizagem de conceitos de eletricidade por alunos do Ensino Médio Integrado.

4.1.2 – OBJETIVOS DE ENSINO

1. Estruturar uma sequência didática que promova a aprendizagem de conceitos de Eletricidade;
2. Promover o uso do Arduino em projetos eletrônicos nos quais os estudantes apliquem os conceitos de eletricidade;
3. Identificar, através de questionamentos sobre circuitos elétricos, o conhecimento prévio dos estudantes sobre os conceitos de eletricidade;
4. Promover situações em que os alunos possam interpretar e compreender as relações existentes entre grandezas físicas envolvidas nos circuitos elétricos;
5. Avaliar a aprendizagem através da participação nas atividades, dos relatórios e de projetos construídos pelos alunos utilizando o Arduino.

4.1.3 – OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Esta sequência didática foi projetada para permitir a análise sobre o conhecimento prévio dos estudantes, através de pré-testes elaborados a partir de atividades teóricas e com resolução de exercícios relativos a tensão, corrente, resistência, potência e energia, estudados no final do primeiro semestre do curso e a formação, pelos alunos, de conceitos fundamentais necessários para aprofundar o estudo de circuitos elétricos.

Apresentamos no quadro 1 as atividades projetadas para serem realizadas a cada semana e seus respectivos objetivos de aprendizagem.

Quadro 1 – Objetivos a serem atingidos a cada momento da Sequência Didática.

Atividades propostas para a Sequência Didática		
Situações	Objetivos de Aprendizagem	Aulas
<p>1^a</p> <p>Problematização inicial através da apresentação de um vídeo, de aproximadamente 5 minutos, sobre aplicações da eletricidade.²</p> <p>E outro vídeo em que a Nasa lançou um jipe robô CIRIODITY em Marte e um vídeo, de aproximadamente 3 minutos, de projeto construído com o Kit Arduino.³</p> <p>Aplicação de um pré-teste sobre conceitos básicos de eletricidade e apresentação do simulador de circuitos PHET.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer algumas aplicações envolvendo comandos elétricos. - Reconhecer a importância de projetos relacionados à Mecatrônica. 	2
<p>2^a</p> <p>Utilização de simulações para análise de Tensão, Corrente e Resistência Elétrica em um circuito simples e suas respectivas funções.</p> <p>Utilização de simulação para um circuito simples, trabalhando com lâmpadas de Potências Elétricas diferentes, mostrando também o consumo da Energia Elétrica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Montar circuitos elétricos com os equipamentos disponibilizados no simulador de circuitos PHET. - Interagir com os colegas na construção dos circuitos e resolução das questões propostas. - Identificar a função da Tensão Elétrica, Corrente Elétrica e a Resistência Elétrica em um circuito elétrico. - Realizar medições de Tensão, Corrente e Resistência envolvidos nos circuitos. - Estabelecer relações entre grandezas físicas presentes em um circuito elétrico. 	2
<p>3^a</p> <p>Retomada para esclarecer dúvidas sobre atividades realizadas na aula anterior.</p> <p>Montagem de simulações com associações de lâmpadas em Série e em Paralelo, interpretando as suas respectivas características.</p> <p>Aplicação do segundo pré-teste.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar diferenças existentes entre uma associação de resistores em série e associação de resistores em paralelo. - Definir Potência Elétrica e Energia Elétrica, calculando e interpretando os valores obtidos. - Reconhecer como se comporta a Potência Elétrica das lâmpadas utilizadas nestas associações e também a Energia Elétrica consumida por estes circuitos num determinado tempo. 	2
<p>4^a</p> <p>Retomada para esclarecer dúvidas sobre atividades realizadas na aula anterior.</p> <p>Montagem de simulações com associações mista de lâmpadas e interpretar as características do circuito.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar uma associação de resistores em série e em paralelo num circuito misto. - Aprofundar o conhecimento sobre os conceitos de Tensão Elétrica, Corrente Elétrica, Resistência Elétrica, Potência Elétrica e Energia Elétrica. 	2
<p>5^a</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer as diferenças entre a montagem de um circuito elétrico numa 	2

² <http://www.youtube.com/watch?v=RmMuMMkZFpQ>

³ <http://www.youtube.com/watch?v=BmCzN70O68U>

<p>Construção de um experimento com um circuito simples, contendo uma fonte, fios e lâmpadas.</p> <p>Construção de um experimento de um circuito simples e lâmpadas com Potências Elétricas diferentes.</p>	<p>simulação e a montagem de um circuito elétrico num experimento.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interpretar circuitos ôhmicos e circuitos não-ôhmicos. - Aprofundar o conhecimento sobre os conceitos de Tensão Elétrica, Corrente Elétrica, Resistência Elétrica, Potência Elétrica e Energia Elétrica. 	
<p>6^a</p> <p>Construção de experimentos envolvendo lâmpadas associadas em série e lâmpadas associadas em paralelo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar as diferenças entre uma simulação e um experimento. - Comparar as características das associações, relacionando as grandezas envolvidas. - Comparar as diferenças entre a simulação e o experimento. - Identificar pontos positivos e pontos negativos de uma simulação e de um experimento. 	2
<p>7^a</p> <p>Construção de experimentos envolvendo lâmpadas associadas em série, lâmpadas associadas em paralelo circuito misto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Interpretar circuitos mistos de lâmpadas, relacionando as características das associações de resistores em série e paralelo. 	2
<p>8^a</p> <p>Apresentação do Arduino.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Familiarizar-se com o equipamento e linguagem de programação utilizada em um kit microcontrolado. - Construir em grupos algumas ligações básicas com o Arduino. 	2
<p>9^a</p> <p>Apresentação do Arduino.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Construir em grupos algumas ligações básicas e importantes deste kit básico em eletroeletrônica, utilizando led, resistores, sensores de temperatura e sensores de luminosidade. 	2
<p>10^a</p> <p>Desenvolvimento de projetos em grupos utilizano o kit Arduino.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aprofundar o conhecimento através de um projeto que possa facilitar o controle de alguma máquina ou comandar um circuito utilizando o kit Arduino. 	2
<p>11^a</p> <p>Desenvolvimento de projetos em grupo utilizando o kit Arduino.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Testar e aperfeiçoar o projeto aplicado escolhido pelo grupo, utilizando o kit Arduino. 	2
<p>12^a</p> <p>Apresentação de projetos elaborados pelos grupos utilizando o kit Arduino.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar e explicar projeto elaborado utilizando conceitos de eletricidade e o kit Arduino. 	2

Fonte: Autoria própria.

Essa sequência didática deveria ser desenvolvida ao longo de 24 horas/aula, divididas em 12 encontros de 2 horas/aula, como mostrado no Quadro 1, mas foi preciso utilizar mais duas semanas em função de uma competição de robótica realizada na escola, organizada pelo curso de Mecatrônica e mais uma semana para os alunos concluírem seus projetos com o Arduino, totalizando assim, 28 horas/aula.

4.2 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A seguir são descritas as características do grupo de alunos e o contexto escolar em que foi desenvolvida a sequência didática, bem como detalhes da sua elaboração e aplicação.

4.2.1 – LOCAL DE APLICAÇÃO

A produção educacional foi desenvolvida com trinta e dois (32) alunos do turno da manhã, oriundos do Ensino Fundamental e ingressantes no Ensino Médio Integrado de Mecatrônica, de um Instituto Federal no Rio Grande do Sul.

O Instituto Federal, onde foi aplicada a sequência didática faz parte do Plano de Expansão da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica, lançado em 2005 pelo governo federal. O Plano tem como objetivo aumentar significativamente o número de escolas dessa rede, promovendo a formação qualificada de profissionais para o mundo do trabalho.

A escola funciona desde 2006, oferecendo cursos integrados que articulam a Educação Profissional Técnica de Nível Médio e o Ensino Médio. Alunos que já concluíram ou estão concluindo o Ensino Médio em outra Escola também podem frequentar o curso. Existem cursos técnicos de Educação de Jovens e Adultos (PROEJA), graduação e pós-graduação em nível de Especialização, promovendo educação humano-científico-tecnológica para formar cidadãos capazes de compreender criticamente a realidade e prepará-los para a inserção no mundo do trabalho ou seguirem seus estudos⁴.

Este campus atende estudantes de várias cidades da região, que se deslocam todos os dias, viajando até 60 km. Atende alunos de baixa renda que recebem auxílios para alimentação, deslocamento e material.

⁴ Fonte: http://www.ifsul.edu.br/index.php?option=com_content&view=article&id=20&Itemid=45

4.2.2 – A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A relação ensino-aprendizagem depende basicamente da transposição didática, que está relacionada as transformações que ocorrem quando transpomos de um saber a ensinar para um saber ensinado, que encontra-se diretamente relacionado às atividades que ocorrerão em sala de aula. Segundo Chevallard (1998), “o saber sábio, relacionado a produção acadêmica e o saber a ensinar, relacionado ao conteúdo apresentado num livro didático, muitas vezes estão numa linguagem muito distante do que se deve ou pretende trabalhar com os estudantes”.

Cabe então, a nós professores, a reflexão sobre o saber a ensinar, selecionando conteúdos, identificando o conhecimento prévio dos estudantes, definindo objetivos e a metodologia, em que se pense numa produção educacional adequada às necessidades da comunidade em geral, como professor, alunos, curso e comunidade externa.

Neste sentido, torna-se importante analisar aquilo que o aluno já conhece, promovendo-se a construção do conhecimento de forma ativa, reflexiva e compartilhada entre os colegas, fazendo assim, que o saber ensinado seja bem assimilado pelos estudantes, mas também esteja próximo do saber a ensinar e do saber sábio (CHEVALLARD, 1998).

Para a concepção da Sequência Didática partimos dos seguintes questionamentos:

1. O que estes estudantes trazem de conhecimento prévio sobre Eletricidade?
2. Como facilitar a compreensão e a interpretação de circuitos elétricos, com alunos que não tem formados conceitos básicos de Tensão Elétrica, Corrente Elétrica, Resistência Elétrica, Potência Elétrica e Energia Elétrica?
3. Como o uso de simulações e experimentos pode facilitar a aprendizagem de conceitos de Eletricidade, para alunos do Ensino Médio Integrado?
4. Como promover a aprendizagem de conceitos básicos de Eletricidade em um curso de Ensino Médio Integrado para alunos que não realizaram estudos sistemáticos sobre esse conteúdo de Física?

Em função destes questionamentos, elaborou-se uma sequência didática, buscando-se a participação ativa dos alunos nas atividades propostas. Durante sua aplicação, explorou-se a interpretação das relações existentes entre as grandezas envolvidas nas situações problematizadas, estimulando os estudantes a darem respostas aos questionamentos. Após cada atividade desenvolvida, realizou-se debates, permitindo assim, através da interação entre alunos e destes com o professor, rever conceitos, cuja compreensão estivesse deficitária.

Segundo Nogueira (2008),

As sequências didáticas possuem, como elementos identificadores, as atividades que a compõem. Desse modo, ao organizar uma sequência utilizando a abordagem investigativa, as atividades ampliam as múltiplas possibilidades de exploração de um determinado tema, articulando os conteúdos conceituais (referentes ao saber), procedimentais (referentes ao saber fazer) e atitudinais (essência de ser) (NOGUEIRA, 2008, P.56).

A sequência didática descrita a seguir pode ser ampliada para turmas dos Cursos Técnicos Integrados de Informática e dos cursos Técnicos de Eletroeletrônica deste campus, em que o conteúdo de eletricidade básica é trabalhado ao longo do primeiro ano. Observa-se que os alunos deste nível são oriundos do Ensino Fundamental, ou já completaram o Ensino Médio e estão há muito tempo sem estudar. Há também aqueles alunos que cursam o primeiro ano do Ensino Médio e frequentam paralelamente o Ensino Técnico em outro turno.

Sabe-se, pela experiência que tenho ao longo de quatro anos de docência neste curso, que os conceitos básicos de eletricidade são pouco trabalhados ou nem foram abordados no Ensino Fundamental, tendo estes alunos concepções prévias sobre esse conhecimento da Física bem distantes do que é aceito cientificamente.

Na sequência didática, foram utilizadas simulações computacionais de circuitos elétricos (Figura 1), sendo apresentado um circuito de lâmpadas em série construído pelos alunos em uma das atividades propostas. O computador sendo atualmente utilizado por todos os estudantes, torna atrativa esta atividade, visto que, segundo Moreira (1999, p. 156) “o material deve ser potencialmente significativo e o aluno deve estar disposto a utilizá-lo”.

Através de atividades para resgatar e fortalecer o conhecimento sobre Tensão, Corrente, Resistência e Potência Elétrica, os alunos trabalharam em duplas e foram incentivados a estabelecer relações entre estas grandezas, em associações de resistores em série, paralelo e misto, verificando as características destas associações. Para essas aulas iniciais utilizamos algumas simulações do Grupo PHET da Universidade do Colorado (EUA).⁵

⁵ Disponíveis em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/translated/pt_BR. Utilizando a simulação: Kit de Construção de Circuito (AC+DC), Laboratório Virtual. Acesso em: 02 fev. 2013.



Figura 1 – Simulação de uma associação de lâmpadas em série.
Fonte: Relatório dos alunos.

Estes conceitos foram reforçados através de atividades experimentais, de forma que os alunos puderam comparar as atividades realizadas nas simulações com atividades concretas de manipulação de materiais e perceber algumas idealizações feitas nas simulações. Além das habilidades motoras, foram trabalhadas habilidades atitudinais como a responsabilidade, pois os alunos tiveram que analisar o que pode ocorrer num circuito simples de resistores, onde lâmpadas e equipamentos de medição podem danificar e ocorrer um curto-circuito.

Nesta etapa de experimentação, os alunos trabalharam em grupos de três (03) e quatro (04) componentes, e foram incentivados a trocar conhecimentos durante a montagem de circuitos utilizando lâmpadas, fios e fontes de tensão.

Finalizando a sequência didática, foram introduzidas ideias básicas de eletrônica e de programação computacional através de atividades utilizando o Arduino (Figura 2). Segundo Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006, P. 47), deve-se tratar a tecnologia como atividade humana em seus aspectos prático e social, com vistas a solução de problemas concretos, como monitorar circuitos através de sensores de luminosidade e sensores de temperatura.

Através de projetos construídos com o auxílio do *software Fritzing*⁶, montando circuitos com LEDs, sensores de luminosidade, sensores de temperatura e resistores comandados pelo computador e microcontrolador, os alunos tiveram um contato inicial com programação e comandos de circuitos, estudos esses que serão aprofundados em componentes curriculares específicos do curso de Mecatrônica. Trabalharam em grupos de cinco (05) componentes, ocasião em que puderam construir pequenos projetos de livre escolha de cada grupo, utilizando

⁶ <http://fritzing.org/home/>

os conhecimentos adquiridos com a montagem de circuitos utilizando led, sensores de temperatura e sensores de luminosidade.

A figura 2 mostra um circuito com LED montado na matriz de contatos *protoboard*⁷ e construído pelos alunos, com auxílio do *software Fritzing*.

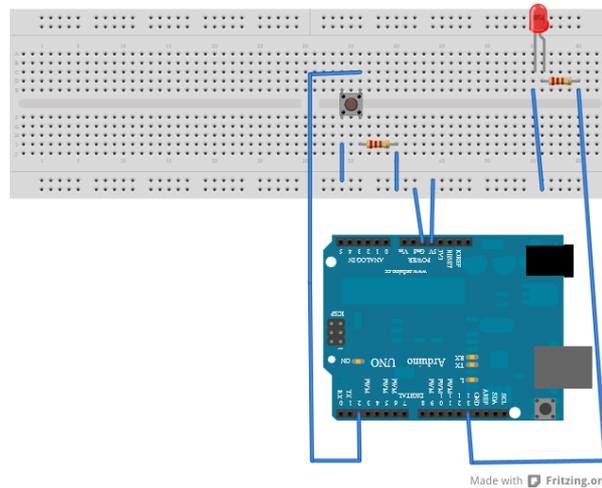


Figura 2 – Circuito controlando LED através do botão.
Fonte: Autoria própria.

Na próxima seção veremos como foi realizada a intervenção didática, com a análise e validação realizada com uma abordagem qualitativa, valorizando as experiências vivenciadas pelos alunos no dia a dia e nos trabalhos em grupo no decorrer da aplicação da sequência didática.

⁷ É uma placa de plástico, cheia de pequenos furos com ligações internas, onde serão feitas as ligações elétricas. Os furos nas extremidades superior e inferior são ligados entre si na horizontal, enquanto nas barras do meio, são ligadas na vertical.

5 – INTERVENÇÃO DIDÁTICA

A análise e a validação da sequência didática foi feita através de uma abordagem qualitativa. Segundo Flick (2009, p. 8), a abordagem qualitativa “consiste em um conjunto de práticas interpretativas e materiais que tornam o mundo visível, estuda-se acontecimentos em seus contextos naturais, tentando entender ou interpretar os fenômenos em termos dos sentidos que as pessoas atribuem”.

Deve-se, neste tipo de pesquisa, analisar experiências individuais ou de grupos relacionadas às práticas, com análise de relatos e histórias do dia a dia, levando em conta as interações, que ocorrem, investigando-se estes relatos obtidos com as experiências e interações (FLICK, 2009).

A Sequência Didática foi dividida em três (03) etapas para construção e análise dos conceitos abordados. Em cada etapa foram aplicados roteiros de atividades a serem desenvolvidas pelos estudantes. As atividades continham perguntas sobre os circuitos elétricos e características das associações de resistores. Divididos em duplas inicialmente, e depois em grupos, os estudantes respondiam as questões e produziam um relatório que era entregue ao professor, baseado nas construções de circuitos através da simulação computacional e de experimentos.

Para interpretar os dados, utilizou-se a análise de conteúdo, que segundo Porto, Simões e Moreira (2005, p. 108), é adequada quando se pretende

(...) desvendar os significados dos discursos proferidos por corpos que apresentam experiências significantes, como veículos de comunicação com o mundo, ou mais precisamente, corpos como expressões possíveis de seres-no-mundo.

As etapas de uma abordagem de análise de conteúdo são, de acordo com Porto, Simões e Moreira (2005):

Descrição: Tem-se que entender o discurso do sujeito através de aplicações de questões geradoras a respeito do fenômeno em estudo;

Redução: Deve-se captar o sentido do discurso do sujeito e selecionar as unidades mais significativas dos relatos;

Interpretação: Fazer a análise interpretativa do fenômeno, buscando compreendê-lo em sua essência, analisando pontos de convergência e divergência entre as ideias, identificando atitudes dos sujeitos em relação ao objeto de que falam.

Os dados apresentados nesta dissertação foram obtidos por meio do acompanhamento das atividades propostas (Anexos) realizadas pelos estudantes, por meio de seus relatos e também pela observação da participação dos alunos na construção de circuitos elétricos nos projetos desenvolvidos com o Arduino.

Cada atividade era constituída por problematizações relacionadas às perguntas feitas nos pré-testes, que instigaram os estudantes a testar as situações e irem verificando o que realmente ocorria em cada caso e explicando de acordo com o conhecimento assimilado até o momento.

Durante a aplicação da sequência didática, foi valorizada a participação em grupo e a forma como os alunos se posicionavam diante de determinados problemas e de que maneira os solucionavam.

As atividades relacionadas à aplicação desta sequência didática aconteceram em duas (02) das quatro (04) horas/aula destinadas por semana à este componente curricular de Eletricidade, sendo que, em função da organização de horários no início do semestre de acordo com a disponibilidade de cada professor, nas outras (02) horas/aula, com a turma inteira, outro professor trabalhava com estes estudantes parte da teoria sobre circuitos elétricos e a resolução de exercícios teóricos e de cálculo.

Por serem pequenos, os laboratórios de eletroeletrônica e de informática, a turma foi dividida em dois grupos e a aplicação da sequência didática foi feita em cada grupo separadamente, como se fossem duas turmas, nas manhãs das terças-feiras, sendo os dois primeiros períodos com o grupo 1, tendo dezoito (18) estudantes, e o terceiro e quarto período com o grupo 2, tendo quatorze (14) estudantes. Além disso, eles tiveram horários de atendimento em turno inverso para esclarecimento de dúvidas.

Os dois (02) pré-testes foram aplicados nestes dois grupos para que os estudantes respondessem individualmente as questões propostas. Na análise do resultado destes pré-testes, os alunos são nominados como: alunos do grupo 1 (A1, B1, ...) e alunos do grupo 2 (A2, B2, ...).

No trabalho com simulações computacionais, para construir os circuitos elétricos, responder os questionamentos e elaborar um relatório após cada atividade, os estudantes foram distribuídos em duplas, mas cada um podendo trabalhar com o seu computador, ou podendo montar seu próprio circuito. Os alunos tiveram, assim, mais propriedade para debater com seu colega sobre a questão proposta. Foram no total de dezesseis (16) duplas nominadas como Dupla A, Dupla B,

Para as atividades experimentais, foram montados circuitos elétricos com lâmpadas utilizadas em enfeites natalinos, fios e fonte. Os alunos responderam questionamentos feitos nas atividades e redigiram um relatório sobre a prática contendo também pontos positivos e negativos do trabalho. Este trabalho foi feito em grupos de três (03) e quatro (04) componentes, totalizando oito (08) grupos de três (03) e dois (02) grupos de quatro (04) alunos.

Na etapa final, com atividades envolvendo a montagem de circuitos elétricos microcontrolados com o Arduino, trabalhou-se com três (03) grupos de seis (06) componentes e dois (02) grupos com sete (07) componentes. Foram construídas quatro (04) montagens iniciais para os estudantes se adaptarem com os circuitos e com a programação computacional. Cada grupo finalizou o trabalho com a construção de um projeto envolvendo o Arduino.

Esta metodologia de trabalho buscou promover a participação dos alunos nas atividades, bem como a troca de ideias e experiências entre eles.

A tabela 1 apresenta as datas em que foram desenvolvidas cada uma das atividades da Sequência Didática, bem como uma síntese do que foi realizado em cada encontro.

Tabela 1 – Aplicação das atividades da sequência didática.

Data	Implementação
03/09/2013	Primeiramente ocorreu uma introdução aos circuitos elétricos e apresentação de algumas atividades (vídeos) com o Arduino. Posteriormente foi aplicado um pré-teste sobre conceitos básicos envolvendo as grandezas físicas básicas de um circuito elétrico, objetivando uma análise da estrutura cognitiva dos alunos.
10/09/2013	Aula sobre circuitos elétricos e grandezas básicas de um circuito analisados através da utilização de simulações PHET, na qual os alunos trabalharam em duplas e responderam a alguns questionamentos.
17/09/2013	Aula sobre associação de resistores, em que foi aplicado um segundo pré-teste, e após, realizaram atividades com simulações PHET, no qual estes alunos montaram circuitos elétricos e tiveram algumas conclusões em relação às características das associações de resistores.
24/09/2013	Aula sobre circuito e associação mista de resistores, utilizando simulações PHET e discutindo as diferenças com as simulações realizadas.

01/10/2013	Aula sobre circuito simples e Lei de Ohm, utilizando experimentos com lâmpadas de enfeites natalinos e fazendo algumas medições de Resistência Elétrica, de Tensão Elétrica e Corrente Elétrica.
08/10/2013	Aula sobre circuito e associação de resistores, utilizando experimentos e discutindo as diferenças com as simulações realizadas.
15/10/2013	Aula sobre associação mista de resistores, utilizando experimentos com lâmpadas e debate sobre as características das associações de resistores.
22/10/2013	Aula de apresentação do Arduino e seus componentes.
29/10/2013	Aula com Arduino. Alunos fizeram um botão acender e apagar um led e fizeram um led acender e apagar a cada 5 segundos.
05/11/2013	Alunos participaram assistindo e competindo na 1ª Robocharq, uma competição de robótica promovida pelo curso de Mecatrônica do Instituto Federal.
12/11/2013	Aula com Arduino. Alunos fizeram ligações com o sensor de temperatura NTC ⁸ e com o sensor de luminosidade LDR ⁹ .
19/11/2013	Aula com Arduino. Alunos pesquisaram e trabalharam no projeto do grupo.
26/11/2013	Aula com Arduino. Alunos finalizaram o projeto do grupo.
03/12/2013	Aula com Arduino. Alunos apresentaram seus projetos e fizeram considerações finais.

Fonte: Autoria própria.

Na figura 3 temos um esquema que apresenta elementos fundamentais do projeto. Para iniciar a sequência didática, buscou-se identificar os conhecimento prévio dos estudantes através de questionamentos realizados nos pré-testes, envolvendo situações com circuitos elétricos simples, associações de resistores em série, em paralelo e mista.

Os mesmos questionamentos do pré-teste foram incluídos nas atividades propostas. Dessa forma, os estudantes foram instigados a pensar sobre circuitos elétricos e os efeitos causados pelas grandezas físicas envolvidas ao variarem suas intensidades ou ao alterarmos o tipo de associação de resistores. Os estudantes estavam acostumados a realizar essas ações somente através de cálculos, sem a interpretação correta destes circuitos elétricos, bem como dos conceitos e características envolvidas.

⁸ (*Negative Temperature Coefficient*) é um resistor que possui uma resistência variável com a sua variação de temperatura. Possui dois pinos de mesmo comprimento.

⁹ (*Light Dependent Resistor*) é um resistor que possui uma resistência variável com a luminosidade. Possui 2 pinos do mesmo comprimento.

Os estudantes ficaram motivados a buscar respostas para estes questionamentos, e a participar da construção de circuitos através das simulações, dos experimentos e dos projetos com o Arduino.

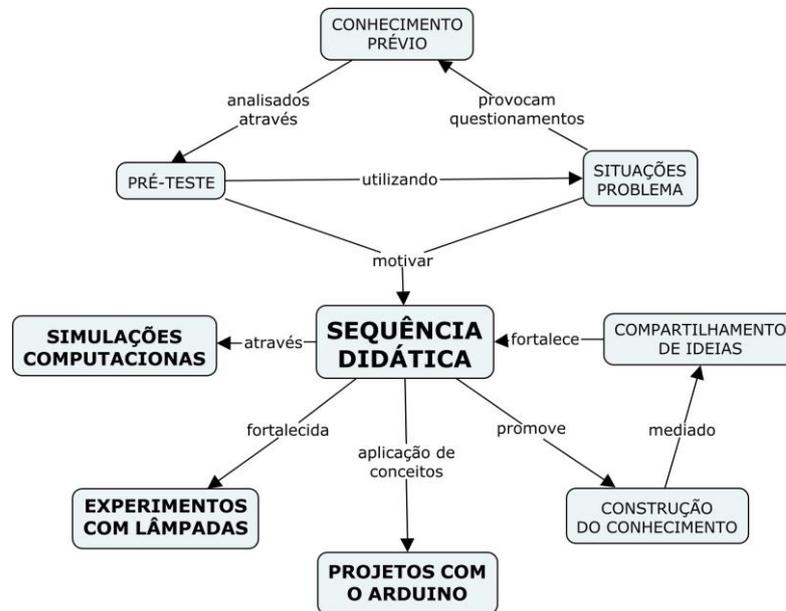


Figura 3 – Elementos fundamentais do projeto.
Fonte: Autoria própria.

Conforme se observa no esquema com elementos fundamentais do projeto (Figura 3), aplicamos um pré-teste para analisar aquilo que os alunos já conheciam a respeito de eletricidade. Esse conhecimento, na forma de subsunçores, segundo Moreira (1999, p.155) “à medida que a aprendizagem começa a ser significativa, vai ficando cada vez mais elaborado e capaz de ancorar novas informações”. A assimilação dos conceitos relacionados ao estudo de eletricidade se deu através de simulações computacionais, seguida da realização de alguns experimentos utilizando lâmpadas de enfeites natalinos e aprofundamento com a aplicação destes conceitos em projetos envolvendo o Arduino, permitindo que os estudantes criassem situações, aplicando o novo conhecimento em atividades práticas e incentivando-os a seguirem aprofundando seus estudos na eletrônica e programação computacional.

Na próxima seção, faremos uma análise dos resultados e discussões sobre os pré-testes aplicados e sobre as etapas da Sequência Didática. Verificando assim, o que foi preciso ser assimilado ao conhecimento prévio dos estudantes e de que forma foram elaborando seus conceitos no campo de conhecimento da eletricidade no decorrer das atividades realizadas.

6 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após os alunos realizarem atividades propostas na sequência didática avaliamos, através dos seus relatos e suas conclusões, como ocorreu a evolução na assimilação de conceitos. À cada atividade realizada, os estudantes em duplas ou em grupo, entregavam um relatório contendo as respostas das questões propostas, que eram simuladas e experimentadas, e também continha conclusões relacionadas com a teoria envolvida na situação.

As respostas apresentadas pelos alunos são analisadas baseando-se no seu conhecimento prévio e na evolução desta assimilação de conceitos ao longo da participação nas atividades propostas na sequência didática.

6.1 – ANÁLISE DO PRÉ-TESTE 1 E PRÉ-TESTE 2

Como parte inicial da aplicação deste projeto avaliou-se, através de um pré-teste envolvendo conceitos e características de circuitos elétricos e seus componentes principais, o conhecimento prévio dos alunos do primeiro ano do Ensino Médio Integrado, que já tinham cursado o primeiro semestre e haviam tido um primeiro contato teórico com os conceitos de eletricidade.

Segundo Moreira (1999) aquilo que o aluno já sabe tem grande importância para um novo conhecimento ser trabalhado. Se os estudantes não possuem conhecimentos que permitam um avanço no aprendizado, é necessário buscar alternativas para estabelecer a base teórica necessária para que conceitos mais complexos sejam explorados.

1ª encontro – 03/09/2013

O primeiro encontro teve por objetivo fazer os alunos compreenderem a importância dos circuitos elétricos em atividades realizadas em seu curso de Mecatrônica.

Começamos as atividades, com uma introdução sobre os projetos já construídos, um jipe robô construído pela NASA e um carrinho controlado através do Arduino, analisando dois vídeos curtos (Quadro 1), e reforçando a importância do estudo de eletricidade nesta construção de projetos.

Ficaram entusiasmados, mas ao mesmo tempo ficaram receosos pela complexidade das ligações dos circuitos. Comentei então, que iríamos avançando aos poucos nesta assimilação de

conceitos através de projetos mais simples e que seria necessário intensificar os estudos sobre os conceitos das grandezas básicas envolvidas num circuito elétrico.

Após esta introdução, foi aplicado um pré-teste (Apêndice A) com objetivo de verificar o conhecimento prévio dos alunos. O pré-teste foi elaborado a partir de atividades teóricas e com resolução de exercícios relativos a tensão, corrente, resistência, potência e energia, estudados no final do primeiro semestre do curso. É importante ressaltar que, Moreira (1999) afirma, quando se pensa na aprendizagem significativa destes conceitos é fundamental valorizar aquilo que o aluno já sabe.

Analisando o que foi respondido pelos alunos, identificamos o conhecimento prévio após ficarem duas semanas de férias e mais um mês de aulas apenas com ideias teóricas sobre circuitos elétricos.

Na primeira questão, em que se queria saber o que era necessário para fazer uma lâmpada brilhar, vinte e cinco (25) alunos de um total de trinta e dois (32) afirmaram que são necessários: fio condutor, tomada ou pilha, resistência e lâmpada. Cinco alunos afirmaram que precisaríamos de um interruptor para auxiliar no comando do circuito para fazer uma lâmpada brilhar, mas a função de uma resistência elétrica neste circuito não foi mencionada.

Verificamos nesta primeira questão, no Quadro 1 (Anexo A), que existiam equívocos nas respostas de alunos a respeito da função das grandezas elétricas envolvidas num circuito simples. Nove (09) alunos afirmaram que o fio serve para conduzir energia, um (01) aluno afirmou que uma bateria serve para aumentar a tensão no circuito e três (03) alunos afirmaram que a bateria libera corrente para o circuito.

Sabemos que um fio condutor possui elétrons livres que passam a ter um movimento ordenado em função da diferença de potencial submetida pela fonte de tensão, transmitindo assim energia através do circuito, em função do movimento ordenado destes elétrons livres. Dezesete (17) alunos, em trinta e dois (32) fizeram uma afirmação baseada nesse conhecimento.

Analisando as respostas apresentadas no Quadro 2 (Anexo A), verificamos que existem algumas dúvidas quanto ao funcionamento de um circuito elétrico. Por exemplo: dois (02) alunos afirmam que *“a energia sai da lâmpada e passa pela pilha e retorna para a lâmpada...”*; quatro (04) alunos afirmam que *“os elétrons saem da pilha...”*; e oito (08) afirmam que *“os fios transportam energia para a lâmpada”*.

Sabemos que a fonte de tensão fornece uma diferença de potencial e quando fechamos o circuito entre a fonte e a lâmpada, circulará uma corrente elétrica que tem a função de

transportar energia ao longo do circuito. Doze (12) alunos deram uma justificativa semelhante a esta.

Foi comprovado que a maior parte dos alunos conseguiu compreender a função de uma fonte de tensão, que é produzir uma diferença de potencial (tensão), necessária para fornecer energia a um equipamento ou circuito. No entanto, havia alguns alunos com dúvidas, não conseguindo entender a função de uma fonte de tensão. Precisou-se, então, abordar melhor estes conceitos, para seguirem aprofundando o conhecimento.

Em relação à corrente elétrica, verificou-se que ficaram algumas dúvidas. Vários alunos afirmaram que a corrente elétrica fornece energia ao circuito, sendo que esta é função da fonte de tensão. A corrente elétrica servirá para transportar esta energia ao longo do circuito, pois a força elétrica realizará um trabalho sobre os elétrons e a realização de um trabalho fisicamente está relacionado a transferência de energia entre dois pontos.

Analisando as respostas da quarta questão, apresentadas no Quadro 4 (Anexo A), com a chave interruptora aberta, entre os pontos (a) e (b), nos extremos do interruptor (Figura 04). Doze (12) alunos afirmaram que não haveria tensão elétrica entre estes dois pontos, provavelmente por estar aberto o circuito naquela região. Contudo, medindo a tensão elétrica entre aqueles pontos, estaremos medindo a tensão fornecida pela bateria.

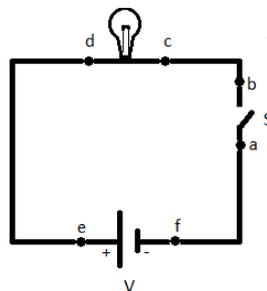


Figura 4 – Circuito elétrico aberto, com uma lâmpada.
Fonte: Encontrada em Buchweitz e Gravina (1994).

Os pontos (c) e (d), nos extremos da lâmpada, estão conectados somente ao terminal positivo da bateria, sem haver uma tensão elétrica, mas treze (13) alunos afirmaram que haverá uma tensão elétrica nesta situação. Entre os pontos (e) e (f), onde está conectado o voltímetro diretamente nos terminais da bateria e medindo a tensão fornecida por ela, quatorze (14) alunos afirmaram que não haveria tensão elétrica entre estes pontos.

Com a chave interruptora fechada entre os pontos (a) e (b), quinze (15) alunos afirmaram que haverá tensão elétrica entre estes dois pontos, provavelmente por estar circulando corrente elétrica e a lâmpada brilhando. No entanto, medindo a tensão elétrica entre aqueles pontos, estaremos submetendo os terminais do voltímetro a um mesmo potencial.

Nos pontos (c) e (d), tem-se uma tensão elétrica sobre a lâmpada, estaremos com os terminais de um voltímetro conectados no polo positivo e negativo da bateria, mas 10 alunos afirmaram que não há uma tensão elétrica nesta situação.

Entre os pontos (e) e (f), onde o voltímetro está conectado diretamente aos terminais da bateria e medindo a tensão fornecida por ela, treze (13) alunos afirmaram que não haveria tensão elétrica entre estes pontos.

As respostas dos alunos evidenciam que existiam algumas dúvidas sobre quando existirá uma tensão elétrica ou não. A corrente elétrica era, em alguns casos, confundida com uma tensão elétrica. Também quando o circuito está aberto, alguns afirmam que não existe tensão elétrica nesta situação.

Na quinta questão, num circuito simples com duas lâmpadas idênticas ligadas em série (Figura 05), verificamos que existem muitas dúvidas e erros nas conclusões destes alunos quanto à circulação de corrente elétrica e em relação ao funcionamento de equipamentos. Onde teremos mais ou menos energia elétrica envolvida? E de que forma a resistência elétrica dos equipamentos interferem na corrente elétrica? Fica evidenciado em suas respostas que precisamos reforçar as ideias relacionadas a função destas grandezas físicas num circuito elétrico e também as características das respectivas associações de resistores, necessitando assim, de um análise mais detalhada e de uma construção destes conceitos auxiliado por simulações e experimentos.

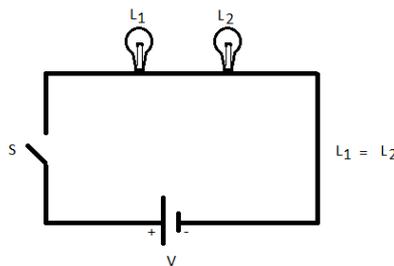


Figura 5 – Circuito elétrico aberto, com duas lâmpadas.
Fonte: Encontrada em Barbosa, De Paulo e Rinaldi (1999).

Em relação à resistência elétrica, também se verificou alguns equívocos no pré-teste. Os alunos descreveram o resistor como um fator importante para somente aumentar a resistência de um circuito. Sabemos que numa associação em paralelo os resistores também poderão reduzir o valor da resistência elétrica do circuito, aumentando assim o valor da corrente elétrica que circulará.

Na sexta questão, os alunos tiveram que analisar como se comporta a corrente elétrica num resistor ôhmico com uma resistência elétrica R , sendo alimentado por uma fonte de tensão

variável, que acaba fornecendo 1,5V, 3,0V, 4,5V e 6,0V. Tínhamos como alternativas gráficos (Figura 06) para serem analisados e interpretados.

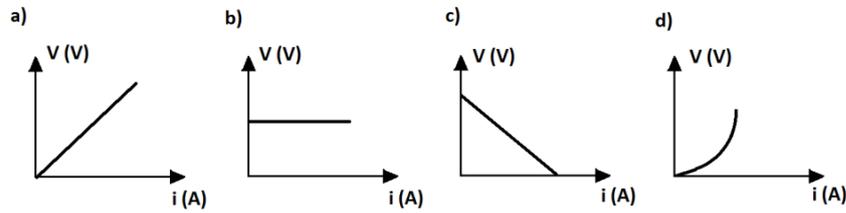


Figura 6 – Gráficos da tensão em relação à corrente elétrica.
Fonte: Autoria própria.

Nesta análise da relação existente entre tensão elétrica, corrente elétrica e resistência elétrica, sendo utilizado um resistor ôhmico, nove (9) alunos não conseguiram interpretar corretamente o fenômeno¹⁰, sendo que, em um resistor ôhmico a relação existente entre tensão elétrica e a corrente elétrica deve ser diretamente proporcional.

A sétima questão, apresentava uma lâmpada de 60W de potência ligada a uma rede elétrica durante um minuto. A questão solicitava que analisassem o gráfico que representa a potência elétrica em relação ao tempo transcorrido e o gráfico que representa como se comporta a energia elétrica neste intervalo de tempo. Tínhamos como alternativas gráficos (Figura 07) para serem analisados e interpretados.

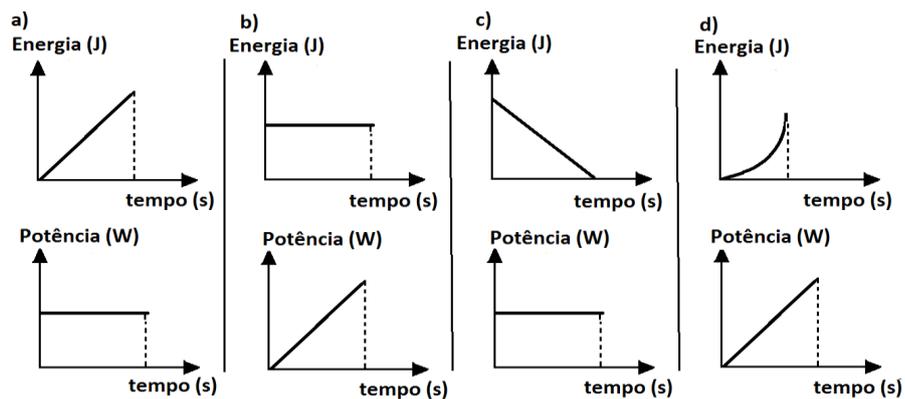


Figura 7 – Gráficos da potência e energia elétrica em relação ao tempo transcorrido.
Fonte: Autoria própria.

Em relação à potência elétrica e à energia elétrica, as respostas de dezessete (17) alunos evidenciam que existe confusão em relação a estas definições, sendo necessário reforçar que a

¹⁰ Ver Quadro 06 do Anexo A.

potência pode ser variada se alterarmos a tensão fornecida ou a corrente elétrica que circula pelo circuito, necessitando também de um reforço teórico sobre a energia elétrica consumida pelos equipamentos, que depende destas grandezas comentadas e também do tempo de funcionamento do mesmo¹¹, mas nessa questão não foi questionado sobre a energia elétrica “dissipada” e sim sobre a energia elétrica, talvez pudesse alterar o resultado.

Os resultados do pré-teste demonstram a importância de tornar este aprendizado mais significativo e deixar de forçar os estudantes a decorar definições, ao invés de vivenciarem situações em que esses conceitos são utilizados. Para alunos do curso de Mecatrônica, mostrou-se motivador trabalhar estes conceitos de eletricidade de forma mais interativa, dando condições para evoluírem gradativamente neste conhecimento. O aprofundamento de algumas noções de Eletrônica e Programação tornam o Ensino de Eletricidade mais atrativo e com possibilidade de melhor compreensão dos conceitos básicos de eletricidade.

Após a aplicação deste pré-teste, iniciamos a intervenção e a primeira atividade consistiu na apresentação de um simulador PHET. Utilizando um projetor multimídia, demonstramos seu funcionamento e as possibilidades para montar circuitos e utilizar os equipamentos disponíveis. A facilidade do estudo de circuitos através de simulações, nas quais se pode testar possibilidades de ligações contribui para que inúmeros testes de hipóteses sejam realizados, sem a preocupação de danificar algum equipamento e receber algum possível choque elétrico.

Os alunos gostaram da proposta de trabalhar com simulações para testar suas hipóteses e apreender alguns conceitos em que demonstraram algum equívoco de entendimento. Empolgados para começar a montar circuitos, queriam o endereço ou copiar em *pendrive* o arquivo para irem trabalhando nele depois da aula.

No segundo e terceiro encontro foram realizadas atividades com simulação computacional. Foram trabalhados conceitos básicos relativos à tensão, corrente, resistência, potência e energia elétrica. Aqueles alunos que tinham algumas dúvidas tiveram oportunidade de construir circuitos no computador e, como este trabalho foi realizado em duplas, puderam trocar ideias com seus colegas e testar hipóteses. Eles podiam alterar valores das grandezas envolvidas num circuito e construir novos conceitos importantes para seguir aprofundando seu conhecimento em eletricidade.

¹¹ Ver Quadro 7 do Anexo A.

3ª encontro – 17/09/2013

Nesse momento faremos uma análise da segunda parte do pré-teste resolvido pelos alunos e mais adiante faremos a análise das outras atividades realizadas com eles nesse encontro. No final deste terceiro encontro, foi aplicado um segundo pré-teste (Apêndice B), com o objetivo de dar uma ideia de como os conceitos sobre as características das associações de resistores estavam sendo assimilados por estes alunos.

As respostas à questão 01 (Figura 08) transcritas no quadro 8 do Anexo B, mostram que dois alunos (G_2 e J_2) previam que com o interruptor aberto se teria duas lâmpadas brilhando, sendo que o restante dos alunos afirmou que não se teria brilho. Três alunos (A_2 , C_2 e L_2) afirmaram que “*nenhuma estaria acesa porque o circuito estaria fechado*”. Dez alunos (B_1 , C_1 , D_1 , E_1 , F_1 , H_1 , I_1 , J_1 , K_1 e Q_1) responderam que a “*corrente não estaria passando por elas*”. Em relação ao brilho destas lâmpadas, quatro alunos (M_1 , P_1 , B_2 e E_2) afirmaram que “*teriam brilhos diferentes, mas se são idênticas terão o mesmo brilho, mas um aluno colocou que será igual, porque apenas haverá uma diferença de potencial depois do interruptor*”.

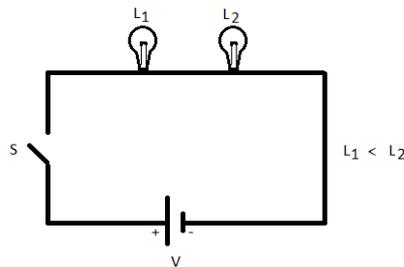


Figura 8 – Duas lâmpadas diferentes associadas em paralelo.
Fonte: Encontrada em Barbosa, De Paulo e Rinaldi (1999).

Na segunda (02) e terceira (03) questão, praticamente todas as respostas coincidem em afirmar que as lâmpadas brilharão quando o circuito é fechado, mas existe ainda alguma confusão na explicação sobre a lâmpada de maior potência brilhar mais¹². As duas lâmpadas, por estarem associadas em paralelo, recebem a mesma tensão da fonte e a potência de brilho será maior naquela que circular maior corrente elétrica ($P=V.i$). Nesse caso, a lâmpada de maior potência possui menor resistência elétrica. Por possuir menor oposição à passagem da corrente, ela brilhará mais. Quando as lâmpadas analisadas são iguais, dezenove (19) alunos afirmaram que a lâmpada L_2 terá maior brilho que a lâmpada L_1 . Com as lâmpadas diferentes, a maioria dos alunos afirmou corretamente, mas seis alunos (A_1 , O_1 , B_2 , D_2 , I_2 e J_2) afirmaram que a

¹² Ver Quadro 9 e Quadro 10 do Anexo B.

lâmpada L_1 , de menor potência, brilhará mais. Um aluno (F_2) respondeu que L_2 brilhará mais, pois sua voltagem é maior. Contudo, se as lâmpadas estão em paralelo, elas estão sob a mesma diferença de potencial.

Na análise de um circuito de três lâmpadas em série, da quarta (04) questão, e com as respostas dos alunos no quadro 11 (Anexo B), observa-se que a maioria dos alunos pensou corretamente. Alguns alunos, porém, não conseguiam explicitar claramente as características das associações de resistores em série, sendo suas respostas e explicações erradas quanto ao que é aceito cientificamente. Dois alunos (A_1 e B_2) afirmaram que L_1 brilhará mais que L_2 e que L_2 brilhará mais que L_3 . Também afirmaram que a corrente vai enfraquecendo à medida que vai passando pelas lâmpadas. Outro respondeu que L_1 acende primeiro, depois L_2 e por último L_3 , como se a corrente elétrica fosse um carro deslocando-se sobre o fio e passando por cada lâmpada em instantes diferentes. Outro aluno (F_2) respondeu que L_3 terá maior brilho, L_2 um pouco menos e L_1 menos brilho ainda, inverteu o sentido convencional da corrente que continuou enfraquecendo ao passar por cada lâmpada. Mesmo depois desses alunos já terem analisado uma situação mais simples, uma simulação com duas lâmpadas em série, constata-se que os conceitos potência elétrica, energia elétrica dissipada e corrente elétrica não foram bem assimilados por alguns.

O circuito misto da questão cinco (05), quadro 12 do (Anexo B) ficou mais difícil para os alunos interpretarem. Nele, a lâmpada L_1 está em paralelo com as lâmpadas L_2 e L_3 , que estão em série. No caminho da lâmpada L_1 temos uma resistência elétrica menor que no caminho das lâmpadas L_2 e L_3 . Assim, tem-se maior corrente elétrica passando pela lâmpada L_1 e menor corrente elétrica passando pelas lâmpadas L_2 e L_3 . Como as lâmpadas L_2 e L_3 estão em série, a tensão que atua sobre elas será menor que a tensão sobre a lâmpada L_1 , pois, quando resistores estão em série, a tensão se divide proporcionalmente entre eles. Como o brilho estará relacionado à potência dissipada pela lâmpada ($P=V.i$), sobre a lâmpada L_1 teremos maior tensão e maior corrente, e conseqüentemente maior brilho.

Nessa questão, quatro alunos (D_1 , H_1 , K_1 e M_1) analisaram o circuito corretamente, explicando o brilho das lâmpadas em função de a corrente elétrica ser diferente para cada caminho. Um aluno (G_1) afirmou que “ L_2 e L_3 brilharão iguais porque estão dividindo a corrente entre si”. Vinte alunos colocaram que “elas terão o mesmo brilho porque são iguais e estão ligadas à mesma bateria”. Houve ainda outras justificativas erradas.

Na questão seis (06), boa parte dos alunos não soube interpretar corretamente a presença de um resistor num circuito. Para eles, um resistor é um equipamento que tem como função reduzir a corrente, reduzindo a energia para as lâmpadas que ali estiverem ligados. Vinte alunos

seguiram esta linha de raciocínio e apenas dez alunos (A_1 , K_1 , L_1 , M_1 , N_1 , E_2 , F_2 , G_2 , H_2 e K_2) descreveram corretamente o comportamento da corrente elétrica (ver Quadro 13, do Anexo B).

Na questão 07, percebe-se que os alunos não associam lâmpadas incandescentes a resistores. Para eles, resistores são como “ladrões” de energia, fazendo com que os outros equipamentos ligados no circuito passem a receber menos energia, independentemente do tipo de associação. Dois alunos apenas tiveram um raciocínio correto. Um afirmou que “*a lâmpada A brilha mais por causa da corrente que passa no condutor*”, referindo-se à corrente elétrica que passa no caminho da lâmpada A que tem menor resistência elétrica que o outro caminho. O outro aluno respondeu que “*depende do valor das resistências*” (ver Quadro 14 do Anexo B).

Na questão oito (08), apenas dez (10) alunos responderam corretamente. Muitos supuseram que o interruptor liga e desliga as duas lâmpadas juntas. Outros acreditam que, ao inserir mais uma lâmpada em paralelo, altera-se o brilho da lâmpada B, faltando um conhecimento sobre as características de uma associação de resistores em paralelo (ver Quadro 15 do Anexo B). Em situações cotidianas, que não são ideais, podemos ter circuitos mal dimensionados e ao ligarmos um chuveiro elétrico por exemplo, podemos ter alterações no brilho da lâmpada do banheiro.

No circuito misto da questão nove (09), quadro 16 (Anexo B), dezesseis (16) alunos afirmaram corretamente, que as lâmpadas (B) e (C) terão menor brilho que as lâmpadas (A) e (D), por estas estarem recebendo a corrente total do circuito. E quando retiramos a lâmpada (C), as lâmpadas restantes ficaram em série, e a lâmpada (B), que antes estava em paralelo com a lâmpada (C), passará a ter um brilho maior, enquanto as lâmpadas (A) e (D) reduzirão um pouco seus brilhos. Mas somente cinco alunos afirmaram que o brilho das lâmpadas seria alterado.

A outra metade da turma respondeu de forma incorreta, mantendo ainda algumas concepções erradas sobre o comportamento da corrente elétrica ao longo de um circuito e demonstrando que não tinham bem claro as características das associações de resistores. Esse resultado mostra a necessidade de continuar na sequência didática trabalhando estes conceitos, abordados no pré-teste 2 (Apêndice B), permitindo que eles construam e assimilem melhor esses conceitos e características de circuitos elétricos, auxiliados pelos colegas e pelo professor no decorrer das atividades propostas.

As respostas à questão 09 mostraram que seria difícil para os alunos respondê-la se não conhecessem as características das associações de resistores e também sem poder visualizar o brilho das lâmpadas. A construção destes circuitos num simulador, em que eles podem ver as

lâmpadas brilhando e efetuar a mediação entre os colegas e com o professor, fortalece a construção destes conceitos.

As principais dificuldades identificadas nas respostas apresentadas pelos estudantes ao responderem o pré-teste 1 e 2, são apresentadas na síntese do (Quadro 02).

Quadro 2 – Síntese das dificuldades apresentadas pelos alunos nos pré-testes 1 e 2.

Grandezas Físicas	Principais dificuldades
Tensão Elétrica	A bateria serve para aumentar a tensão elétrica do circuito. Em determinar em que pontos existe tensão elétrica ou não no circuito.
Corrente Elétrica	A corrente elétrica é liberada pela bateria. Os elétrons saem da pilha. A corrente elétrica fornece energia ao circuito.
Resistência Elétrica	Uma resistência elétrica é fundamental para fazer uma lâmpada brilhar. O resistor só serve para aumentar a resistência do circuito, reduzindo a corrente. Em interpretar as relações entre tensão e corrente num resistor ôhmico.
Potência Elétrica	Em entender a relação entre tensão, corrente e potência. Confundem potência e energia.
Energia Elétrica	O fio elétrico conduz energia para o circuito. A energia sai da lâmpada, passa pela pilha e retorna para a lâmpada.
Resistores em série	Três lâmpadas idênticas associadas em série terão seus brilhos diferentes, a corrente vai enfraquecendo à medida que passa pelas lâmpadas. As lâmpadas idênticas associadas em série começam a brilhar em instantes diferentes.
Resistores em paralelo	Lâmpadas idênticas associadas em paralelo terão brilhos diferentes. Lâmpadas associadas em paralelo, a de menor potência brilha mais. Acréscendo-se lâmpadas em paralelo, altera-se o brilho das outras lâmpadas (pode ocorrer numa situação real como chuveiro elétrico)
Associação mista	As lâmpadas terão o mesmo brilho, pois estão ligadas a mesma fonte.

Fonte: Autoria própria.

Os resultados discutidos até aqui demonstram a importância de reforçar os conceitos básicos envolvidos nos circuitos elétricos nas atividades a serem realizadas com os alunos, permitindo que eles construam circuitos, testem valores para as grandezas envolvidas e troquem ideias com os colegas para compreender melhor o funcionamento de circuitos elétricos.

Essas dificuldades mostram que os conceitos das grandezas básicas envolvidas em um circuito elétrico precisam ser trabalhadas com os alunos de forma que eles realmente entendam seu significado e compreendam a importância de assimilar as características de uma associação de resistores. A assimilação de como funciona um circuito elétrico pode ser feita através de uma simulação computacional ou através de experimentos. uma simulação computacional ou através de experimentos.

6.2 – ANÁLISE DAS SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS

A segunda etapa da sequência didática constituiu-se de uma série de simulações (Apêndice C) em que os alunos tiveram que construir e interpretar circuitos, buscando esclarecer dúvidas remanescentes após a resolução dos pré-testes, envolvendo os conceitos básicos das grandezas de um circuito elétrico e as respectivas características de uma associação de resistores.

O trabalho com simulações permitiu que os alunos revissem seus conceitos sobre eletricidade, assim como a definição e a importância de uma tensão elétrica num circuito. Sendo a função de uma fonte de tensão, fornecer energia para uma quantidade de carga, que em um movimento ordenado através do fio condutor, chamado de corrente elétrica, transmite esta energia ao longo do circuito, onde teremos componentes elétricos ou eletrônicos dissipando de alguma forma esta energia.

Os estudantes construíram e interpretaram circuitos elétricos, em quatro (04) etapas aumentando-se o nível de exigência, com simulações construídas em duplas (Dupla A, Dupla B, ...), mas tendo cada um o seu computador (Figura 9). Essa estratégia de trabalho foi usada, pois, segundo Moreira (1999), Vygotsky coloca que o desenvolvimento cognitivo é baseado na conversão de relações sociais em funções mentais. Através da mediação é que se dá a internalização de signos e comportamentos. A linguagem, a troca de ideias entre alunos e alunos e professores, estabelecendo relações entre as grandezas físicas, é importante na internalização de signos e esta interação deve ocorrer na zona de desenvolvimento proximal.



Figura 9 – Alunos trabalhando em duplas no laboratório de informática.
Fonte: Autoria própria.

2º encontro – 10/09/2013

Neste encontro foi instalado o programa PHET nos computadores do laboratório, o que levou certo tempo da aula, já que os laboratórios de informática do Campus são utilizados por outras turmas e pelo curso Integrado de Informática e, à noite, pelo curso Tecnólogo em Sistemas de Informação, ficando com horários livres limitados, restando o período de aula reservado para as atividades do projeto. No restante do tempo, construíram circuitos que eram propostos nas atividades dos roteiros (Apêndice C), elaborados para o desenvolvimento dessa sequência didática (Figura 10).



Figura 10 – Alunos construindo circuitos na simulação 01 (Anexo C).
Fonte: Autoria própria.

Atividade com simulação 01:

Durante a primeira atividade com simulações (Apêndice C), os alunos construíram circuitos simples através do programa PHET, com possibilidade de analisar como se comporta a corrente elétrica ao longo de um circuito elétrico. Eles puderam comprovar através de medições com o voltímetro em quais situações existirá uma diferença de potencial em diferentes posições do circuito, e o que acontece com o brilho quando se colocas duas lâmpadas idênticas em série com uma bateria. Brilharão juntas? Ou brilharão com a mesma intensidade? Sendo estas lâmpadas com resistências elétricas diferentes, qual brilharia primeiro ao acionar o interruptor? Qual a diferença, em relação ao brilho, caso as lâmpadas tenham resistências diferentes?

Baseados nestes questionamentos, já apresentados no pré-teste, e trabalhando em duplas, os estudantes trocaram ideias e construíram circuitos elétricos para responder as questões.

Alguns tiveram mais facilidade para realizar as atividades, mas quatro (04) alunos tiveram dificuldades nesta construção e afirmaram não terem prática com computadores. Outros seis (06) alunos apresentaram dificuldades em começar a montar os circuitos utilizando o simulador PHET, mas a ajuda dos colegas e pela interação também com o professor eles foram se adaptando ao simulador e conseguiram resolver as questões propostas. Dois alunos não puderam participar desse primeiro encontro envolvendo as simulações computacionais, pois eram de outra turma e trocaram de turno, mas recuperaram esse encontro no horário disponível para dúvidas em turno inverso.

No início das atividades, os alunos provocavam muitos curtos-circuitos por não estarem adaptados ao programa e por falta de habilidade no manuseio dos componentes do circuito usando o mouse. Por não correrem risco de um choque elétrico, queriam provocar um curto circuito para verem o que ocorre. Mas logo estavam conseguindo montar os circuitos e com isso, interpretar as relações existentes entre tensão elétrica, corrente elétrica e resistência elétrica. Suas conclusões foram apresentadas num relatório contendo os circuitos montados e as respostas das questões acrescidas de algum comentário, que achassem necessário, para ser debatido coletivamente na próxima aula.

Finalizando este primeiro momento, os alunos começaram a trabalhar num segundo roteiro (Apêndice C) e ficaram com algumas atividades para responder como tarefa após o encontro, com auxílio da simulação PHET. Esta tarefa foi significativa devido à interação que provocou com colegas de outras turmas e com outros professores. Durante a semana, alunos de outras turmas de primeiro ano e alguns colegas professores comentaram sobre o simulador PHET, motivando ainda mais o trabalho dos alunos com estas atividades.

Com as respostas das questões da primeira atividade com simulação (Quadro 18 do Anexo C), verificamos que apenas uma dupla de alunos não conseguiu responder corretamente a primeira questão, onde se tinha uma lâmpada num circuito simples, conectada a uma bateria. Essa dupla afirmou que *“a corrente elétrica será maior na região do fio antes da lâmpada e menor na região do fio após esta lâmpada”*. Por não dominarem ainda o trabalho com o simulador PHET, não conseguiram fazer esta medição corretamente. Utilizando o amperímetro do simulador em série nestes pontos do circuito (Figura 11), obtendo o valor da corrente elétrica que confirmava o mesmo valor encontrado nos cálculos.



Figura 11 – Circuito simples construído pelos alunos, relativo a primeira questão.
Fonte: Relatório dos alunos.

Na questão 2, surgiram algumas dúvidas em relação à tensão elétrica ao longo de determinados pontos de um circuito simples com uma lâmpada. Existe uma tensão elétrica entre os terminais do interruptor (Figura 12), mas seis (06) duplas fizeram esta análise incorreta, afirmando que não haverá tensão elétrica.



Figura 12 – Circuito simples construído pelos alunos com medição de tensão.
Fonte: Relatório dos alunos.

Não existe tensão elétrica entre os terminais da lâmpada, com a chave interruptora aberta (Figura 13), mas três (03) duplas, das quatorze (14), afirmaram que existirá.

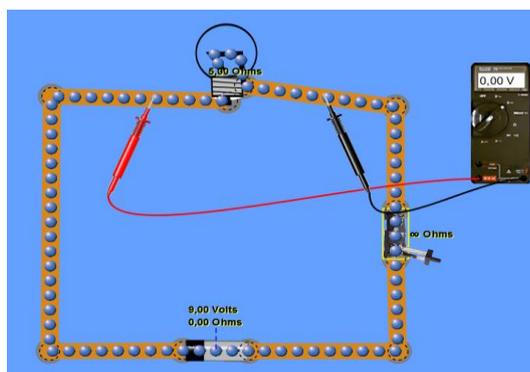


Figura 13 – Circuito simples construído pelos alunos com medição de tensão sobre a lâmpada.
Fonte: Relatório dos alunos.

Teremos uma tensão elétrica entre os terminais da bateria (Figura 14), mas cinco (05) duplas, das quatorze (14), analisaram que não existirá tensão elétrica entre estes terminais, tendo como explicação, o fato de não realizarem corretamente os contatos dos terminais do voltímetro com as partes do circuito.

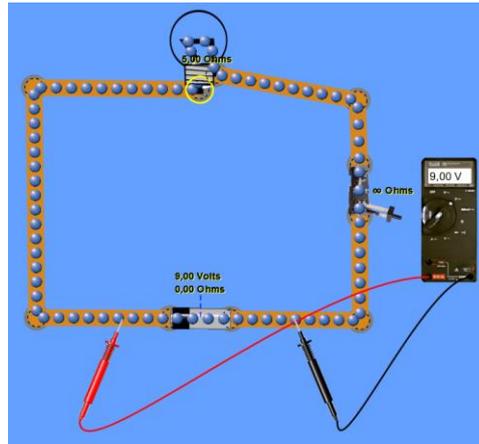


Figura 14 – Circuito simples construído pelos alunos com medição de tensão sobre a bateria.
Fonte: Relatório dos alunos.

Com o interruptor fechado, não existe tensão elétrica entre os terminais do interruptor (Figura 15), mas quatro (04) duplas afirmaram que existe.



Figura 15 – Circuito simples construído pelos alunos com medição de tensão sobre o interruptor.
Fonte: Relatório dos alunos.

Existe tensão elétrica entre os terminais da lâmpada, com a chave interruptora fechada (Figura 16) e três (03) duplas afirmaram que não existe.

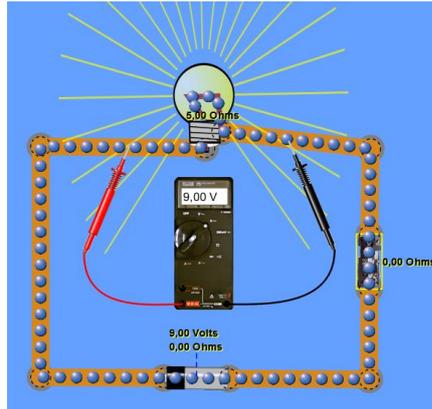


Figura 16 – Circuito simples construído pelos alunos com medição de tensão sobre a lâmpada.
Fonte: Relatório dos alunos.

Temos uma tensão elétrica entre os terminais da bateria, com a chave interruptora fechada (Figura 17), e cinco (05) duplas afirmaram que não existe tensão elétrica entre estes pontos, por não terem conectado o voltímetro de forma correta no circuito.

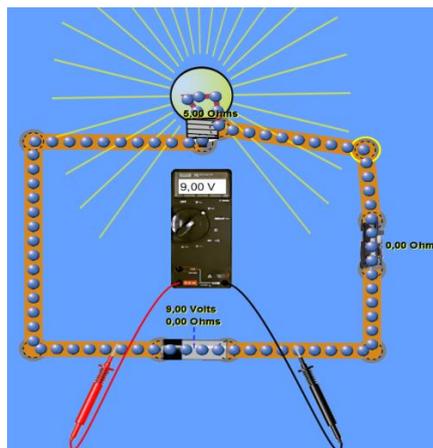


Figura 17 – Circuito simples construído pelos alunos com medição de tensão sobre a bateria.
Fonte: Relatório dos alunos.

Com a terceira questão, na qual duas lâmpadas idênticas eram associadas em série num circuito com uma bateria e um interruptor (Figura 18), todas as duplas afirmaram que as lâmpadas brilharão ao mesmo tempo e que terão brilhos idênticos, mas as justificativas mostram que os alunos ainda não tinham um conceito plenamente formado sobre como funcionam circuitos elétricos e qual o papel de cada elemento (corrente, tensão, resistência e potência) no circuito. Nesse sentido as respostas ficam incompletas.

Nas justificativas, afirmaram: “*porque a corrente está passando no fio todo... porque a corrente é a mesma no fio inteiro... porque a corrente será igual para as duas... porque estão*

em série... pois a tensão e a resistência das lâmpadas e da bateria são as mesmas...” e outros nem justificaram.

Estas lâmpadas por possuírem a mesma resistência, terão a mesma tensão e por estarem associadas em série terão a mesma corrente elétrica. Como a Potência dissipada por elas depende dessa tensão e também dessa corrente elétrica, terão o mesmo brilho.

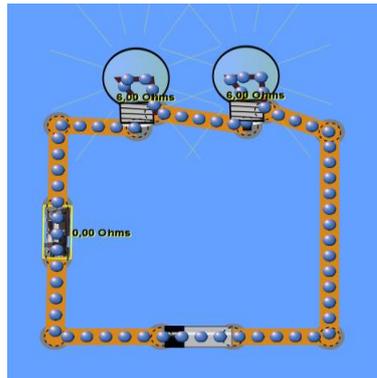


Figura 18 – Circuito construído pelos alunos com duas lâmpadas idênticas em série.
Fonte: Relatório dos alunos.

A questão quatro (Figura 19) apresentava duas lâmpadas com resistências diferentes associadas em série num circuito com uma bateria e um interruptor. Uma (01) dupla afirmou que, ao fechar o circuito, a lâmpada de maior resistência brilhará primeiro e uma (01) dupla afirmou que a lâmpada de menor resistência terá maior brilho. A maior parte das respostas ficou sem uma justificativa fisicamente aceitável.

A lâmpada de maior resistência elétrica estará sujeita a uma tensão elétrica diretamente proporcional ao valor de sua resistência elétrica. Como a corrente elétrica numa associação com uma associação em série é a mesma, a potência elétrica dissipada depende diretamente da tensão elétrica e da corrente elétrica. A lâmpada de maior resistência elétrica, numa associação em série produzirá um brilho maior.

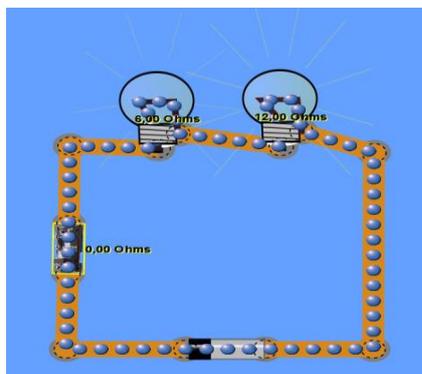


Figura 19 – Circuito com duas lâmpadas de resistências diferentes em série.
Fonte: Relatório dos alunos.

Finalizando esta atividade, na quinta questão temos as mesmas lâmpadas utilizadas na questão anterior conectadas isoladamente a uma bateria (Figura 20). Cinco (05) duplas afirmaram que a lâmpada de maior resistência continuará brilhando mais. Essa resposta mostra que, mesmo com os alunos construindo circuitos numa simulação e podendo visualizar o que ocorre, eles podem fazer afirmações equivocadas, talvez por falta de atenção, por pressa para dar a resposta ou por estarem começando a utilizar o simulador, ou por não terem ainda entendido a física envolvida nos circuitos elétricos.

Por cometerem alguns erros na montagem, eles precisam da mediação do professor. Com o objetivo de auxiliar nesta construção do conhecimento, no início de cada encontro, eram esclarecidas dúvidas e fazia-se uso do reforço teórico sobre o conteúdo das atividades realizadas por eles no encontro anterior.

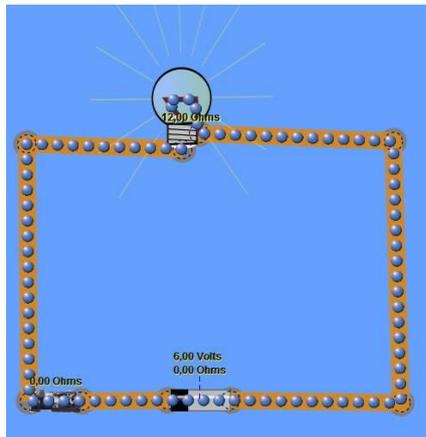


Figura 20 – Circuito construído pelos alunos com as lâmpadas da questão anterior isoladas.
Fonte: Relatório dos alunos.

Após essa primeira atividade envolvendo simulações computacionais, percebemos que os alunos, mesmo visualizando os efeitos causados pela tensão elétrica e corrente elétrica sobre as lâmpadas, não conseguiam associar os conceitos ao fenômeno investigado, mas ficaram motivados e curiosos para entender o que faz as lâmpadas terem estes comportamentos particulares.

3º encontro – 17/09/2013

Começamos as atividades desta semana comentando as questões trabalhadas no encontro anterior, com o auxílio do simulador PHET. O interesse, pelas respostas e justificativas corretas, demonstrado pelos alunos foi significativo. Aqueles que não tinham dúvidas queriam

ajudar os colegas com suas explicações, e assim, com um debate sobre o que deveria ter sido feito e qual explicação se deveria utilizar, introduzimos as atividades da semana em meio a uma pré-disposição dos estudantes a descobertas e explicações.

Atividade com simulação 02:

Nesta segunda atividade envolvendo simulações (Apêndice C), os alunos construíram circuitos simples com o objetivo de analisar como se relacionam a tensão elétrica, a corrente elétrica, a resistência elétrica, a potência elétrica e a energia elétrica nos circuitos. Analisaram como a variação do valor da tensão elétrica fornecida a um circuito pode influenciar na corrente elétrica, na potência elétrica e na energia elétrica consumida pela lâmpada após certo tempo. Na Figura 21, temos dois alunos montando o circuito, resolvendo questões desta atividade e fazendo o relatório. Os resultados são apresentados no Anexo C.



Figura 21 – Alunos em dupla construindo circuitos de lâmpadas em série no simulador PHET.
Fonte: Acervo fotográfico do autor.

As dezesseis (16) duplas fizeram esta atividade de forma correta, ficando algumas lacunas na interpretação dos resultados. Explicações como: “*mas quando fomos colocando mais pilhas (intensidade na corrente elétrica) ao circuito...*”, evidenciam que os alunos colocavam as pilhas como fornecedoras de corrente elétrica, não conseguindo associar a teoria já trabalhada com a situação vivenciada.

Para finalizar esta atividade, foram utilizadas lâmpadas com resistências maiores para verificar o que aconteceria com a corrente elétrica, com a potência elétrica e com a energia elétrica, à medida que variasse a diferença de potencial fornecida ao circuito. Na Figura 22 vemos os alunos trabalhando em duplas, montando os circuitos, analisando as questões desta atividade e montando o relatório.



Figura 22 – Alunos em dupla trabalhando no laboratório de informática.
Fonte: Acervo fotográfico do autor.

As dezesseis (16) duplas afirmaram, em frases como as que seguem, que as pilhas fornecem mais corrente elétrica: *“o brilho da lâmpada aumentará, porque agora tem mais pilhas, que dão mais intensidade de corrente elétrica ao circuito... A potência da lâmpada era a mesma, independentemente do tempo, mas quando fomos colocando mais pilhas (intensidade na corrente elétrica) ao circuito, ela aumentava”*.

A pilha gera uma tensão elétrica no circuito que, ao ser fechado, força a circulação de uma corrente elétrica através do fio condutor. Estas afirmativas contêm alguns erros nas justificativas. Foram discutidas entre todos no encontro seguinte, após o qual os alunos passaram a entender e a assimilar melhor as relações existentes entre as grandezas envolvidas e os conceitos e características dos circuitos.

4º encontro – 24/09/2013

No início do quarto encontro, foi realizado um debate sobre a função das grandezas básicas num circuito elétrico, como diferença de potencial, corrente elétrica e resistência elétrica. As definições de potência elétrica e energia elétrica também precisavam de algumas explicações, mas, em função da motivação demonstrada nas atividades com simulação computacional, conseguiram esclarecer as dúvidas ainda existentes. Reforçamos então, aqueles pontos em que alguns alunos ainda tinham dúvidas, relembando os conceitos envolvidos, preparando as turmas para explorar circuitos elétricos com lâmpadas em série, em paralelo e numa associação mista.

Atividade com simulação 3:

Nas questões propostas no Apêndice C, os alunos analisaram circuitos elétricos mais complexos, envolvendo a interpretação de situações com lâmpadas em série e em paralelo. Além de construírem estes circuitos com auxílio da simulação computacional, fizeram cálculos para comprovar as características destes circuitos e trocaram ideias nas duplas, facilitando esta análise, sendo suas respostas apresentadas no Anexo C.

Na primeira questão (Apêndice C), os alunos começaram calculando a corrente que circula pela lâmpada, a potência elétrica e a energia dissipada por ela durante certo tempo e comprovaram estes valores com os encontrados em algumas medições realizadas na simulação. Ao colocar outra lâmpada associada em série com a que estava no circuito, ambas com a mesma resistência elétrica, eles perceberam que os brilhos eram iguais e através de cálculos, verificaram que as tensões em cada lâmpada eram iguais. Como a corrente era a mesma para ambas, a potência elétrica de cada uma deveria ter o mesmo valor, justificando assim, que tivessem o mesmo brilho.

Quando colocaram uma terceira lâmpada em série com as duas lâmpadas analisadas anteriormente, os alunos puderam verificar que o brilho das mesmas se reduzia. Através de cálculos, comprovaram que a resistência total do circuito aumentava e diminuía o valor da corrente elétrica no circuito e da tensão elétrica em cada lâmpada. Dessa forma, a potência elétrica em cada lâmpada reduzia e a energia consumida por elas também, explicando o menor brilho.

A construção do circuito com duas lâmpadas de resistências elétricas diferentes associadas em série, apresentado na simulação computacional, permitiu aos alunos visualizar que a lâmpada de maior resistência apresentava o maior brilho. Cálculos e medições realizadas no simulador comprovavam que na lâmpada de maior resistência havia uma diferença de potencial maior. Como a corrente elétrica era a mesma para as duas lâmpadas a potência elétrica teria que ter maior valor na lâmpada de maior resistência elétrica, já que a potência é diretamente proporcional à tensão e à corrente elétrica.

Na terceira questão (Apêndice C), os alunos analisaram duas lâmpadas associadas em paralelo. Construíram este circuito no simulador PHET e fizeram medições de tensão elétrica e corrente elétrica. Verificaram que a lâmpada de menor resistência terá um brilho maior, em função da corrente elétrica que circula por ela ter maior valor.

Nas duas últimas questões (Apêndice C), os alunos fizeram comparações entre lâmpadas associadas em série e em paralelo. Conseguiram comparar os efeitos causados por estas asso-

ciações com características opostas, através da simulação computacional. Sendo ainda comprovadas estas características através dos cálculos, obtendo valores para as grandezas elétricas envolvidas e produzindo o relatório final para a atividade (Figura 23).



Figura 23 – Alunos em duplas construindo o relatório da atividade.
Fonte: Acervo fotográfico do autor.

Um grande problema foi justificar fisicamente as respostas obtidas nas questões e nas observações dos comportamentos das lâmpadas nos circuitos. Eles não conseguiam associar as características das associações às simulações construídas. A análise dos circuitos construídos e dos cálculos realizados geravam novos questionamentos. A discussão com o professor e entre colegas nas duplas, porém, fazia com que eles entendessem melhor as características das associações em série e paralelo.

Atividade com simulação 4:

As respostas fornecidas pelos alunos à quarta atividade com simulações computacionais, já estavam de acordo com os conceitos físicos e com as características das associações de resistores. Analisando lâmpadas em série, eles verificaram que elas brilham cada vez menos à medida que se adiciona lâmpadas em série. A resistência elétrica do circuito vai aumentando, sendo a mesma tensão fornecida pela fonte. A corrente elétrica do circuito vai ficando cada vez menor, reduzindo assim, a potência elétrica e a energia dissipada pelas lâmpadas.

Na Figura 24 temos uma dupla de alunos analisando um circuito com duas lâmpadas em série para responder as questões propostas nas atividades (Apêndice C), lembrando que cada aluno tinha um computador para construir a montagem de circuitos no simulador, tendo assim, mais propriedade em suas explicações ao dialogar com seu colega.

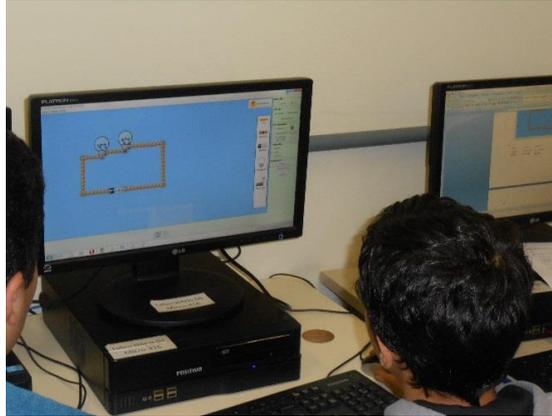


Figura 24 – Alunos em duplas construindo e analisando circuitos série.
Fonte: Acervo fotográfico do autor.

Ao analisar, no simulador computacional, três lâmpadas de potências diferentes, associadas em série, os alunos puderam perceber que a lâmpada que possui maior resistência elétrica, terá um brilho maior, já que a corrente elétrica é igual para todos. A lâmpada que possuir maior resistência elétrica acabará tendo uma maior diferença de potencial atuando sobre ela. Estas características do circuito também foram comprovadas pelos alunos através de cálculos realizados.

Ao analisar lâmpadas acrescentadas em paralelo num circuito simples, como está apresentado na Figura 25, perceberam que o brilho, assim como a corrente elétrica que circula em cada uma, não sofre alteração, em função de a tensão ser a mesma para cada lâmpada e a corrente elétrica em cada uma depender somente da resistência elétrica, que não se altera. A corrente total do circuito é que vai ficando cada vez maior.

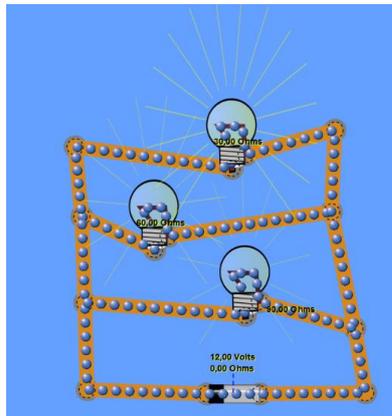


Figura 25 – Três lâmpadas associadas em paralelo, construído pelos alunos.
Fonte: Relatório dos alunos.

Ao construir e analisar o circuito apresentado na Figura 26, perceberam que a lâmpada L_1 , que está sozinha em seu caminho, encontra-se em paralelo com as outras duas e brilha mais porque passa por ela maior corrente elétrica. As outras lâmpadas encontram-se em série, gerando maior resistência à passagem da corrente elétrica por este caminho, e conseqüentemente com menor corrente elétrica. Sendo assim, o consumo maior de energia elétrica ocorre na lâmpada L_1 , que se encontra sozinha nesse caminho.

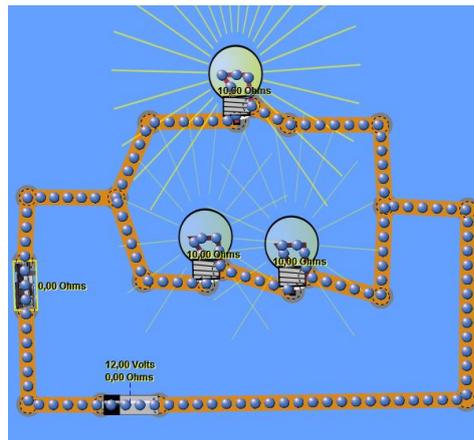


Figura 26 – Três lâmpadas numa associação mista construída pelos alunos.
Fonte: Relatório dos alunos.

Com o circuito elétrico (Figura 27) construído no simulador PHET, os alunos verificaram que as lâmpadas que estão em série acabam brilhando mais, pois recebem a corrente elétrica total do circuito e atua sobre elas a maior diferença de potencial. As duas que estão em paralelo acabam reduzindo a resistência elétrica, assim, atua sobre elas uma diferença de potencial menor, consumindo também uma menor quantidade de energia.

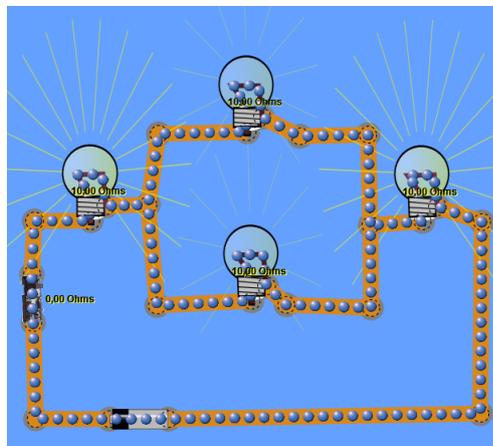


Figura 27 – Quatro lâmpadas numa associação mista construído pelos alunos.
Fonte: Relatório dos alunos.

Ao retirar uma das lâmpadas que se encontra em paralelo, tem-se três lâmpadas idênticas em série, com a mesma resistência elétrica (Figura 28). Com isso, passam a ter o mesmo brilho e todas consumindo a mesma energia elétrica, sendo que as duas lâmpadas em série terão seus brilhos reduzidos e a que estava em paralelo terá seu brilho aumentado.

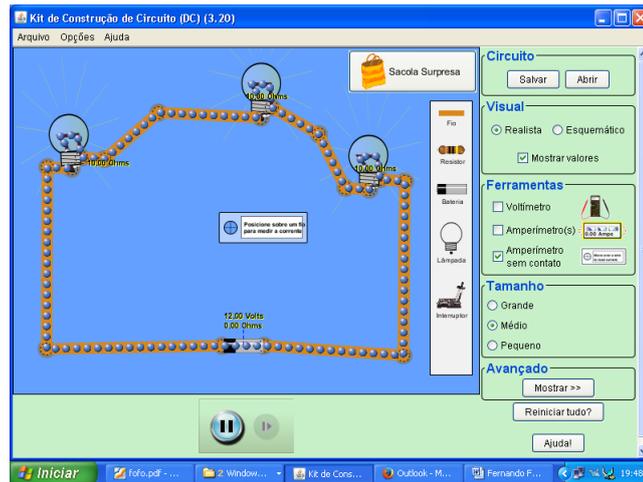


Figura 28 – Circuito da questão anterior sem uma das lâmpadas que estava em paralelo.

Fonte: Relatório dos alunos.

No quarto encontro, em que foram desenvolvidas atividades com simulações mais complexas, os alunos estavam bem seguros na construção e análise de circuitos usando o programa PHET. Eles puderam analisar situações um pouco mais complexas e conseguiam associar melhor a teoria com a prática ao responder as questões propostas.

As principais dificuldades identificadas nos relatórios apresentados pelos estudantes e os principais avanços obtidos ao realizarem as atividades de simulação computacional, estão sintetizadas no Quadro 03.

Quadro 3 – Síntese das dificuldades e avanços dos alunos nas atividades com simulações.

Grandezas Físicas	Dificuldades apresentadas	Avanços obtidos
Utilização do simulador	Falta de prática na utilização de computador. Não tinham habilidade para utilizar os componentes na montagem do circuito.	Trabalho em dupla facilitou a adaptação com o simulador. Com a sequência de atividades propostas tornou-se automático a utilização do simulador. Puderam treinar com o simulador fora do horário de aula em outros computadores.
Tensão Elétrica	Seis duplas apresentaram dificuldades para utilizar o voltímetro e analisar a	As demais duplas conseguiram medir corretamente a tensão

	tensão elétrica ao longo de um circuito simples. Quanto mais pilhas eram colocadas no circuito, mais corrente elétrica era fornecida.	elétrica ao longo do circuito e associando com a teoria envolvida.
Corrente Elétrica	Uma dupla afirmou que a corrente elétrica antes da lâmpada é maior que a corrente elétrica depois da lâmpada num circuito simples.	As demais duplas realizaram a medição da corrente elétrica com o amperímetro corretamente.
Resistência Elétrica	Cinco duplas afirmaram que num circuito simples, a lâmpada de maior resistência elétrica terá maior brilho.	As demais afirmaram corretamente que num circuito simples a de menor resistência elétrica brilha mais.
Potência Elétrica	Os alunos tiveram dificuldades de associar uma potência elétrica com a tensão elétrica aplicada na lâmpada e a corrente elétrica que circula por ela.	Nas construções realizadas e com os debates sobre a teoria envolvida, conseguiram assimilar os conceitos de potência elétrica e fatores que interferem.
Energia Elétrica	Alguns ainda confundem potência elétrica com energia elétrica, ficando em dúvida sobre qual depende do tempo.	Verificaram através medições de tensão e corrente elétrica, colocando três lâmpadas em série, que o brilho de cada lâmpada reduz e a energia consumida também.
Resistores em série	Não conseguiram explicar corretamente porque as lâmpadas idênticas tem o mesmo brilho. Uma dupla afirmou que brilha primeiro a lâmpada de maior resistência. Uma dupla afirmou que a lâmpada de menor resistência brilha mais.	Todos verificaram que lâmpadas idênticas em série brilham ao mesmo tempo e com a mesma intensidade. Quatorze duplas verificaram que a lâmpada de maior resistência brilha mais.
Resistores em paralelo	Não conseguiram explicar o porquê das lâmpadas em paralelo não alterarem seus brilhos ao ser acrescentado outras lâmpadas em paralelo.	Verificaram que acrescentando lâmpadas em paralelo, o brilho das mesmas não se altera e o que vai aumentando é a corrente total do circuito.
Associação mista	Não conseguem explicar corretamente o porquê de algumas lâmpadas brilharem mais ou menos numa associação mista.	Conseguem verificar os efeitos causados pela corrente elétrica e tensão elétrica numa associação mista.

Fonte: Autoria própria.

Com a análise dos circuitos montados e com as medições realizadas, eles confirmavam a teoria envolvendo as características das associações de resistores. Ocorriam grandes debates entre os grupos e também com o professor, que contribuíam para eles passarem a entender melhor as características das associações de resistores em série, paralelo e misto. Observou-se que somente a construção e análise do circuito montado não eram suficientes para eles explicarem corretamente o ocorrido, sendo de suma importância, para um melhor entendimento do

conteúdo estudado, a realização de cálculos, a mediação dos demais colegas e principalmente do professor.

No fim das atividades envolvendo simulações, os alunos fizeram uma avaliação do trabalho desenvolvido nessa etapa, com depoimentos importantes em relação à aplicação da Sequência Didática, apresentados a seguir.

Foi possível perceber que os estudantes gostaram de construir circuitos elétricos através do simulador computacional PHET, pela facilidade de acesso, podendo ser utilizado em qualquer local e pela facilidade de trabalhar com os componentes. A visualização dos efeitos causados pela corrente elétrica e pela tensão elétrica, em função das associações de resistores analisadas, facilitou a compreensão dos conceitos das grandezas elétricas envolvidas.

Gostamos das aulas, achamos o conteúdo novo muito legal. Um assunto legal e praticando no computador e mais fácil (Dupla A).

Podemos ver na prática, o que ocorre em um circuito. Isso é um ponto positivo, pois assim podemos enxergar os nossos erros e é uma forma de termos aula prática já que não a temos (Dupla E).

O aplicativo a seguir eu achei muito bom pois nós podemos fazer circuitos eletricos sem medo de errar, como na pratica normal , e aprender mais como só na teoria (Dupla M).

O trabalho é muito bom porque nos mostra um jeito diferente de aprender e de mais fácil compreensão, é um programa fácil e legal de se manusear, podendo usar todos os aparelhos e mudar as tensões e resistências dos equipamentos (Dupla F).

É importante ressaltar, que através das simulações computacionais os estudantes conseguem construir o circuito elétrico e podem analisar cada parte do mesmo, medindo corrente elétrica e tensão elétrica. Com estes dados, pode-se verificar qual componente elétrico terá maior potência elétrica e conseqüentemente consumirá maior energia elétrica num determinado instante. As simulações computacionais motivam os estudantes a buscarem respostas para os efeitos causados em cada situação. Mas é importante a presença do professor sempre mediando estas explicações, principalmente se o trabalho for realizado com um grupo de alunos que está construindo e assimilando os conceitos básicos envolvidos nos circuitos elétricos.

Com este aplicativo conseguimos ver como funciona um circuito, e ter uma base para responder os exercícios propostos. E também se acontecer um erro não acontecerá nada de mais, pois é só uma simulação. Este aplicativo é muito fácil de se usar, com isso fica melhor para mexer com ele (Dupla I).

Conseguimos ter uma noção prática de como fazer um circuito básico, usando instrumentos de medição como o voltímetro e o amperímetro. E o programa que foi usado mostra se estamos fazendo o circuito de modo certo ou errado, ou até mesmo quando a tensão é muito alta, e corre risco de “pegar” fogo. Portanto, esse programa

nos trouxe um grande aprendizado, que certamente ajudará a nós entendermos melhor o que se passa num circuito. Então, adquirimos um pouco mais de experiência fazendo esse trabalho (Dupla C).

Eu conclui que gostei muito desse simulador achei interessante porque ele pode ajudar muitas pessoas assim como que esta ensinando curso a entender melhor um circuito elétrico como ele funciona isso pode evitar varios acidentes. Ponto positivo: ajudar a desenvolver o raciocinio sobre um circuito elétrico, pode ajudar muitas pessoas a não cometer um acidentes. Ponto negativo: demorei para entender como funcionava o programa , mas quando aprendi ficou tudo certo (Dupla G).

A participação dos alunos nas atividades envolvendo a construção de circuitos através de simulação computacional, mostra que o ensino pode se tornar prazeroso e motivador, fazendo-os se sentirem importantes nesse processo. Os depoimentos acima, mostram que é importante associarmos a teoria discutida com a pratica, favorecendo assim a construção e a assimilação de novos conhecimentos.

Os alunos compreenderam melhor suas características e efeitos causados com as variações de diferenças de potencial e resistência elétrica e também alterações nos tipos de associações de resistores. Como veremos na próxima seção, alcançou-se uma maior motivação desses estudantes em continuar construindo e analisar circuitos elétricos envolvendo uma construção real, através de experimentos utilizando lâmpadas, fios e fontes.

6.3 – ANÁLISE DOS EXPERIMENTOS COM LÂMPADAS

Apresentamos a seguir a análise dos experimentos realizados pelos estudantes utilizando lâmpadas de enfeites natalinos. O estudo dos conceitos sobre Eletricidade foi reforçado com atividades experimentais, divididas em três (03) etapas aumentando-se o nível de exigência.

Foram realizadas em grupos (Grupo A, Grupo B, ...) de três (03) componentes (Figura 29), formados por afinidade, em função de termos um laboratório de eletroeletrônica pequeno, tendo-se que dividir uma turma de 32 alunos em dois grupos que participam das aulas em horários diferentes. Na primeira parte da turma formaram-se seis (06) grupos e na segunda parte da turma formaram-se quatro (04) grupos.



Figura 29 – Alunos trabalhando em grupo no laboratório de eletricidade.
Fonte: Acervo fotográfico do autor.

A realização das atividades experimentais teve por objetivo propiciar aos alunos oportunidade para comparar as atividades realizadas nas simulações com atividades concretas de manipulação de materiais e perceber algumas idealizações feitas nas simulações. Além das habilidades motoras, foram trabalhadas habilidades atitudinais como a responsabilidade, sendo que na montagem dos circuitos foram utilizadas lâmpadas, fios e fontes de tensão contínua.

5º encontro – 01/10/2013

A montagem de circuitos reais e a ampliação das discussões no grupo, com mais componentes (Figura 30), fez com que os estudantes superassem as dificuldades encontradas na montagem, entre elas a de realizar as conexões entre os fios, de como fazer as medições de resistência elétrica com o ohmímetro, de tensão com o voltímetro e de corrente elétrica com o amperímetro, sem se falar no receio de levar algum choque elétrico.



Figura 30 – Alunos montando circuitos com lâmpadas em grupos.
Fonte: Acervo fotográfico do autor.

Atividade com experimentos 01:

Na primeira atividade experimental, com uma fonte de energia elétrica variável, utilizando-se lâmpadas de enfeites natalinos e aparelhos de medição, foram realizadas medidas de resistência elétrica, tensão elétrica e corrente elétrica num resistor com resistência constante (para pequenas variações de tensão aplicada) e numa lâmpada incandescente, que varia sua resistência de acordo com a variação da tensão aplicada.

Os alunos tiveram, inicialmente, algumas dificuldades na montagem e na utilização dos aparelhos de medição de tensão, corrente e resistência elétrica ao trabalhar com circuitos elétricos reais. Alguns multímetros estavam com fusível queimado, por estarem em uso constantemente, outros estavam com problemas mais graves e algumas fontes estavam com problemas também. Professores de outros componentes curriculares utilizam estes laboratórios e não existe um técnico para realizar manutenções, quando necessárias, nesse laboratório, ficando assim, na responsabilidade dos professores quando sobra tempo.

Tivemos então, alguns atrasos nas montagens destes circuitos, mas todos conseguiram realizar as medições e comparar um resistor com uma lâmpada incandescente ao variar a tensão sobre eles. Um dos aspectos a ressaltar neste encontro, foi a interação entre os alunos para auxiliar-se mutuamente na tentativa de resolver os problemas e colocar os equipamentos em funcionamento.

Observou-se que, nas medições e no cálculo da resistência elétrica para cada tensão aplicada nos resistores, os alunos obtiveram alguma variação na resistência. O grupo A (Anexo D) mediu o valor da resistência do resistor com o ohmímetro e encontrou $R = 276 \Omega$. Ao aplicar uma tensão elétrica de $V = 1,5 \text{ V}$, circulou por este resistor uma corrente elétrica $i = 0,005 \text{ A}$. Sendo $R = V/i$, teremos $R = 1,5 \text{ V}/0,005 \text{ A}$, resultando uma resistência elétrica $R = 300 \Omega$. Aumentando a tensão elétrica aplicada para $V = 3,0 \text{ V}$, passou a circular sobre este resistor uma corrente elétrica $i = 0,01 \text{ A}$. Sendo a resistência elétrica encontrada segundo a expressão da Lei de Ohm ($R = V/i$) de valor $R = 300 \Omega$. Quando aplicaram uma tensão elétrica $V = 4,5 \text{ V}$, a corrente que passou a circular sobre este resistor foi $i = 0,015 \text{ A}$, confirmando mais uma vez, uma resistência elétrica de $R = 300 \Omega$. Finalmente, quando aplicaram uma tensão elétrica de $V = 6,0 \text{ V}$, passou a circular uma corrente elétrica $i = 0,02 \text{ A}$, reafirmando assim, que a resistência do resistor era $R = 300 \Omega$.

Contudo, desprezando fatores relativos aos aparelhos danificados e levando-se em conta que fizeram suas primeiras medições reais, considerou-se que os resistores se comportaram como um resistor ôhmico, pois permaneceram com sua resistência constante ao ser variada a

tensão elétrica aplicada. Com estes dados foi produzido um gráfico representando este resistor ôhmico (Figura 31).

Nas lâmpadas de enfeites natalinos, a diferença dos valores de resistência foi bem maior, mostrando que o filamento destas lâmpadas é feito de um material não-ôhmico (Figura 32). Neste caso, o valor da resistência aumentava com a variação da tensão sobre elas.



Figura 31 – Gráfico construído pelo grupo A, de um resistor não-ôhmico.

Fonte: Relatório dos alunos.



Figura 32 – Gráfico construído pelo grupo A, de um resistor ôhmico.

Fonte: Relatório dos alunos.

A resistência elétrica de lâmpadas utilizadas em enfeites natalinos, medida através do ohmímetro, apresentou um valor $R = 13 \Omega$. Ao aplicar uma tensão elétrica $V = 1,5 \text{ V}$, o brilho desta lâmpada era quase imperceptível, circulando por ela uma corrente elétrica $i = 0,06 \text{ A}$, confirmando uma resistência elétrica $R = 25 \Omega$. Aumentando a tensão elétrica aplicada para $V = 3,0 \text{ V}$, os alunos perceberam um aumento no brilho da lâmpada e ao medirem a corrente elétrica verificaram que ela tinha aumentado seu valor para $i = 0,09 \text{ A}$, resultando o cálculo de uma resistência maior $R = 33,3 \Omega$. Com uma tensão elétrica $V = 4,5 \text{ V}$ aplicada nesta lâmpada, seu brilho ficava um pouco maior e a corrente elétrica medida passava agora para $i = 0,11 \text{ A}$, encontrando-se agora uma resistência elétrica $R = 40,90 \Omega$. Aplicando uma tensão elétrica de $V = 6,0 \text{ V}$, o brilho da lâmpada aumentava e a corrente elétrica medida passava a ser de $i = 0,13 \text{ A}$, fazendo com que a resistência elétrica chegasse a $R = 46,25 \Omega$.

Na construção dos gráficos, os alunos apresentaram dificuldades e não conseguiram expressar o que realmente tinha ocorrido com os valores das grandezas encontradas. Por cursarem o primeiro ano e estarem começando a construir e interpretar gráficos, estas primeiras tentativas

tornam-se importantes para compreensão da sua construção e significado. Devido a essas dificuldades, a explicação sobre as relações existentes entre as grandezas mostrou-se interessante para eles. É importante salientar, que a atividade prática de construção de circuitos foi um bom início para um debate mais profundo sobre a teoria envolvida e também sobre detalhes importantes para construção de gráficos representativos de uma situação envolvendo conceitos físicos.

6º encontro – 08/10/2013

Atividade com experimentos 02:

Nas atividades apresentadas no Apêndice D, os estudantes construíram e analisaram circuitos com lâmpadas associadas em série, associadas em paralelo e associadas de forma mista, sendo os resultados apresentados no Anexo D. Através do brilho produzido por elas, foram promovidas discussões sobre as características dessas associações.

A primeira atividade solicitava observar o brilho de uma lâmpada quando se aplica uma tensão elétrica de 9,0V. Os alunos acrescentaram outra lâmpada em série e analisaram o brilho delas. Depois colocaram uma terceira lâmpada em série (Figura 33) e responderam a seguinte pergunta: O que acontece com o brilho das lâmpadas? Justifique fisicamente sua resposta. Percebemos que a explicação já foi melhor elaborada, no Quadro 19 do Anexo D. *“O brilho das lâmpadas vai diminuindo, pois foram colocadas em série, assim somam as resistências e diminui a corrente”* (Grupo A).

A resposta acima está fisicamente correta, pois num circuito em série as resistências são somadas, produzindo assim, uma resistência equivalente cada vez maior. Sendo a resistência uma oposição à passagem da corrente elétrica, a cada lâmpada inserida, vai reduzindo a intensidade da corrente elétrica, provocando assim, uma redução no brilho das lâmpadas.

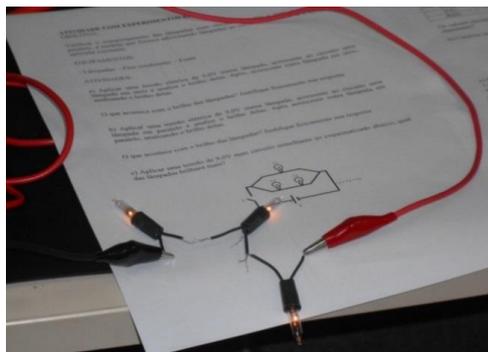


Figura 33 – Circuito com lâmpadas em série montado pelos alunos.

Fonte: Acervo fotográfico do autor.

A segunda atividade era semelhante à primeira, só que analisando um circuito de lâmpadas em paralelo. Os alunos deviam responder a pergunta: O que acontece com o brilho das lâmpadas? Justifique fisicamente sua resposta. Através da prática utilizando a simulação computacional e agora utilizando circuitos elétricos reais, mediado por debates e explicações sobre a teoria envolvida, verifica-se uma melhora significativa das respostas apresentadas no Quadro 20 do Anexo D, como temos aqui: *“O brilho dela permanece o mesmo, pois a corrente total vai ser dividida e a tensão será a mesma.”* (Grupo B)

A resposta acima está fisicamente correta, já que a tensão que as lâmpadas recebem é, em um sistema idealizado, a tensão da fonte e, assim, a corrente que circula pelas lâmpadas não sofre alterações, pois depende somente das características das lâmpadas. Como são acrescentadas lâmpadas em paralelo, tem-se neste circuito, para cada lâmpada a mais, uma nova corrente elétrica passando por ela, produzindo uma corrente total neste circuito cada vez maior, dada pela soma das correntes elétricas que circulam em cada lâmpada associada.

Na terceira atividade construída pelos alunos, aplicando uma tensão de 9,0V no circuito misto (Figura 34), o problema formulado era: Qual das lâmpadas brilhará mais?

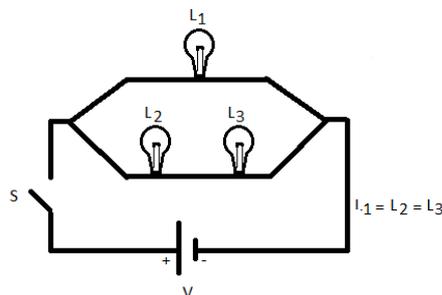


Figura 34 – Circuito misto com lâmpadas idênticas.
Fonte: Encontrada em Barbosa, De Paulo e Rinaldi (1999).

Com a montagem do circuito misto, utilizando lâmpadas de enfeites natalinos (Figura 35), os alunos puderem ver o que realmente ocorre com o brilho das lâmpadas, no Quadro 21 do Anexo D, afirmando que: *“O brilho da lâmpada L_1 será maior, pois a tensão nela é 9,0 V e nas lâmpadas L_2 e L_3 a tensão será de 4,5 V”* (Grupo D).

Esta afirmativa está fisicamente correta, pois no caminho onde se encontram as duas lâmpadas em série, a resistência equivalente entre elas fica maior, e como resistência é oposição à passagem da corrente elétrica, teremos uma corrente menor circulando por aquele caminho, o que reduz o brilho dessas lâmpadas. Mas ainda teremos a tensão elétrica sendo dividida entre as duas lâmpadas que se encontram em série, o que reduz mais ainda o brilho de cada uma. Já

a lâmpada L_1 , recebe uma tensão praticamente igual à tensão da fonte, desprezando a resistência interna da fonte e dos fios condutores.

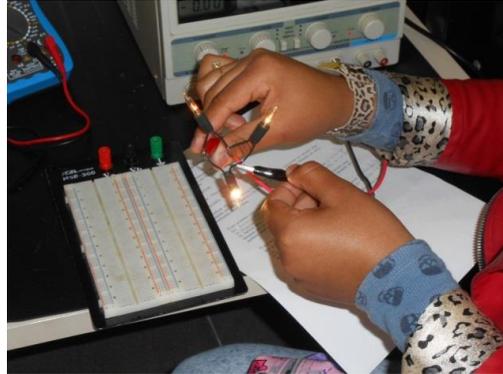


Figura 35 – Circuito misto montado pelos alunos.
Fonte: Acervo fotográfico do autor.

Quando essa questão foi respondida no pré-teste (Apêndice B), antes de os alunos terem visto esta situação alguma vez usando material concreto, surgiram as seguintes respostas incorretas do ponto de vista da Física:

A lâmpada L_1 brilha mais que as lâmpadas L_2 e L_3 , porque se elas têm a mesma resistência, a corrente que passa pela lâmpada L_1 vai ser mais forte, a corrente que passa pela lâmpada L_2 enfraquece em vigor da resistência da lâmpada L_2 e vai um pouco mais fraca para a lâmpada L_3 . (Alunos A_1, B_2, J_2)

O brilho será igual, porque elas são iguais e estão ligadas à mesma alimentação. (Alunos $B_1, C_1, E_1, F_1, I_1, J_1, N_1, O_1, A_2, D_2, E_2, F_2, G_2, H_2, I_2, K_2, L_2, M_2, N_2$ e O_2)

Diferente um do outro por causa da corrente. (Aluno L_1)

O brilho das lâmpadas vai variar, porque estão colocadas em locais diferentes. (Aluno P_1)

Alguns alunos apresentaram respostas corretas:

O brilho da L_1 será diferente de L_2 e L_3 , pois duas delas estão em série e uma em paralelo com as outras duas. (Aluno D_1)

L_2 e L_3 brilharão iguais, porque L_2 e L_3 estão dividindo a corrente entre si e L_1 brilhará mais. (Aluno G_1)

L_1 brilha mais que L_2 e L_3 , pois a corrente em L_1 é maior que em L_2 e L_3 . (Alunos H_1, K_1)

L_1 vai brilhar mais que L_2 e L_3 , pois a corrente se divide entre L_1 e $L_2 + L_3$, assim L_1 ficará com mais energia que as outras duas lâmpadas. (Aluno M_1)

L_1 brilhará mais, a corrente será a mesma nas duas partes, uma parte se dividirá para L_2 e L_3 , enquanto uma passará por L_1 . (Aluno C_2)

L_1 brilhará mais, a corrente será a mesma nas duas partes, uma parte se dividirá para L_2 e L_3 , enquanto uma passará por L_1 . (Aluno C_2)

Percebe-se que sete (07) alunos, aproximadamente 22%, tinham ideia do que iria acontecer no circuito e vinte e cinco (25) alunos, aproximadamente 68%, imaginaram de forma incorreta o que aconteceria com o brilho das lâmpadas e também não souberam explicar corretamente antes de serem realizadas simulações computacionais e experimentos com lâmpadas.

Ao analisarem esta situação (Apêndice C) através da simulação computacional (Figura 36), realizaram medições e cálculos para verificar o que acontecia com o brilho das lâmpadas.

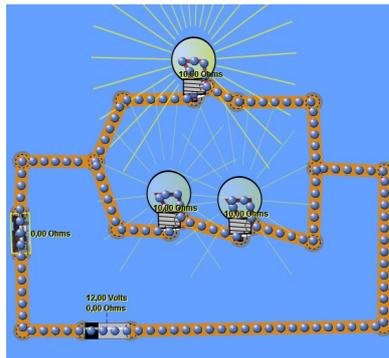


Figura 36 – Circuito misto com três lâmpadas na simulação PHET.
Fonte: Relatório dos alunos.

Todas as duplas conseguiram realizar as medições de forma adequada e explicar corretamente o fenômeno observado. Apresentamos abaixo as respostas dadas pelos grupos:

A lâmpada L_1 brilha mais porque passa por ela maior corrente e ela fica também com maior tensão.

O valor da Corrente Elétrica que circula pelas lâmpadas é:

$$L_1 \rightarrow I_1 = 1,2 \text{ A} \quad L_2 \rightarrow I_2 = 0,6 \text{ A} \quad L_3 \rightarrow I_3 = 0,6 \text{ A}$$

O valor da Tensão Elétrica sobre cada lâmpada é:

$$L_1 \rightarrow V_1 = 12 \text{ V} \quad L_2 \rightarrow V_2 = 6 \text{ V} \quad L_3 \rightarrow V_3 = 6 \text{ V}$$

O valor da Potência dissipada por cada lâmpada é:

$$L_1 \rightarrow P_1 = V_1 \cdot I_1 = 12 \cdot 1,2 = 14,4 \text{ W}$$

$$L_2 \rightarrow P_2 = V_2 \cdot I_2 = 6 \cdot 0,6 = 3,6 \text{ W, que é a mesma potência para } L_3$$

Com estas atividades, em que tiveram contato com situações concretas, os alunos conseguiram assimilar bem o comportamento de tensão, corrente e resistência elétrica ao longo das associações de resistores. A atividade permite que as conclusões sejam feitas com mais certeza, porque é possível visualizar o efeito causado por uma corrente maior ou menor e por uma tensão maior ou menor.

A potência das lâmpadas está ligada diretamente ao brilho maior ou menor. A potência depende diretamente da tensão sobre ela e também depende diretamente da corrente que circula nela. Se a tensão ou a corrente elétrica reduz seu valor, o brilho será menor, se uma delas aumenta seu valor o brilho também aumenta.

Vimos que antes de realizar as simulações e experimentos, boa parte dos alunos não imaginava o que poderia ocorrer com o brilho das lâmpadas. O emprego de simulações e experimentos, como na Figura 37, onde utilizam lâmpadas de enfeites natalinos para montar os circuitos mistos, fez com que eles entendessem o comportamento dos equipamentos nos circuitos e confirmassem através de cálculos os valores das grandezas envolvidas como brilho das lâmpadas.



Figura 37 – Circuito com lâmpadas numa associação mista montado pelos alunos.
Fonte: Acervo fotográfico do autor.

Montar um circuito real, com lâmpadas fios, fontes, tocar neste circuito, trocar ideias com os colegas do grupo sobre a melhor maneira de fazer esta montagem, e finalmente visualizar o que todas as teorias já previam, são atividades que contribuem para o aprendizado, pois este conhecimento é assimilado de forma significativa.

7º encontro – 15/10/2013

Atividade com experimentos 03:

As atividades descritas no Apêndice D correspondem à última etapa de construção de circuitos elétricos utilizando lâmpadas de enfeites natalinos, circuitos estes que já foram interpretados no pré-teste 2 (Apêndice B) e nas simulações computacionais (Apêndice C). Elas foram importantes por ser trabalhado competências como coordenação, imaginação e cooperação e auxiliando na assimilação dos conceitos básicos de circuitos elétricos, conhecimento fundamental para realizar a próxima etapa envolvendo projetos com o Arduino.

Nessa primeira atividade (Figura 38), os alunos construíram e analisaram um circuito elétrico contendo uma lâmpada (L_A) em série com outras duas lâmpadas associadas em paralelo, lâmpadas (L_B) e (L_C). As questões a serem respondidas por eles era: qual das lâmpadas terá

maior brilho? E se retirarmos a lâmpada (L_C), o que acontecerá com o brilho das outras lâmpadas?

As lâmpadas (L_B) e (L_C) por estarem em paralelo, produzem uma resistência equivalente com menor valor que a resistência de ambas, provocando uma menor queda de tensão elétrica sobre elas. E por estarem associadas em paralelo, acabarão dividindo a corrente total do circuito. Desse modo, a lâmpada (L_A) terá um brilho maior que as outras lâmpadas.

O brilho está associado à potência elétrica dissipada, que depende diretamente da corrente elétrica que circula por ela e depende diretamente da tensão elétrica aplicada sobre a lâmpada. De acordo com a resposta de um dos grupos (Quadro 25 do Anexo D): “A lâmpada que brilha mais é a lâmpada A, pois a corrente total passa por ela. Se retirarmos a lâmpada C, as lâmpadas A e B ficam em série e o brilho das duas fica idêntico.” (Grupo A)

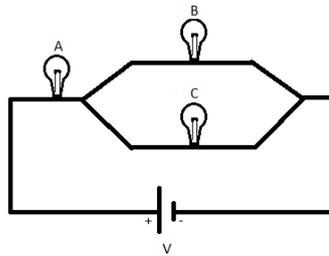


Figura 38 – Circuito elétrico misto com lâmpadas.
Fonte: Encontrada em Buchweitz e Gravina (1994).

Fazendo a montagem deste circuito com lâmpadas utilizadas em enfeites natalinos, torna-se um experimento de baixo custo (Figura 39) e os alunos visualizam os efeitos provocados pelas características das associações de resistores. Constata-se que a diferença no brilho destas lâmpadas é grande, devido às lâmpadas que estão em paralelo produzirem uma resistência equivalente com intensidade menor, e por isso, receberem menor tensão elétrica, além da corrente elétrica do circuito ser dividida entre elas.



Figura 39 – Circuito elétrico misto com lâmpadas, construído pelos alunos.
Fonte: Relatório dos alunos.

Sem essa montagem, é difícil imaginar a grande diferença no brilho das lâmpadas, mesmo que o circuito seja analisado com auxílio de expressões matemáticas e obtidos valores para tensão e corrente elétrica.

Na atividade seguinte, eles tiveram que colocar uma quarta lâmpada (L_D) em paralelo com a lâmpadas (L_B) e (L_C) e analisar o que acontecia com o brilho da lâmpada (L_A).

Com três lâmpadas em paralelo, a resistência equivalente entre elas fica com menor valor, reduzindo mais a tensão elétrica sobre elas e cada uma recebendo uma corrente elétrica com $1/3$ do valor da corrente total. Conseqüentemente, a lâmpada (L_A) recebe uma tensão elétrica bem maior que as demais lâmpadas e a corrente elétrica que circula por ela será a corrente total do circuito, fazendo seu brilho ficar mais intenso. Isso foi analisado corretamente pelos alunos (Quadro 26 do Anexo D), como vemos a seguir: “A lâmpada (A) brilha mais, pois ela estará em série com as três lâmpadas em paralelo, diminuindo a resistência delas e diminuindo a tensão sobre elas.” (Grupo B)

Na próxima atividade (Figura 40), eles tiveram que analisar um circuito elétrico misto construído com lâmpadas utilizadas em enfeites natalinos (Quadro 26 do Anexo D). As lâmpadas (L_A) e (L_D), por estarem associadas em série com as lâmpadas (L_B) e (L_C), associadas em paralelo uma com a outra, terão uma maior parte da tensão elétrica sobre elas e circulará por elas a corrente total do circuito, que será dividida entre as lâmpadas (L_B) e (L_C). O brilho é mais intenso nas lâmpadas (L_A) e (L_D) por terem maior potência elétrica dissipada.

Ao retirar a lâmpada (L_C), a resistência elétrica entre (L_B) e (L_C) aumenta e se tem um circuito de três lâmpadas em série que, sendo idênticas, produzirão o mesmo brilho.

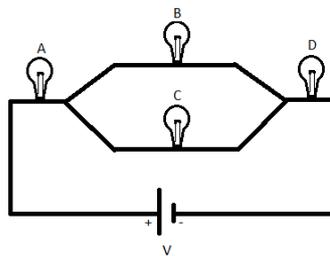


Figura 40 – Circuito misto com quatro lâmpadas.
Fonte: Encontrada em Buchweitz e Gravina (1994).

No comentário dos alunos, pode-se verificar que as características dos circuitos são melhor assimiladas em função da participação ativa na construção e nos debates promovidos ao longo das atividades realizadas.

As lâmpadas que mais brilharão são A e D, porque recebem mais tensão, já que B e C produzem uma resistência menor. Se retirarmos do circuito a lâmpada C, o brilho

das lâmpadas A, B e D será o mesmo pois elas ficam em série e a corrente que passa por elas é a mesma e são lâmpadas idênticas. (Grupo A)

Essas atividades experimentais foram importantes para uma maior compreensão por parte dos alunos dos conceitos das grandezas envolvidas num circuito elétrico e as características das associações de resistores, fornecendo uma base para seguirem aplicando esse conhecimento em futuros projetos.

Em situações envolvendo somente uma aprendizagem mecânica, com os alunos decorando regras e resolvendo exercícios sem praticar, sem participar da construção de conhecimento, talvez tivessem mais dificuldades para seguirem o trabalho na última etapa dessa sequência didática, pois segundo Moreira (2006),

Em Física, como em outras disciplinas, a simples memorização de fórmulas, leis e conceitos podem ser tomadas como exemplo típico de aprendizagem mecânica. Talvez aquela aprendizagem de "última hora", de véspera de prova, que somente serve para a prova, pois é esquecida logo após, caracterize também a aprendizagem mecânica. Ou ainda, aquela típica argumentação de aluno que afirma ter estudado tudo, e até mesmo "saber tudo", mas que, na hora da prova, não consegue resolver problemas ou questões que impliquem usar e transferir esse conhecimento (MOREIRA, 2006, p. 16).

O trabalho em grupo foi significativo para o aprendizado de conceitos de eletricidade, já que a troca de ideias, a ajuda para aqueles com mais dificuldades e o fato destes alunos construírem esses conceitos de forma reflexiva e crítica, confirma a importância de realizar atividades em que os alunos possam visualizar os efeitos da passagem da corrente elétrica através de simulações e experimentos. Alguns depoimentos deixam claro que eles estavam dispostos a aprofundar o estudo de eletricidade elaborando projetos utilizando o Arduino.

Com os trabalhos utilizando simulações, eu consegui tirar várias dúvidas sobre diferenças dos circuitos em série e paralelo e foi bom porque podemos aprender errando, sem danificar nada. Com os experimentos foi bem divertido, aprendi a ligar os circuitos em série e paralelo de verdade, e também aprendemos a usar o voltímetro, amperímetro e ohmímetro, e também fontes de tensão, mas só temos que tomar mais cuidado para não queimar estes equipamentos. Isso tudo que fizemos, além de tirar nossas dúvidas, nos faz ter mais contato com os circuitos, fazendo-nos enxergar o que acontece e conseqüentemente, trazendo mais entendimento. (Aluno F₁)

Comecei a entender melhor a parte teórica da matéria através da parte prática. Ver como a corrente age em um circuito, melhorou mais o meu entendimento. Imaginar o brilho de uma lâmpada é uma coisa, agora, ver é bem melhor. Aprendi e entendi melhor sobre diferença de potencial e melhor que antes era só teoria, imaginação, agora que pude ver e compreender que os resistores estando em série acontece uma coisa e em paralelo outra. (Aluno N₁)

Verificamos com esses depoimentos que ficar só num ensino teórico e utilizando a imaginação, os alunos permanecem com muitas dúvidas e os conceitos não são assimilados. Atividades que permitam a construção, a reflexão e a visualização dos efeitos causados pelas alterações de valores das grandezas físicas envolvidas, torna-se produtivo no sentido de que eles assimilam melhor e compreendem estes conceitos, deixando-os preparados para seguirem aprofundando este conhecimento.

As principais dificuldades identificadas nos relatórios apresentados pelos estudantes e os principais avanços obtidos ao realizarem as atividades experimentais com lâmpadas de enfeites natalinos, são apresentadas na síntese do Quadro 04.

Quadro 4 – Síntese das respostas dos alunos nas atividades com simulações.

Grandezas Físicas	Dificuldades apresentadas	Avanços obtidos
Montagem dos experimentos com lâmpadas	A construção inicial dos circuitos elétricos foi demorada, pois não conseguiam associar ao que tinha sido feito nas simulações.	O estudo sobre conceitos de eletricidade foi reforçado com as atividades experimentais. Puderam comparar a montagem real de um circuito elétrico com a montagem idealizada. A troca de ideias foi mais produtiva, pois o grupo tinha mais componentes. Em todas as atividades realizadas pelos alunos a presença do professor era sempre requisitada, mostrando a importância da mediação.
Tensão Elétrica	Utilizar o voltímetro para medir tensão.	Conseguiram medir tensão corretamente utilizando o voltímetro.
Corrente Elétrica	Utilizar o amperímetro para medir corrente.	Conseguiram medir corrente corretamente utilizando o amperímetro.
Resistência Elétrica	Não imaginavam que o ohmímetro deveria ser utilizado sem o resistor estar recebendo tensão. Tiveram dificuldade para interpretar o gráfico tensão x corrente.	Conseguiram medir resistência elétrica corretamente utilizando o ohmímetro. Conseguiram verificar através do gráfico construído com os valores medidos, quando temos um resistor ôhmico e não-ôhmico.
Potência Elétrica	Sem dificuldades.	Começaram a verificar que os brilhos das lâmpadas estavam diretamente relacionados com a potência elétrica. Associavam a potência elétrica com a tensão e a corrente sobre a lâmpada.
Energia Elétrica	Sem dificuldades.	Passaram a associar a energia elétrica consumida com a potência da lâmpada.
Resistores em série	Na ligação entre as lâmpadas para montar o circuito em série, pois não formava um desenho simétrico como nas figuras e nas montagens feitas nas simulações.	Verificaram que resistores em série aumenta a resistência, reduz a corrente elétrica e a tensão da fonte se divide entre as lâmpadas. Com menos corrente e menos tensão, as lâmpadas terão menor potência elétrica e

		menos brilho, consumindo menos energia.
Resistores em paralelo	Na ligação entre as lâmpadas para montar o circuito em paralelo, pois não formava um desenho simétrico como nas figuras e nas montagens feitas nas simulações.	Verificaram que resistores em paralelo diminui a resistência entre eles, mas cada lâmpada tem a corrente elétrica independente e como todas recebem a mesma tensão, o brilho não se altera.
Associação mista	Na ligação entre as lâmpadas para montar o circuito misto, pois não formava um desenho simétrico como nas figuras e nas montagens feitas nas simulações.	Perceberam que o circuito misto é a combinação de uma associação de lâmpadas em série com uma associação de lâmpadas em paralelo.

Fonte: Autoria própria.

6.4 – ANÁLISE DAS ATIVIDADES COM ARDUINO

Essa etapa teve por objetivo fazer com que os alunos aprofundassem seu conhecimento sobre circuitos elétricos por meio de uma iniciação em eletrônica e programação. O aprofundamento do estudo em eletricidade e eletrônica é fundamental em componentes curriculares da área técnica do Curso de Mecatrônica. Por essa razão, era fundamental que o material fosse potencialmente significativo, auxiliando para que novos conceitos se relacionassem à estrutura cognitiva do aluno de forma não arbitrária e não literal e a aprendizagem fosse significativa (MOREIRA, 1999).

De acordo com o Artigo 35º da LDB (BRASIL, 1996), o Ensino Médio tem por finalidade a preparação básica para o trabalho e o exercício da cidadania, para continuar aprendendo, adaptar-se com flexibilidade a novas condições ou aperfeiçoamento posterior. No Artigo 39º, a LDB (BRASIL 1996) determina que a educação profissional deva ser integrada às diferentes formas de educação, ao trabalho, à ciência e à tecnologia, conduzindo ao permanente desenvolvimento de aptidões para a vida produtiva.

Estas atividades construindo circuitos elétricos microcontrolados, envolvendo o Arduino, Figura 41, serão importantes na formação dos alunos pelo fato de estarem iniciando no curso de Mecatrônica, no Ensino Médio Integrado, visto que aprofundarão este conhecimento em componentes curriculares técnicas, preparando-se profissionalmente.

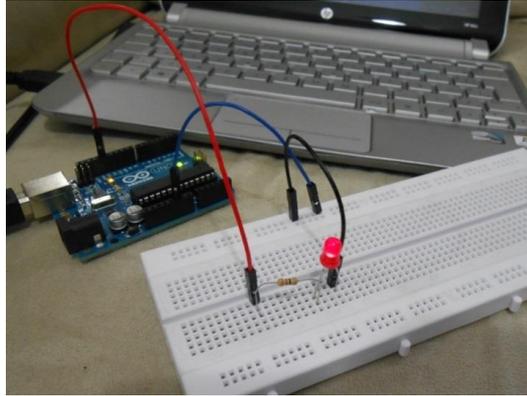


Figura 41 – Circuito com um LED e um resistor comandado através da placa Arduino.
Fonte: Acervo fotográfico do autor.

A execução de tarefas, como montagem de circuitos e organização da programação computacional, permite que avancem na assimilação de novos conceitos, através de novas condições e estejam preparados para solucionar problemas diversos na área técnica e na vida de maneira geral, possibilitando que continuem se aperfeiçoando posteriormente.

8º encontro – 22/10/2013

Neste encontro foi apresentada a plataforma Arduino, que envolve os equipamentos para a montagem dos circuitos e o software para comunicação da placa Arduino como o computador.

Os alunos conheceram o Arduino, tendo um primeiro contato com componentes que seriam utilizados nos projetos: a placa (microcontrolador) e o programa para instalação. No início deste encontro, foi preciso fazer alguns ajustes no programa, fazendo algumas placas serem reconhecidas pelos computadores. No tempo restante, começamos a construir o primeiro experimento, envolvendo uma ligação simples entre os equipamentos e a placa e uma programação simples para esta introdução.

Nesta primeira atividade com o Arduino, realizada em grupos de seis (06) e sete (07) componentes, totalizando cinco (05) grupos, os alunos tiveram como tarefa fazer um LED acender quando fosse pressionado um botão e apagar quando solto. Nem a placa, nem a programação computacional eram necessárias para realizar esta tarefa, mas ela foi introduzida para que os alunos tivessem um primeiro contato com a programação computacional básica a ser utilizada

nos projetos futuros e irem se habituando às ligações feitas na placa e também no *protoboard*¹³, apresentado na Figura 42.

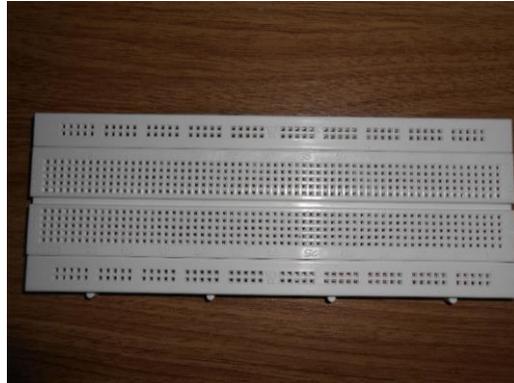


Figura 42 – *Protoboard*, matriz de contatos.
Fonte: Acervo fotográfico do autor.

Como a porta digital assume a tensão 0 V ou a tensão 5 V, e se utiliza um LED que acende com 2,5 V e corrente de 20 mA, se o LED for conectado diretamente nesta porta, ele iria danificar. Para solucionar esse problema, os alunos precisaram ligar um resistor em série, dividindo a tensão com o LED. Portanto, foram orientados a calcular o valor deste resistor, que deveria ser, no mínimo, de 125 Ω , na porta 13 e o LED à porta GND, *ground* ou terra. Colocando o resistor em série com o LED, pode-se concluir que:

A tensão total (soma das tensões no resistor e no LED) será de 5 V, ou seja:

$$V_{\text{LED}} + V_{\text{R}} = 5 \text{ V}$$

A corrente total que passa pelo resistor e pelo LED não deverá ultrapassar os 20 mA:

$$I_{\text{LED}} = I_{\text{R}} = 20 \text{ mA}$$

É necessário colocar uma tensão de 2,5 V no LED, ou seja:

$$V_{\text{LED}} = 2,5 \text{ V}$$

¹³ É uma matriz de contatos, constituída por uma base plástica, contendo inúmeros orifícios destinados à inserção de terminais de componentes eletrônicos. Internamente existe ligação que conectam os orifícios, permitindo a montagem de circuitos sem a utilização de solda.

Assim, conclui-se que a tensão no resistor será de:

$$V_R = 5 \text{ V} - V_{LED} \rightarrow V_R = 5 \text{ V} - 2,5 \text{ V} \rightarrow V_R = 2,5 \text{ V}$$

Pode-se, agora, calcular o valor da resistência R do resistor a ser utilizado através da expressão:

$$V_R = R_R \cdot I$$

$$\text{Assim, tem-se: } 2,5 \text{ V} = R_R \cdot 0,020 \text{ A} \rightarrow R_R = 2,5 \text{ V} / 0,020 \text{ A} \rightarrow R_R = 125 \Omega$$

O LED (Figura 43) emite luz apenas em um sentido, sendo que a corrente elétrica deve circular do terminal maior para o terminal menor. Deve-se ligar o lado do terminal maior no contato analógico de 5 V ou em alguma porta digital da placa. O terminal menor deve estar ligado ao GND (terra).

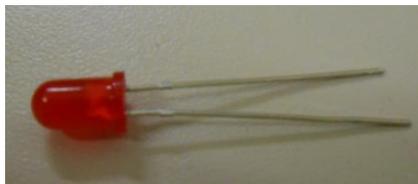


Figura 43 – LED, diodo emissor de luz.
Fonte: Acervo fotográfico do autor.

Para essa atividade experimental, foi utilizada a placa, a matriz de contatos *proto-board*, uma chave momentânea (botão), um LED, fios e dois resistores 330 Ω (Figura 44), além da programação computacional necessária para execução dos comandos.



Figura 44 – Resistor de 330 Ω .
Fonte: Acervo fotográfico do autor.

O esquema de ligação (Figura 45) foi construído com o auxílio de um programa gratuito *Fritzing*¹⁴, que permite a montagem de circuitos simulando a montagem realizada com o Arduino.

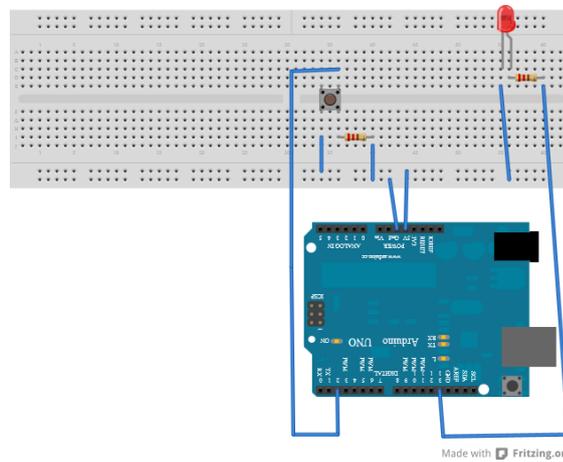


Figura 45 – Esquema de ligação botão comandando LED.
Fonte: Autoria própria.

No Quadro 5, é apresentado o algoritmo para acender/apagar o LED, utilizado na programação computacional para controlar o circuito através da placa (micro controlador).

Quadro 5 – Algoritmo para acender e apagar o LED.

```
int ledPin = 13; // Variável inteira usada para definir o pino de conexão do led.
int Botao = 3; // Variável inteira usada para definir o pino de conexão do botão.
int EstadoBotao = 0; // Variável para ler o status do botão.
void setup(){
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // Pino configurado para função saída
  pinMode(Botao, INPUT); // Pino configurado para função entrada
}
void loop(){
  EstadoBotao = digitalRead(Botao); // Leitura do estado do botão
  if(EstadoBotao == HIGH){ // com o Botão pressionado o led acende.
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
  }else{
    digitalWrite(ledPin, LOW); // se não estiver pressionado o led fica apagado.
  }
}
```

Fonte: Autoria própria.

Enquanto era realizada a explicação sobre os comandos utilizados, os grupos digitavam a programação. Em seguida, com microcontrolador ligado ao computador através da porta USB, os alunos fizeram a transferência do programa para a placa. Nessa etapa, aconteceram alguns

¹⁴ Fonte: <http://fritzing.org/home/>

problemas de comunicação entre os computadores e as placas. Para resolvê-los, os alunos tiveram que acessar ao ambiente de desenvolvimento e ver em qual porta COM o programa se encontrava. Após montando o circuito na *protoboard* e fazendo os contatos com os fios nos pinos da placa (Figura 46), todos puderam testar se a programação estava correta. Observou-se que os alunos ficaram bastante satisfeitos e felizes quando o circuito montado e o comando feito pelo programa funcionaram conforme o previsto.



Figura 46 – Alunos montando circuito com a placa Arduino.
Fonte: Acervo fotográfico do autor.

9º encontro – 29/10/2013

Este encontro começou com a distribuição do material para os grupos e a solicitação de que realizassem o teste para confirmar se havia comunicação entre os computadores e a placa. Utilizando a placa, a matriz de contatos protoboard, um LED, fios e um resistor, o objetivo era fazer um LED acender e apagar a cada cinco (05) segundos. A figura 47 mostra o esquema de ligação:

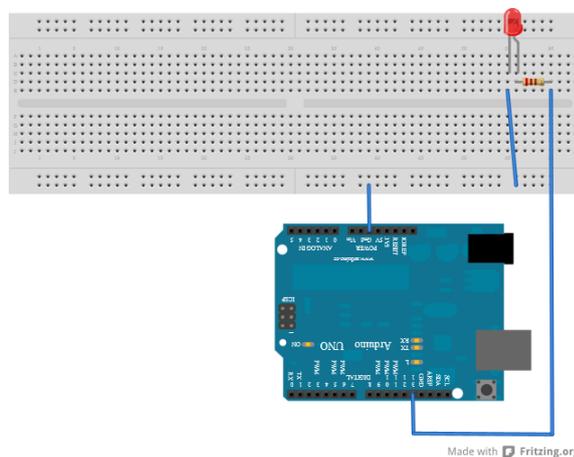


Figura 47 – Esquema de ligação LED piscando.
Fonte: Autoria própria.

A seguir (Quadro 6) temos a programação utilizada para controlar este circuito através dos comandos, fazendo com que este Led brilhe e apague a cada cinco (05) segundos.

Quadro 6 – Algoritmo para acender e apagar o LED automaticamente.

```
int ledPin = 13; // Variável inteira usada para definir o pino de conexão do Led.
void setup(){
pinMode(13,OUTPUT); // Pino configurado para função saída.
}
void loop(){
digitalWrite(13, HIGH); // Estado alto no Led (ligado). O Led deve ser conectado no pino 13
digital e GND.
delay(5000); // Espera 5000 milisegundos para passar para próxima linha.
digitalWrite(13, LOW); // Estado Baixo no Led (apagado).
delay(5000); // Espera 5000 milisegundos para repetir o loop.
}
```

Fonte: Autoria própria.

Essa montagem é bem mais simples e a programação também. Aproveitou-se a montagem para explicar a função do botão de liga e desliga e dos resistores associados em série com o LED. Após estes comentários iniciais, os alunos começaram a fazer a ligação da placa com o LED e o resistor, digitando o programa e conectando a placa ao computador. Transferido o programa para o arduino, os alunos mais uma vez vibraram ao verem o LED piscar a cada 5 segundos. Solicitou-se, então, que eles fizessem o Led piscar mais rápido e mais devagar. Esse desafio exigiu dos alunos um esforço maior, por estarem iniciando o contato com a plataforma Arduino, que foi vencido durante o encontro, mostrando que eles começavam a entender como usar o programa.

10º encontro – 05/11/2013

A atividade descrita a seguir não estava prevista no cronograma original, mas em função de ser um momento importante para os alunos participarem e por ser o primeiro ano desse evento, não se poderia deixar de fazê-los acompanhar as competições.

Durante a semana em que aconteceria esse encontro, eles assistiram a competição de Robótica, denominada *Robocharq*, organizada pelos professores do curso de Mecatrônica. Alguns alunos da turma de 1º ano do Ensino Médio Integrado, além de assistir, competiram com uma equipe de iniciantes, utilizando LEGOS, que estudam no componente curricular de Introdução à Mecatrônica. Alunos do 2º, 3º e 4º ano podem montar equipes participando de provas mais avançadas e com maior nível de dificuldade, construindo carros controlados pelo Arduino

ou construir seus microcontroladores. A participação neste evento deixou-os motivados para aprender mais sobre o uso do Arduino para, a partir do segundo ano, montarem suas equipes para competir.

A Figura 48 mostra uma trilha construída para a competição das equipes, que tentavam cumprir as tarefas em menor tempo.

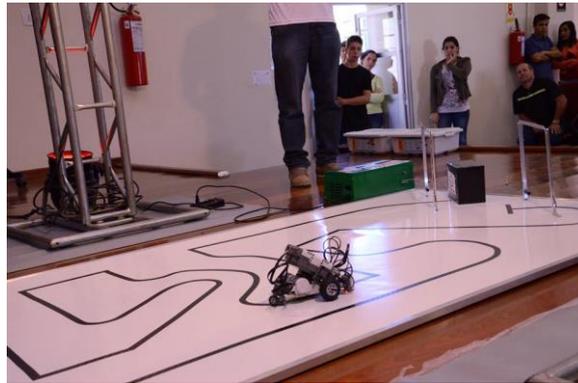


Figura 48 – 1ª Robocharq – IFSUL – Campus Charqueadas.
Fonte: Acervo fotográfico do autor.

11º encontro – 12/11/2013

Neste encontro, os alunos trabalharam com um sensor de temperatura NTC e o sensor de luminosidade LDR, para começar a pensar num projeto a ser desenvolvido pelo grupo. Utilizando mais dois sensores, eles estavam sendo preparados para começar pesquisas para elaboração de um projeto. As três semanas seguintes foram empregadas para cada grupo finalizar a apresentação do seu projeto.

Nesse terceiro experimento, com o auxílio da porta serial e do monitor serial, os alunos puderam fazer a leitura e a calibração do sensor de temperatura NTC. Observou-se que os alunos já não tinham dificuldades para realizar as ligações dos componentes na *protoboard* e na placa microcontroladora. No ajuste da programação é que existiam algumas dúvidas, sendo que às vezes a falta de algum caractere importante utilizado na nomenclatura da programação era suficiente para o programa não funcionar.

No Quadro 7, é apresentado o algoritmo para ler a variação de tensão sobre o resistor devido a variação de resistência do NTC, utilizado na programação computacional para controlar o circuito através da placa Arduino e o esquema de ligação (Figura 49), contendo a placa Arduino, a matriz de contato e os componentes.

Quadro 7 – Algoritmo para ler a variação de tensão sobre o resistor.

```
int VR= 0; // Variável inteira de leitura da tensão no resistor .
void setup(){
Serial.begin(9600);
}
void loop(){
VR = analogRead(0); // Leitura da entrada do pino A0 conectado em um dos terminais
s do resistor (os terminais do resistor devem estar conectados no pino A0 e GND)) que é
associada a variável VR.
Serial.print("VR = "); // Legenda para impressão dos dados.
Serial.println(VR); // Impressão das leituras na Janela Monitor a partir de uma representação
decimal de uma frase binária, na qual 1023 equivale a 5,0 volts e zero a 0,0 volts.
delay(1000); // Espera 1000 milisegundos (1 s) para realizar nova medida.
}
```

Fonte: Autoria própria.

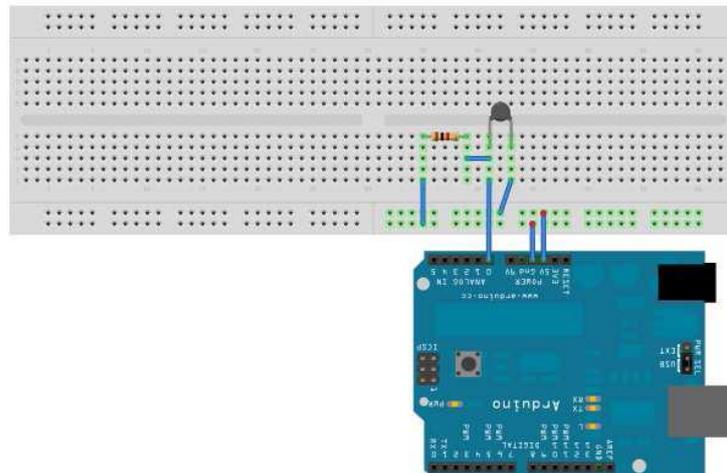


Figura 49 – Esquema de ligação sensor de temperatura.

Fonte: Autoria própria.

Com este quarto experimento, utilizando como auxílio a porta serial e o monitor serial, foi realizado pelos alunos a leitura do sensor de luminosidade LDR (*Light Dependent Resistor*), onde sua resistência elétrica com a variação da intensidade luminosa, diminuindo sua resistência elétrica com o aumento da intensidade luminosa, devendo ser ligado em série com um resistor elétrico de aproximadamente $10K\Omega$ para ficar próxima a resistência elétrica do sensor, com esquema de ligação apresentado na Figura 50.

No Quadro 8, é apresentado o algoritmo para ler a variação de tensão sobre o resistor devido a variação de resistência do LDR, utilizado na programação computacional para controlar o circuito através da placa Arduino.

Quadro 8 – Algoritmo para ler a variação de tensão sobre o resistor.

```
int VR =0; // Variável inteira de leitura da tensão no resistor.
void setup(){
  Serial.begin(9600);
}
void loop(){
  VR= analogRead(0); // Leitura da entrada do pino A0 conectado em um dos terminais do
  resistor (os terminais do resistor devem estar conectados no pino A0 e GND)) que é associada
  a variável VR.
  Serial.print("VR = "); // Legenda para impressão dos dados.
  Serial.println(VR); // Impressão das leituras na Janela Monitor a partir de uma representação
  decimal de uma frase binária, na qual 1023 equivale a 5,0 volts e zero a 0,0 volts.
  delay(500); // Espera 500 milisegundos (0,5 s) para realizar nova medida.
}
```

Fonte: Autoria própria.

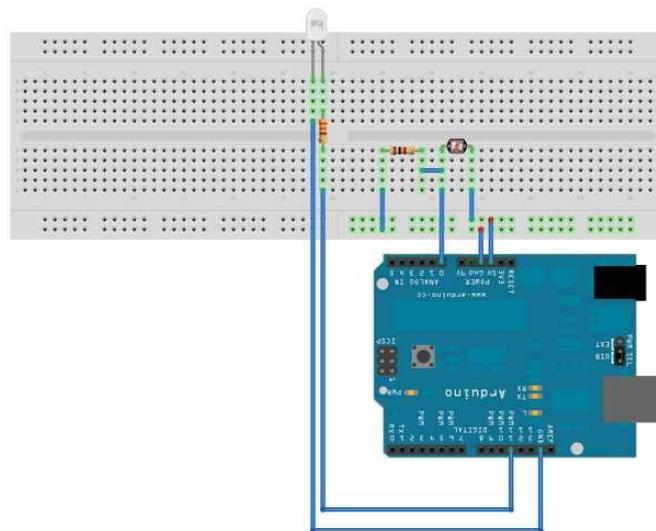


Figura 50 – Esquema de ligação sensor de luminosidade.

Fonte: Autoria própria.

Após os alunos exercitarem a montagem de circuitos utilizando a *protoboard* e a placa arduino, eles se mostravam mais confiantes e empolgados para pesquisar e construir seus projetos. Nesta calibração do sensor de temperatura e de luminosidade, eles tiveram certo trabalho em função destes sensores precisarem estar associados em série com um resistor de $10K\Omega$ (Figura 51), pois alguns grupos utilizaram resistores com menor valor de resistência elétrica, dificultando a leitura da tensão sobre o sensor.

Nas duas semanas seguintes, os alunos trabalharam nessa construção, testando alguns circuitos e as respectivas programações.

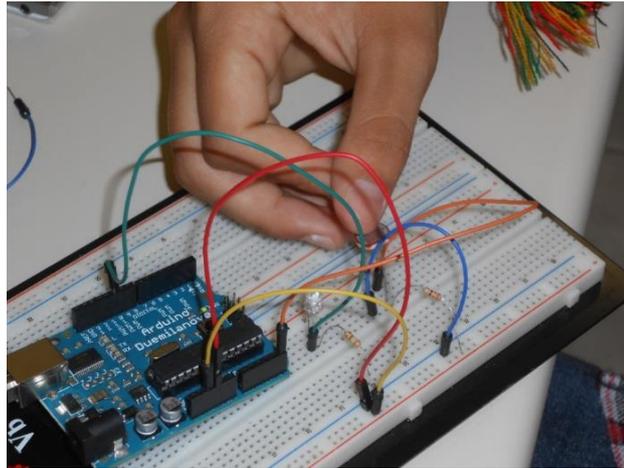


Figura 51 – Circuito com sensor de luminosidade LDR montado pelos alunos.
Fonte: Acervo fotográfico do autor.

12º encontro – 19/11/2013

Durante esse encontro, os grupos pesquisaram e organizaram seus projetos utilizando o Arduino para controlar circuitos elétricos. Pesquisaram sugestões na internet e quando tinham alguma ideia, testavam programas e tentavam montar o circuito. Durante a semana, interagiram com alunos que cursam o terceiro ano, com professores da área técnica e tirando algumas dúvidas no turno inverso, buscando ajuda principalmente na programação.

Na (Figura 52) temos um grupo alunos testando algumas ideias para o projeto. Eles já tinham instalado o programa do Arduino nos notebooks de cada grupo para poder trabalhar em outros horários e continuar fazendo testes e pesquisando.

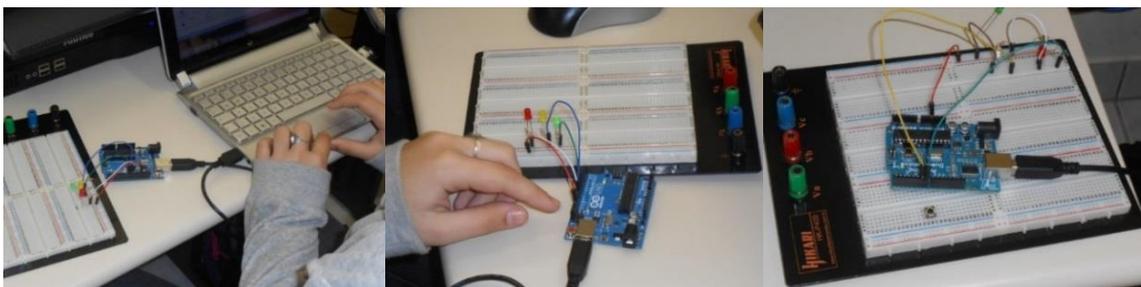


Figura 52 – Alunos testando seus projetos.
Fonte: Acervo fotográfico do autor.

13º encontro – 26/11/2013

Nesta semana, novamente os alunos continuaram trabalhando em seus projetos, pesquisando e organizando o grupo para as apresentações. Dois grupos conseguiram finalizar seus projetos e os demais os finalizaram ao longo da semana, testando seus circuitos e programação nas aulas de apoio em turno inverso.

A programação de seus projetos foi o que mais lhes deu trabalho, pois às vezes faltava um caractere ou um espaço e o programa já não funcionava, precisando ser todo revisado, para obedecer às regras de digitação dos comandos da programação. Depois de muita pesquisa e vários testes todos os grupos conseguiram solucionar os problemas com que se depararam.

14ª encontro – 03/12/2013

Tivemos que utilizar uma semana a mais do que o planejado inicialmente para a intervenção por causa da Robocharq e outra semana a mais em função dos alunos precisarem de mais tempo para organizar seus projetos, apresentados e descritos a seguir.

Projeto do Grupo A (Marcador luminoso de corrida)

O projeto realizado pelo grupo A teve como intuito apresentar uma simulação de corrida, cujo Arduino é ativado no início e no final de um percurso, acendendo duas lâmpadas LED. A ideia foi acender um LED vermelho acionando um botão 1, simulando o começo de uma corrida e acender um segundo LED amarelo (apagando o vermelho), por meio de outro botão 2, simulando o fim do percurso de um dos corredores da corrida (Figura 53). Ao término do circuito, os dois LED são apagados. Neste percurso, quando o árbitro dá o início da corrida, usando um botão, todos os juízes pressionam um botão para que o LED vermelho acenda e comece a contagem de determinado corredor. No final do percurso, quando o árbitro verifica que o corredor terminou a corrida, imediatamente ele solta o botão, o que faz acender um LED amarelo, indicando que o percurso foi concluído.

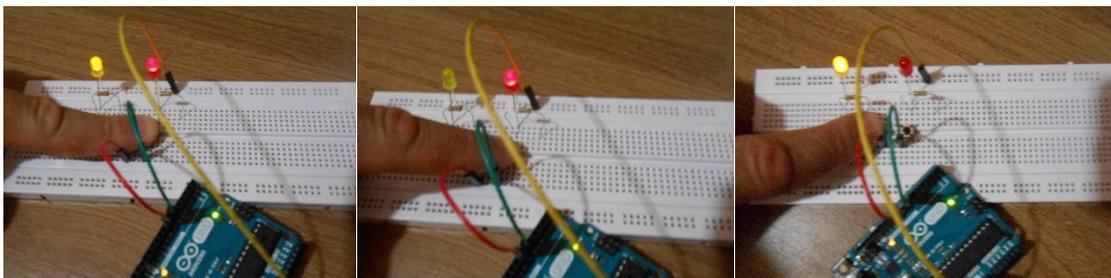


Figura 53 – Circuito com Arduino do grupo A.
Fonte: Acervo fotográfico do autor.

Projeto do Grupo B (LED mostrando luminosidade local)

Inicialmente, esse grupo pensou em fazer um protótipo que, quando o ambiente escurecesse, o LDR acenderia um LED para iluminá-lo. Como avaliaram que ficaria um projeto muito simples, pensaram em fazer o seguinte: ao escurecer acende-se o LED 1, quando há penumbra,

acende-se o LED 2 e quando há claridade acende-se o LED 3, como mostra a Figura 54. Esse grupo utilizou o conhecimento adquirido nas atividades anteriores, da ajuda do professor e de colegas de outros anos do Ensino Médio para aprender uma programação que ficou muito extensa. A execução a ser realizada com o Arduino deu bastante trabalho, mas depois de muito esforço conseguiram finalizar.

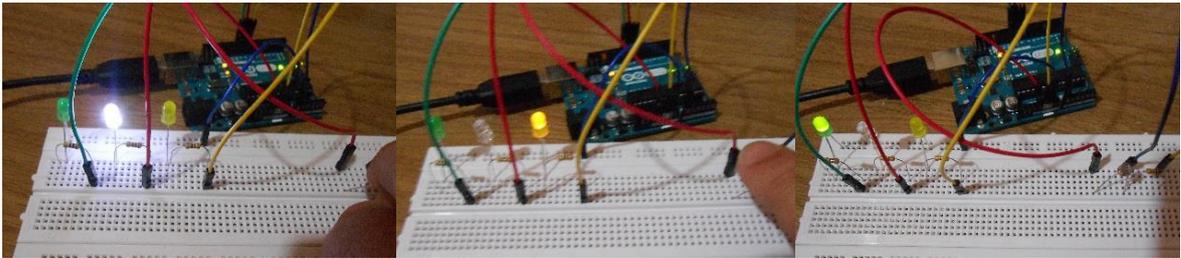


Figura 54 – Circuito com Arduino do grupo B.
Fonte: Acervo fotográfico do autor.

Projeto do Grupo C (Medidor de temperatura)

Neste trabalho, desenvolvido pelo grupo C, foi utilizado o Arduino para produzir um medidor de temperatura. Para identificar e demonstrar a diferença de temperatura próxima do sensor, eles usaram quatro LED de cores diferentes.

A programação foi realizada através das seguintes operações: em temperatura ambiente nenhum LED acende, em uma temperatura abaixo da ambiente acende o LED verde, em uma pouco acima da temperatura ambiente acende o LED amarelo, em uma temperatura elevada, próxima à temperatura do corpo humano, acende o LED vermelho, e quando a temperatura for próxima a de uma lâmpada incandescente, um LED branco pisca. Quando a temperatura volta ao normal (temperatura ambiente de 20°C) os LED vão se apagando na medida que a temperatura vai diminuindo (Figura 55).

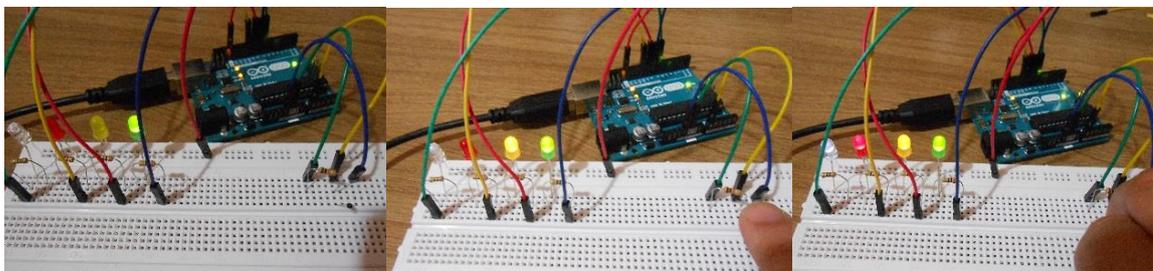


Figura 55 – Circuito com Arduino do grupo C.
Fonte: Acervo fotográfico do autor.

Projeto do Grupo D (Sirene com LED)

O grupo D construiu um projeto que consiste em reproduzir o som e os efeitos luminosos de uma sirene de um carro de polícia. A programação no Arduino dá a ordem para que os LEDs pisquem de forma alternada e o buzzer emite um som de sirene. Na Figura 56 temos o circuito construído pelos alunos.

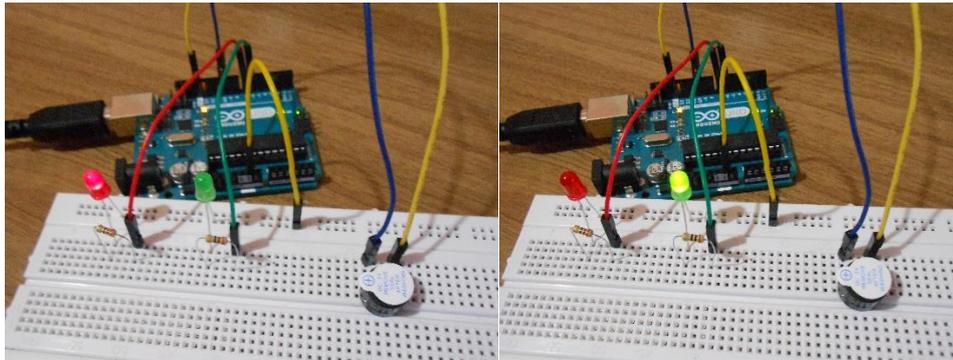


Figura 56 – Circuito com Arduino do grupo D.
Fonte: Acero fotográfico do autor.

Projeto do Grupo E (Dois semáforos)

O projeto construído pelo grupo E, consistiu em dois semáforos, em que um deles orienta a passagem de pedestres e o outro orienta a de veículos. O projeto tem por objetivo de melhorar o fluxo do trânsito em geral.

O funcionamento inicia ao clicar um botão que acende um LED de luz vermelha, de orientação para os pedestres. Esse LED (luz vermelha) fica aceso e a luz de orientação para os veículos fica verde. Após isso, a luz do semáforo amarela pisca e a luz do semáforo dos pedestres continua vermelha. Então, o semáforo dos veículos fica vermelho e o dos pedestres verde. A Figura 57 apresenta o circuito construído pelos alunos.

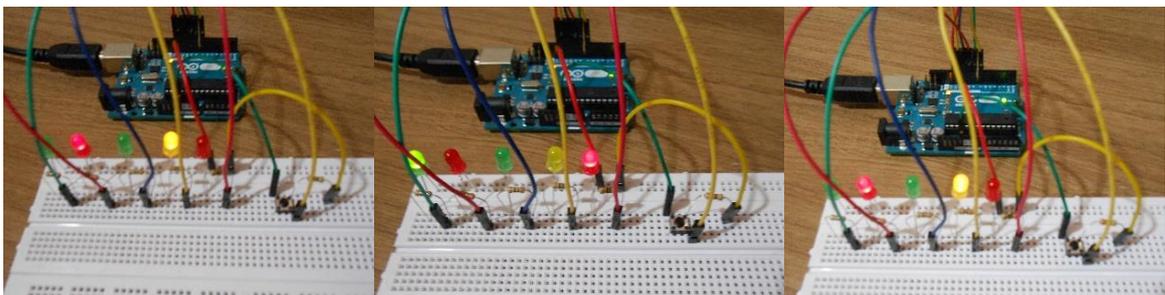


Figura 57 – Circuito com Arduino do grupo E.
Fonte: Acero fotográfico do autor.

Nessa etapa de elaboração de projetos, vimos que é importante no processo de ensino e aprendizagem, os alunos irem ajudando uns aos outros. Moreira (1999), baseado na teoria de desenvolvimento de Vygostsky, afirma que, a interação social tem como papel fundamental a captação de significados já compartilhados socialmente. Precisa-se, assim, da interação social, da troca de ideias, de modo que aquele que sabe um pouco mais ajuda aquele que sabe um pouco menos, e este que sabe um pouco menos também vai ajudar aquele que sabe um pouco mais. Na troca, todos ampliam seu conhecimento e aprendem a aceitar opiniões de outras pessoas.

Descreveu-se nesta seção o trabalho desenvolvido com os alunos utilizando-se o Arduino, em que aprofundou-se o conhecimento sobre circuitos elétricos, com a construção de projetos microcontrolados e utilizando-se a programação computacional.

Começou-se com a montagem de circuitos fazendo o LED piscar a cada instante, com LED acendendo comandado por um botão, circuitos controlados por um sensor de luminosidade LDR e circuitos comandados por sensor de temperatura NTC, sendo importante estes momentos para que os alunos adquirissem confiança e se acostumassem com os comandos utilizados na programação computacional, bem como, com a realizar as ligações entre os componentes eletrônicos e a placa Arduino.

Ficaram preparados para a construção de projetos de circuitos microcontrolados. Através de pesquisa e experimentação, os grupos foram colocando em prática suas ideias e montaram cinco (05) projetos: marcador luminoso de corridas, LED mostrando luminosidade local, medidor de temperatura, sirene com LED e Semáforo.

Na próxima seção teremos as considerações finais sobre a aplicação deste projeto, em que será apresentado os pontos positivos dessa sequência didática para a construção e aprofundamento do conhecimento sobre circuitos elétricos através da participação construtiva dos alunos.

7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de não dominar o conteúdo de programação e também de eletrônica, foi interessante e motivador, sendo professor de Física, o desafio de pensar um projeto de mestrado envolvendo o Arduino, para alunos do curso de Mecatrônica. A aplicação da Sequência Didática desenvolvida neste trabalho mostrou que é possível e produtivo, já no início do curso, período em que os estudantes têm mais contato com componentes curriculares propedêuticas do que com componentes curriculares técnicas, servindo assim de motivação para seguirem aprofundando neste conhecimento.

Para capacitar estes alunos para aproveitar ao máximo este contato inicial com o Arduino, foi necessário preparar uma boa base de conceitos subsunçores, importantes para que algo novo possa ser aprendido, servindo como âncora entre o velho e o novo conhecimento. Através dos pré-testes, conseguimos constatar que somente aulas teóricas com resolução de exercícios não são suficientes para os alunos assimilarem o conhecimento, importante para seguirem aprendendo e aprofundando o conteúdo de eletricidade.

Como professor, tive que rever e aprofundar o conhecimento que tinha sobre o assunto para poder preparar atividades que fossem produtivas para o aprendizado dos alunos. Para eles, o projeto foi interessante porque saíram de atividades expositivas sobre eletricidade, ocorridas no primeiro semestre, para atividades em que puderam testar hipóteses, fazer experiências e trocar ideias com os colegas e também com o professor. Acompanhar os alunos, aprofundando seu conhecimento, melhorando sua autoestima, conseguindo superar barreiras, se tornando cada vez mais seguros de suas decisões, foi algo fundamental para minha formação docente.

A proposta de trabalhar com as simulações PHET e com experimentos utilizando lâmpadas e aparelhos de medidas, contribuiu para os estudantes entenderem os conceitos de tensão elétrica, corrente elétrica, resistência elétrica, potência elétrica, energia elétrica e, também, as características das associações de resistores em série, paralelo e misto.

A aplicação da sequência didática mostrou que é possível tornar o ensino e a aprendizagem mais atrativa e participativa. No entanto, é importante ressaltar que não conseguimos contentar 100% dos alunos. Alguns alunos, quatro (04) num total de trinta e dois (32), não se mostraram interessados no assunto e dispostos a aprender.

A sequência didática mostrou-se adequada para facilitar a aprendizagem significativa de conceitos de eletricidade. Ao avançar no conhecimento de circuitos elétricos, partindo de simulações computacionais, os alunos do primeiro ano do Ensino Médio tiveram o primeiro contato

com a montagem de circuitos elétricos. Ao experimentar a montagem de circuitos com lâmpadas, fios e fontes de tensão, resgatou-se a teoria sobre circuitos, que deve permear a prática. Ao finalizar, propondo a construção de uma aplicação e aprofundamento sobre montagem e controle de circuitos através de um microcontrolador (placa Arduino), encerramos este trabalho, dando condições para estes jovens seguirem aprofundando cada vez mais este conhecimento em componentes curriculares da área técnica e para seguirem aprimorando e aperfeiçoando projetos futuros em Mecatrônica.

Ao longo das atividades realizadas com os alunos, evoluímos na análise de situações cotidianas, envolvendo circuitos elétricos. Através da multiplicidade de ações com simulações, experimentos e aplicação dos conceitos através do Arduino, aprofundamos o estudo da eletricidade e eletrônica.

Proporcionamos um primeiro contato dos alunos com os conceitos científicos de eletricidade básica através de simulações, assim, eles tiveram a possibilidade de interagir com o ambiente virtual de aprendizagem, com colegas e o professor.

O trabalho através de atividades experimentais, em grupo, semelhante ao que foram trabalhadas nas simulações, fortaleceu os conceitos construídos ao longo das atividades virtuais. Criar situações para que os alunos comparassem situações idealizadas com situações reais, também se mostrou importante para a formação de conceitos.

Considerando a importância da formação de conceitos através da prática, nas simulações e posteriormente com experimentos, incluindo também atividades com o Arduino, incentivamos os estudantes a utilizar a imaginação, a criatividade e fortalecer a relação com um ambiente de aprendizagem novo, que é a informática, utilizada no ambiente escolar com fins didáticos, em situações que antes eram trabalhadas somente com giz e quadro.

Através da montagem de circuitos microcontrolados, os alunos foram evoluindo na aprendizagem de conceitos de eletricidade, de eletrônica e programação computacional, auxiliados pela interação social, partindo de problematizações em que os conhecimentos prévios foram identificados, permitindo a ação de ensino na zona de desenvolvimento proximal (VYGOTSKY *apud* MOREIRA, 1999).

A sequência didática foi estruturada para permitir que os alunos construíssem uma base conceitual em eletricidade, permitindo que evoluíssem nesta construção e aprofundassem na análise de circuitos elétricos através do desafio de compreender as relações entre as grandezas físicas envolvidas.

A aplicação destes conceitos assimilados, através de projetos estudados e preparados pelos alunos dá um sentido maior para o estudo da eletricidade, especialmente por cursarem

Mecatrônica. O desafio de criar projetos usando o Arduíno, incentivou-os a aprofundar no conhecimento de circuitos elétricos e a entender as características das associações envolvidas, permitindo também que construíssem projetos para facilitar a vida cotidiana.

Os alunos participaram de todas atividades propostas e estavam sempre motivados para as aulas. Foi importante variar as atividades, pois quando já sabiam construir circuitos no simulador computacional, começaram a montar circuitos elétricos com lâmpadas e, depois de bem discutidas as características das associações de resistores, começaram a aprofundar o estudo com a montagem de circuitos com o Arduino, permitindo uma evolução na construção de conceitos sem tornar monótonas as aulas.

Considera-se importante aprofundar esta análise envolvendo simulações computacionais, experimentos com lâmpadas e montagem de circuitos com um microcontrolador Arduino em outras turmas e escolas, comparando resultados e melhorando esta proposta de sequência didática sobre conceitos de eletricidade que são, em sua maioria, difíceis de assimilar, pois somente se consegue visualizar seus efeitos em uma situação real.

8 – REFERÊNCIAS

ARDUINO. **Arduino**. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/>>. Acessado em: 02 fev. 2013, 18:20:30.

BARBOSA, J. O. DE PAULO, S. R. RINALDI, S. Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no ensino médio. Cuiabá, MT. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.16, n. 1, p. 105-122, abr. 1999.

BRASIL. Senado Federal. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Nº 9394/96. Brasília, 1996.

BRASIL. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. v. 2, 2006, 135p.

BUCHWEITZ, B. GRAVINA, M. H. Mudanças nas concepções alternativas de estudantes relacionadas com eletricidade. UFRGS, FURG, RS, BRASIL. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 16, nº 1-4, 1994.

CARVALHO, J. C. N. J. **Física e matemática – uma abordagem construcionista. Ensino e Aprendizagem de Cinemática e Funções com auxílio do computador** (Dissertação de Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2008.

CHEVALLARD, Y. **Lá Transposición Didáctica – Del saber sábio al saber enseñado**. Psicología cognitiva y educación. Aique: Tercera edición, 1998.

COLORADO, University. **PhET Interactive Simulations**. Disponível em: <http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/translated/pt>. Acessado em 02 fev. 2013, 14:20:30.

DORNELES, P. F. T.; MOREIRA, M.; A. VEIT, E. A. **Investigação de ganhos na aprendizagem de conceitos físicos envolvidos em circuitos elétricos por usuários da ferramenta computacional *Modellus*** (Dissertação de Mestrado em Ensino de Física). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto alegre. 2005.

DORNELES, P. F. T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade. Parte I – Circuitos elétricos simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 487-496, 2006.

FLICK, U. **Desenho da pesquisa qualitativa**. São Paulo: Artmed, 2009.

FRITZING. **Fritzing eletrônico made easy**. Disponível em: <<http://fritzing.org/home/>>. Acessado em: 07 jul. 2013, 16:30:30.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Pedagógica e Universitária LTDA, 1999.

MOREIRA, M. A. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Universidade de Brasília, 2006.

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.

OLIVEIRA, D. S. ALVES, K. SPADINI, L. M. WATANABE, A. T. Y. Desvendando a eletricidade no ensino médio – Uma proposta para incentivar o ingresso no ensino superior. **XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Centro de ciências Tecnológicas. Universidade do Estado de Santa Catarina. Joinville, SC, 2011.

PORTO, E.; SIMÕES, R.; MOREIRA, W. W. **Análise do Conteúdo: Técnica de elaboração e análise de unidades de significado**. RBCM: v. 13. n. 4. P. 107-114. 2005.

ROBOCORE. **Arduino Kit Iniciante**. 6ed. São Caetano do Sul: ROBOCORE®, 2013.

SOUZA, A. R.; PAIXÃO, A. C.; UZÊDA, D. D.; DIAS, M. A.; DUARTE, S.; AMORIM, H. S. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, 2011.

TOTI, F. A. PERSON, A. H. C. **Elementos para uma aproximação entre a Física no Ensino Médio e o cotidiano de trabalho de estudantes trabalhadores**. Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal de São Carlos. Investigações em Ensino de Ciências. v. 15(3): p. 527-552, 2010.

VYGOTSKY, I. S. **A Formação Social da Mente**. Martins Fontes: São Paulo SP, 1989.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem – O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** Martins Fontes, São Paulo-SP, 2008.

WRASSE, A. SANTOS, R. TONEL, A. P. KAKUNO, E. M. DORNELES, P. Carrinho automatizado com recurso facilitador na construção e interpretação de gráficos da cinemática. Universidade Federal do Pampa. **XX Simpósio Nacional de Ensino de Física. SNEF.** São Paulo. 2013.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE A – PRÉ-TESTE 1

TENSÃO, CORRENTE E RESISTÊNCIA ELÉTRICA NUM CIRCUITO SIMPLES

01. Dos objetos relacionados abaixo, quais são os necessários para acender uma lâmpada?

- Fio condutor
- Tomada ou pilha
- Resistência
- Interruptor
- Lâmpada
- Capacitor
- Diodo

02. Você poderia explicar:

- a) Qual a função de cada um dos objetos escolhido?
- b) Como funciona este circuito?

03. (a) Explique porque a lâmpada acende. (b) A corrente elétrica em (1) é maior, menor ou igual a corrente elétrica em (2)?

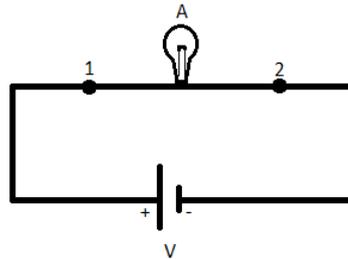


Figura 1 – Circuito elétrico simples.
Fonte: Encontrada em Buchweitz e Gravina (1994).

04. No seguinte circuito, a chave interruptora está inicialmente aberta. Existe diferença de potencial entre os pontos (a) e (b) ou não?

- a. I) Entre (c) e (d)?
- b. II) Entre (e) e (f)?

Se fecharmos a chave, existe diferença de potencial entre (a) e (b)?

- c. E entre (c) e (d)?
- d. E entre (e) e (f)?

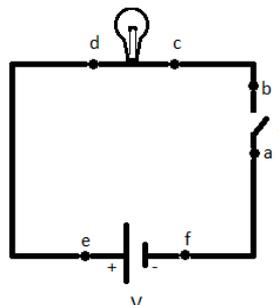


Figura 2 – Circuito elétrico simples com chave.
Fonte: Encontrada em Buchweitz e Gravina (1994).

05. Observe, agora, a figura abaixo. Nela temos duas lâmpadas idênticas L_1 e L_2 .

- a) Ao fecharmos o interruptor (S), qual lâmpada irá brilhar primeiro? Ou as duas brilharão ao mesmo tempo?
- b) Qual das lâmpadas brilhará mais? Ou as lâmpadas terão o mesmo brilho? Por quê?

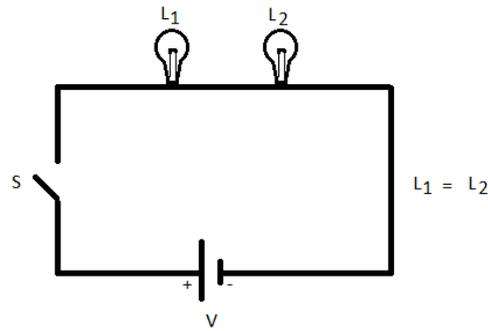


Figura 3 – Circuito elétrico com duas lâmpadas em série.
 Fonte: Encontrada em Barbosa, De Paulo e Rinaldi (1999).

06. Um resistor ôhmico com uma resistência elétrica R é alimentado por uma fonte de tensão variável, que acaba fornecendo 1,5V, 3,0V, 4,5V e 6,0V. Analisando os gráficos abaixo, qual representa melhor esta situação?

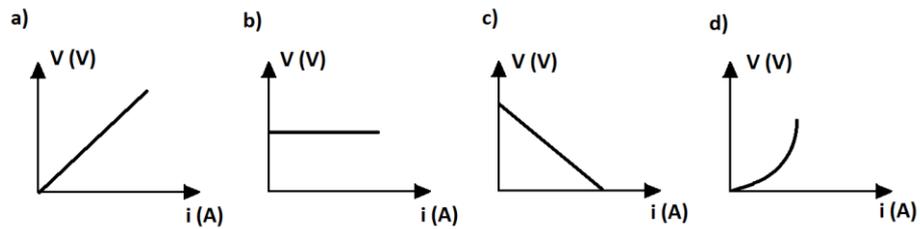


Figura 4 – Gráficos tensão x corrente.
 Fonte: Autoria própria.

07. Uma lâmpada de 60W de potência fica ligada a uma rede elétrica durante um minuto. Qual gráfico representa a potência elétrica e a energia elétrica neste intervalo de tempo?

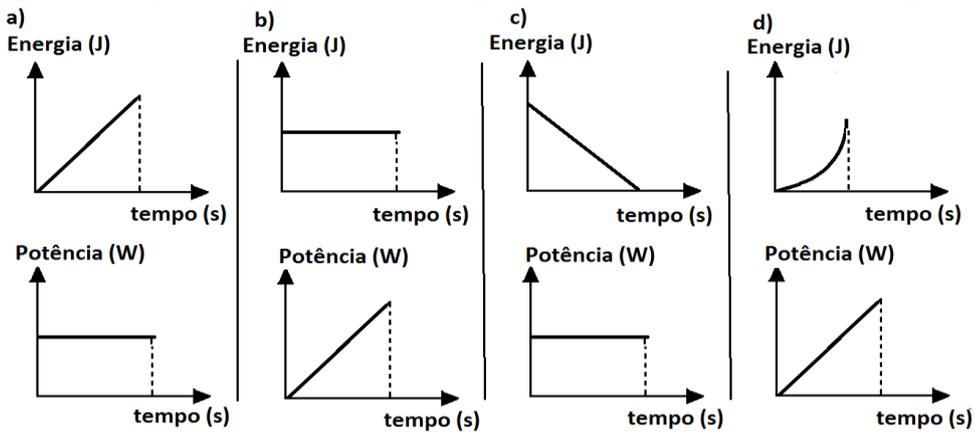


Figura 5 – Gráficos energia x tempo e potência x tempo.
 Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE B – PRÉ-TESTE 2

TENSÃO, CORRENTE E RESISTÊNCIA ELÉTRICA EM CIRCUITOS SÉRIE, PARALELO E MISTO.

01. Na figura seguinte, temos um circuito onde a potência da lâmpada (L_1) é menor que o a da lâmpada (L_2).

a) Ao fecharmos o circuito (interruptor S), qual lâmpada brilhará mais? Ou o brilho das lâmpadas será igual?

b) Por quê?

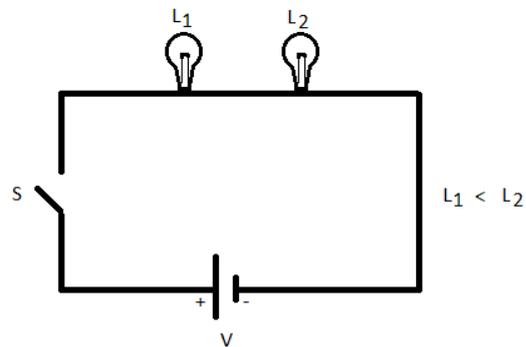


Figura 1 – Circuito elétrico com duas lâmpadas em série.
Fonte: Encontrada em Barbosa, De Paulo e Rinaldi (1999).

02. Vamos agora ligar as lâmpadas de outra maneira (veja a figura):

a) Se o interruptor (S) estiver aberto, alguma das lâmpadas estará acesa?

b) Por quê?

c) Ao fecharmos o interruptor (S), como será o brilho das lâmpadas?

d) Por quê?

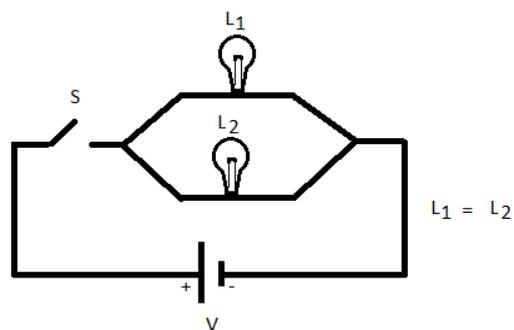


Figura 2 – Circuito elétrico com duas lâmpadas em paralelo.
Fonte: Encontrada em Barbosa, De Paulo e Rinaldi (1999).

03. Responda à questão anterior se a lâmpada (L_1) for menor (em potência) que a lâmpada (L_2).

04. Veja o circuito abaixo:

a) Como irão brilhar as lâmpadas?

b) Por quê?

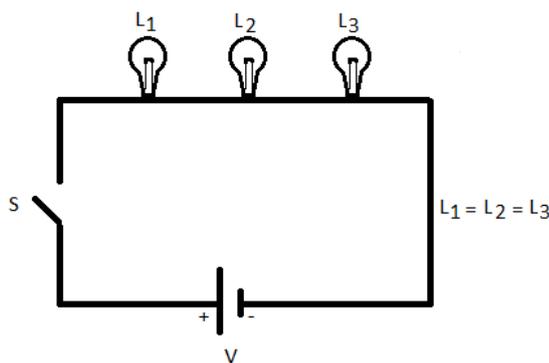


Figura 3 – Circuito elétrico com três lâmpadas em série.
Fonte: Encontrada em Barbosa, De Paulo e Rinaldi (1999).

05. Veja agora este circuito:

- Com o interruptor (S) aberto, alguma lâmpada está acesa?
- Por quê?
- Ao fecharmos o interruptor (S), como será o brilho das lâmpadas?
- Por quê?

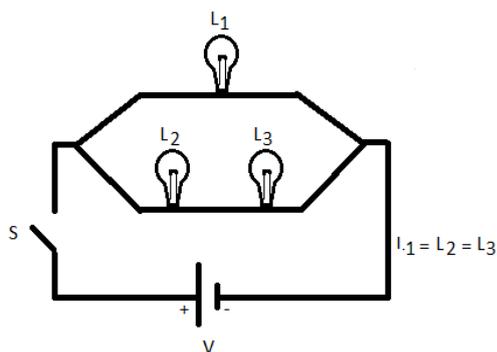


Figura 4 – Circuito misto com três lâmpadas.
Fonte: Encontrada em Barbosa, De Paulo e Rinaldi (1999).

06. No circuito abaixo, colocamos entre as lâmpadas (A) e (B) um resistor de resistência (R).

- As lâmpadas (A) e (B) brilham iguais ou diferentes?
- A lâmpada (A) neste circuito, brilha mais, menos ou igual ao que brilhava no circuito da questão (04)?

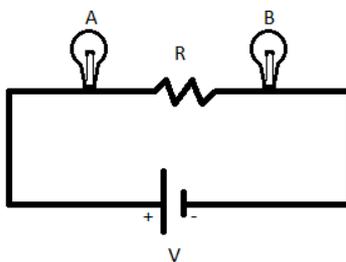


Figura 5 – Circuito elétrico com lâmpadas e resistor em série.
Fonte: Encontrada em Buchweitz e Gravina (1994).

07. No seguinte circuito as lâmpadas (A) e (B) brilham com intensidade igual ou diferente?

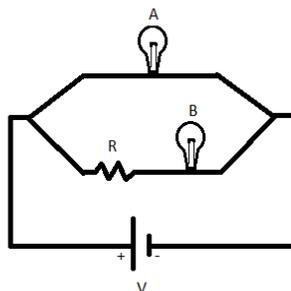


Figura 6 – Circuito elétrico misto com duas lâmpadas e um resistor.
Fonte: Encontrada em Buchweitz e Gravina (1994).

08. No seguinte circuito, a chave interruptora (S) está inicialmente aberta.
- A lâmpada (A) brilha ou não? E a lâmpada (B)?
 - Ao fecharmos a chave (S), o brilho da lâmpada (B) se altera ou não?

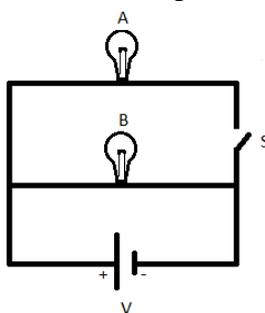


Figura 7 – Circuito elétrico com lâmpadas em paralelo.
Fonte: Encontrada em Buchweitz e Gravina (1994).

09. No seguinte circuito, compare o brilho das lâmpadas (A), (B), (C) e (D).

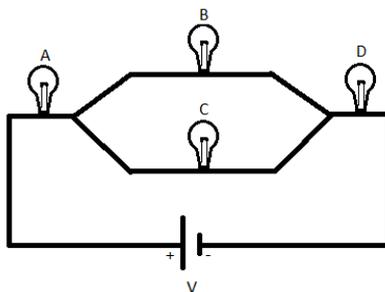


Figura 8 – Circuito elétrico misto com quatro lâmpadas.
Fonte: Encontrada em Buchweitz e Gravina (1994).

10. Se retirarmos a lâmpada (C), sem colocarmos nada em seu lugar, o brilho da lâmpada (A) se altera ou não?

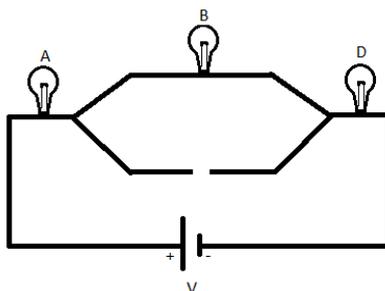


Figura 9 – Circuito elétrico da (Figura 8) sem a lâmpada C.
Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE C – ATIVIDADES COM SIMULAÇÃO

ATIVIDADE COM SIMULAÇÃO 01:

EQUIPAMENTOS:

- Lâmpadas, fios condutores, interruptor e baterias.

ATIVIDADES:

1. Monte um circuito simples, utilizando uma bateria de 12 V de tensão e uma lâmpada com uma resistência de $10,0 \Omega$. Qual o valor de corrente elétrica encontrada? A corrente elétrica em (1) é maior, menor ou igual a corrente elétrica em (2)?

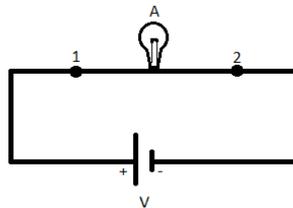


Figura 1 – Circuito elétrico simples com uma lâmpada.
Fonte: Encontrada em Buchweitz e Gravina (1994).

2. Monte um circuito simples, utilizando uma bateria de 9 V e uma lâmpada com uma resistência $5,0 \Omega$. Estando a chave interruptora inicialmente aberta, existe diferença de potencial entre os pontos (a) e (b) ou não?

a) Entre (c) e (d)?

b) Entre (e) e (f)?

Se fecharmos a chave, existe diferença de potencial entre (a) e (b)?

d) E entre (c) e (d)?

e) E entre (e) e (f)?

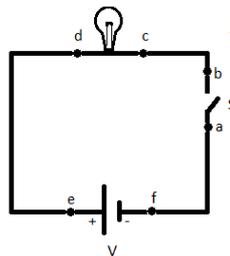


Figura 2 – Circuito elétrico simples aberto, com uma lâmpada.
Fonte: Encontrada em Buchweitz e Gravina (1994).

3. Monte um circuito conforme a figura 10, sendo a tensão da fonte de 6 V e a resistência das lâmpadas de 6Ω cada. Sendo estas lâmpadas idênticas, ao fecharmos o interruptor (S), qual lâmpada irá brilhar primeiro? Ou as duas brilharão ao mesmo tempo? Qual das lâmpadas brilhará mais? Ou as lâmpadas terão o mesmo brilho? Justifique suas respostas.

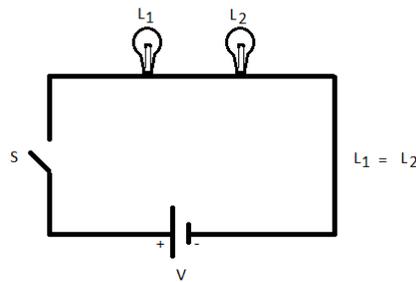


Figura 3 – Circuito de duas lâmpadas em série, com o circuito aberto.
Fonte: Encontrada em Barbosa, De Paulo e Rinaldi (1999).

4. Monte um circuito conforme a figura 10, sendo a tensão da fonte de 6 V e a resistência das lâmpadas de 6 Ω e 12 Ω , respectivamente. Sendo estas lâmpadas de potências diferentes, ao fecharmos o interruptor (S), qual lâmpada irá brilhar primeiro? Ou as duas brilharão ao mesmo tempo? Qual das lâmpadas brilhará mais? Ou as lâmpadas terão o mesmo brilho? Justifique suas respostas.
5. Se ligarmos as lâmpadas da atividade anterior, isoladamente à fonte de tensão de 6 V, qual delas terá o maior brilho? Compare este resultado com o resultado obtido na atividade anterior e justifique fisicamente.

ATIVIDADE COM SIMULAÇÃO 02:

EQUIPAMENTOS:

- Uma lâmpada, fios condutores, interruptor e baterias.

ATIVIDADES:

1. Monte um circuito simples, utilizando uma pilha de 1,5 V de tensão e uma lâmpada com uma resistência de 10,0 Ω . Qual o valor de corrente elétrica encontrada? Utilize o amperímetro para medir o valor da corrente elétrica. Calcular a Potência desta lâmpada e a Energia elétrica por ela dissipada após 10 segundos de funcionamento.
2. Se colocarmos duas pilhas de 1,5 V cada, em série, alimentando este circuito, o que acontecerá com o brilho da lâmpada? Qual é o novo valor para a corrente elétrica? Calcular a Potência desta lâmpada e a Energia elétrica por ela dissipada após 10 segundos de funcionamento.
3. Se colocarmos três pilhas de 1,5 V cada, em série, alimentando este circuito, o que acontecerá com o brilho da lâmpada? Qual será o novo valor da corrente elétrica? Calcular a Potência desta lâmpada e a Energia elétrica por ela dissipada após 10 segundos de funcionamento.
4. Se colocarmos agora quatro pilhas de 1,5 V cada, em série, alimentando este circuito, o que acontecerá com o brilho da lâmpada? Qual será o novo valor da corrente elétrica? Calcular a

Potência desta lâmpada e a Energia elétrica por ela dissipada após 10 segundos de funcionamento

5. Faça o mesmo procedimento para uma lâmpada com uma resistência de $20,0\Omega$ e depois para outra lâmpada com resistência de $30,0\Omega$. Compare o que aconteceu com a Potência da lâmpada e com a Energia dissipada por ela nas quatro atividades iniciais.

ATIVIDADE COM SIMULAÇÃO 3:

EQUIPAMENTOS:

- Uma lâmpada, fios condutores, interruptor e baterias

ATIVIDADES:

1. No circuito abaixo, a lâmpada têm uma resistência de $20\ \Omega$ e vai ser ligada a uma fonte de tensão de $12,0\ \text{V}$. (Compare os valores medidos com os valores calculados)

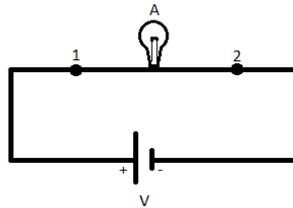


Figura 1 – Uma lâmpada num circuito com uma bateria.
Fonte: Encontrada em Buchweitz e Gravina (1994).

- a) Qual será a corrente elétrica deste circuito? Qual será a Potência desta lâmpada e a Energia consumida por ela após 10s?
 - b) Se colocarmos no ponto 1 outra lâmpada idêntica, qual será a corrente elétrica do circuito? Qual será a tensão sobre cada lâmpada? Qual será a potência de cada lâmpada e a energia consumida por cada lâmpada e pelo circuito todo ao fim de 10s?
 - c) Se colocarmos uma terceira lâmpada no ponto 2, em série com as outras duas, qual será a corrente elétrica do circuito? Qual será a tensão sobre cada lâmpada? Qual será a potência de cada lâmpada e a energia consumida por cada uma e pelo circuito todo após 10s?
2. Observe, agora, a figura abaixo. Nela temos duas lâmpadas idênticas L_1 e L_2 . Ao fecharmos o interruptor (S), qual lâmpada irá brilhar primeiro? Ou as duas brilharão ao mesmo tempo? Qual das lâmpadas brilhará mais? Ou as lâmpadas terão o mesmo brilho? Por quê? Se L_1 tiver maior resistência que L_2 , qual brilhará mais?

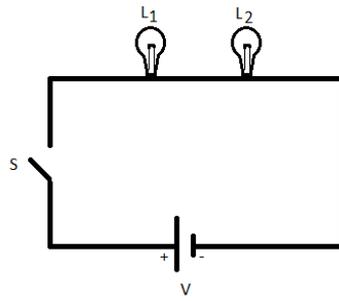


Figura 2 – Duas lâmpadas associadas em série num circuito com uma bateria e um interruptor.
Fonte: Encontrada em Buchweitz e Gravina (1994).

3. Observe, agora, a figura abaixo. Nela temos duas lâmpadas idênticas L_1 e L_2 . Ao fecharmos o interruptor (S), qual lâmpada irá brilhar primeiro? Ou as duas brilharão ao mesmo tempo? Qual das lâmpadas brilhará mais? Ou as lâmpadas terão o mesmo brilho? Por quê? Se L_1 tiver maior resistência que L_2 , qual brilhará mais?

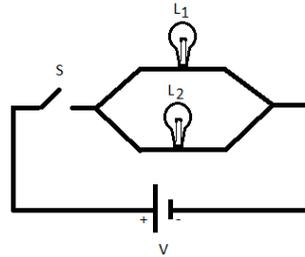


Figura 3 – Duas lâmpadas associadas em paralelo num circuito com uma bateria e um interruptor.
Fonte: Encontrada em Barbosa, De Paulo e Rinaldi (1999).

4. Aplique uma tensão elétrica de 9,0 V neste circuito abaixo, onde L_1 tem uma resistência elétrica de 30Ω e L_2 também tem uma resistência elétrica de 30Ω . Determine: (compare os valores medidos com os valores calculados)

- a corrente total do circuito;
- a corrente em cada lâmpada;
- a queda de tensão sobre cada lâmpada;

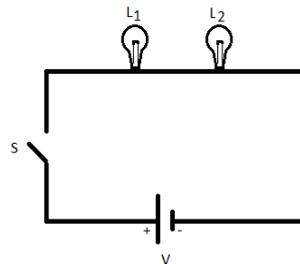


Figura 4 – Duas lâmpadas associadas em série num circuito com uma bateria e um interruptor
Fonte: Encontrada em Buchweitz e Gravina (1994).

5. Aplique uma tensão elétrica de 9,0 V neste circuito abaixo, onde L_1 tem uma resistência elétrica de 30Ω e L_2 também tem uma resistência elétrica de 30Ω . Determine:

- a corrente total do circuito;
- a corrente em cada lâmpada;
- a queda de tensão sobre cada lâmpada;

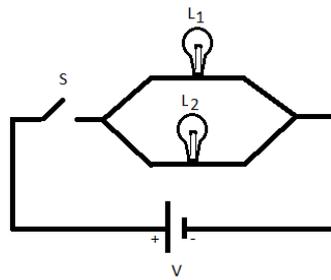


Figura 5 – Duas lâmpadas associadas em paralelo num circuito com uma bateria e um interruptor.
Fonte: Encontrada em Buchweitz e Gravina (1994).

ATIVIDADE COM SIMULAÇÃO 4:

EQUIPAMENTOS:

- Lâmpadas, fios condutores, interruptores e baterias

ATIVIDADES:

01. À medida que fomos acrescentando lâmpadas de mesma Resistência elétrica $R=3,0\Omega$, mesma Potência, ao circuito simples, transformando-o numa associação de resistores em série, responda:

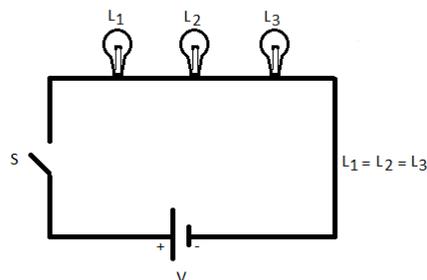


Figura 1 – Três lâmpadas colocadas uma a uma e formando uma associação em série com bateria e interruptor.
Fonte: Encontrada em Barbosa, De Paulo e Rinaldi (1999).

- Como irão brilhar as lâmpadas? Por quê?
- O que acontece com a corrente elétrica do circuito?
- E a tensão sobre cada lâmpada modifica?
- O que acontece com a Potência total dissipada?
- E a Energia consumida modifica com o aumento de resistores?

02. Se colocarmos três lâmpadas de Potências diferentes, com Resistências $R_1=3\Omega$, $R_2=6\Omega$ e $R_3=9\Omega$, associadas em série, ligados a uma fonte de 12V de tensão, qual terá maior brilho, por quê?

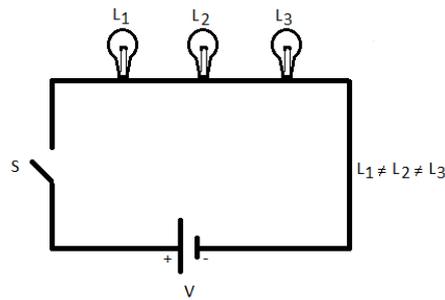


Figura 2 – Circuito de três lâmpadas de potências diferentes associadas em série.
Fonte: Encontrada em Barbosa, De Paulo e Rinaldi (1999).

- Qual é o valor da corrente elétrica que circula em cada lâmpada?
- Qual é o valor da tensão elétrica sobre cada lâmpada?
- Qual é o valor da Potência dissipada por cada lâmpada?
- Qual lâmpada consumirá mais energia a cada instante?

03. Acrescentando-se lâmpadas em paralelo num circuito simples, responda as seguintes questões.

- O que acontecerá com o brilho das mesmas?
- A Corrente elétrica de cada lâmpada sofrerá alteração?
- A tensão em cada lâmpada altera seu valor?
- O que acontece com a corrente total neste circuito?
- O que acontece com a Potência dissipada pelo circuito?
- O que acontece com a energia elétrica consumida a cada instante?

04. Associe em paralelo três lâmpadas com Potências diferentes, sendo suas Resistências Elétricas $R_1=30\Omega$, $R_2=60\Omega$ e $R_3=90\Omega$, ligadas a uma fonte de tensão de $V=12V$, responda:

- Qual destas lâmpadas terá maior brilho? Por quê?
- Qual o valor da corrente elétrica que circula por cada lâmpada?
- Qual o valor da tensão elétrica sobre cada lâmpada?
- Qual lâmpada possui maior Potência elétrica?
- Qual lâmpada consumirá maior quantidade de energia a cada instante?

05. Analise o circuito misto abaixo:

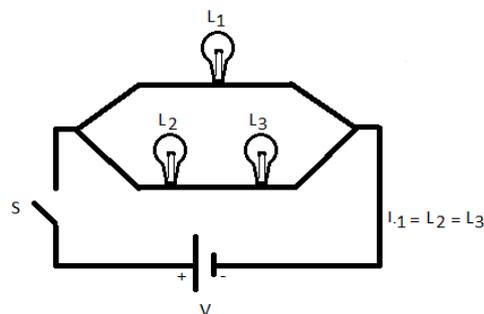


Figura 3 – Três lâmpadas numa associação mista.
Fonte: Encontrada em Barbosa, De Paulo e Rinaldi (1999).

- Ao fecharmos o interruptor (S), como será o brilho das lâmpadas? Por quê?
- Qual o valor da Corrente Elétrica que circula por cada lâmpada?
- Qual o valor da Tensão Elétrica sobre cada lâmpada?

- d) Qual o valor da Potência dissipada por cada lâmpada?
- e) Qual destas lâmpadas consomem mais Energia a cada instante?

06. No seguinte circuito, compare o brilho das lâmpadas (A), (B), (C) e (D), sendo de mesma Potência.

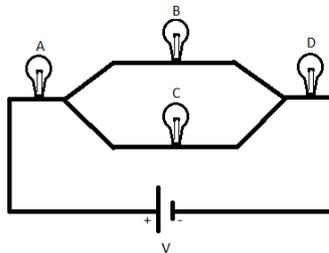


Figura 4 – Quatro lâmpadas numa associação mista.
Fonte: Encontrado em Buchweitz e Gravina (1994).

- d) Qual destas lâmpadas terá maior brilho? Por quê?
- e) Qual destas lâmpadas consumirá maior quantidade de energia a cada instante?

07. Se retirarmos a lâmpada (C), o que acontecerá com o brilho da lâmpada (A)? Explique.

APÊNDICE D – ATIVIDADES COM EXPERIMENTOS

ATIVIDADE COM EXPERIMENTO 1:

Equipamentos:

- Lâmpadas - Fios condutores - Resistores - Fonte – instrumentos de medidas elétricas

Atividades:

01. Medir a resistência elétrica do resistor e aplicar tensões de 1,5 V, 3,0 V, 4,5 V e 6,0 V, medindo as respectivas correntes elétricas que circulam em cada caso. Aplicando a expressão ($V=i.R$), determinar a resistência elétrica para cada tensão aplicada.

V(V)				
I(A)				
R(Ω)				

Os valores encontrados para a resistência elétrica foram iguais ao valor medido diretamente com o ohmímetro?

Construa um gráfico, tensão x corrente, para este Resistor.

02. Medir a resistência elétrica de uma lâmpada de enfeites natalinos e aplicar tensões de 1,5 V, 3,0 V, 4,5 V e 6,0 V nele, medindo as respectivas correntes elétricas que circulam em cada caso. Aplicando a expressão ($V=i.R$), determinar a resistência elétrica para cada tensão aplicada.

V(V)				
I(A)				
R(Ω)				

Os valores encontrados para a resistência elétrica foram iguais ao valor medido diretamente com o ohmímetro?

Construa um gráfico, tensão x corrente, para o resistor desta lâmpada.

ATIVIDADE COM EXPERIMENTO 2:

Nesse momento o objetivo é verificar o comportamento das lâmpadas num circuito em série e num circuito em paralelo, à medida que formos adicionando lâmpadas ao circuito, mantendo-se a tensão aplicada constante.

Equipamentos:

- Lâmpadas - Fios condutores - Fonte – Instrumentos de medida

Atividades:

01. Aplicar uma tensão elétrica de 9,0V numa lâmpada, acrescente ao circuito uma lâmpada em série e analise o brilho delas. Após, acrescente outra lâmpada em série, analisando o brilho delas.

O que acontece com o brilho das lâmpadas? Justifique fisicamente sua resposta

02. Aplicar uma tensão elétrica de 9,0V numa lâmpada, acrescente ao circuito uma lâmpada em paralelo e analise o brilho delas. Após acrescente outra lâmpada em paralelo, analisando o brilho delas.

O que acontece com o brilho das lâmpadas? Justifique fisicamente sua resposta

03. Aplicar uma tensão de 9,0V num circuito semelhante ao esquematizado na (Figura 45), qual das lâmpadas brilhará mais?

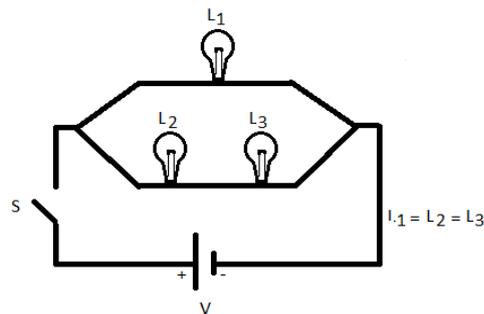


Figura 01 – Circuito elétrico misto com três lâmpadas.
Fonte: Encontrada em Barbosa, De Paulo e Rinaldi (1999).

ATIVIDADE COM EXPERIMENTO 3:

Vamos agora verificar o comportamento das lâmpadas num circuito em série, num circuito em paralelo e em associações mistas, à medida que formos adicionando lâmpadas ao circuito, mantendo-se a tensão aplicada constante.

Equipamentos:

- Lâmpadas - Fios condutores - Fonte – Instrumentos de medidas elétricas

Atividades:

01. Aplicar uma tensão de 9,0V num circuito semelhante ao esquematizado na (Figura 46), qual das lâmpadas brilhará mais? Justifique fisicamente sua resposta.

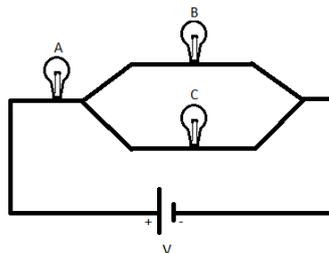


Figura 01 – Quatro lâmpadas associadas de forma mista.
Fonte: Encontrada em Buchweitz e Gravina (1994).

O que acontece com o brilho das lâmpadas se retirarmos a lâmpada C? Justifique fisicamente sua resposta

02. Aplicar uma tensão elétrica de 9,0V no circuito esquematizado na (Figura 47) abaixo, com as lâmpadas A, B e C, qual das lâmpadas brilhará mais? Se acrescentarmos ao circuito uma lâmpada D, em paralelo com B e C, o que acontecerá com o brilho da lâmpada A? Justifique fisicamente sua resposta.

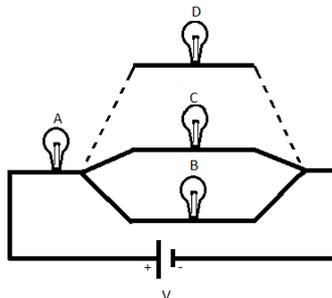


Figura 02 – Lâmpadas associadas de forma mista.
Fonte: Encontrada em Buchweitz e Gravina (1994).

03. Aplicar uma tensão de 9,0V num circuito semelhante ao esquematizado na (Figura 48), qual das lâmpadas brilhará mais? E se retirarmos do circuito a lâmpada C, o que acontecerá com o brilho das lâmpadas? Justifique fisicamente sua resposta.

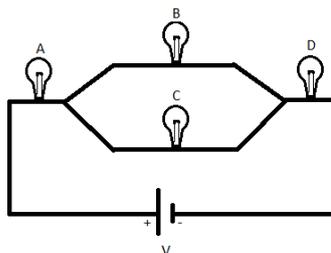


Figura 03 – Quatro lâmpadas associadas de forma mista.
Fonte: Encontrada em Buchweitz e Gravina (1994).

ANEXO A – RESPOSTAS DO PRÉ-TESTE 1

Quadro 1 – Resposta da questão 02 (a).

Aluno A₁	<i>O fio condutor serve para conduzir a energia que irá passar, a lâmpada que é usada para fornecer a energia, a pilha para dar energia ao circuito.</i>
Aluno D₁	<i>A bateria aumenta a tensão num circuito, o fio condutor conduz carga elétrica e a lâmpada acende.</i>
Aluno E₁	<i>A bateria serve para fornecer energia, a lâmpada é o objeto para qual está sendo fornecida a energia e o fio é o que está conduzindo a energia neste percurso.</i>
Aluno F₁	<i>Suporte para ter onde deixar a lâmpada, lâmpada para dar iluminação e pilha para gerar a corrente para ligar o interruptor.</i>
Aluno G₁	<i>A bateria é fonte de energia, o fio conduz a energia até a lâmpada e a lâmpada liga e recebe a energia da bateria.</i>
Aluno I₁	<i>A bateria acende a lâmpada e o fio conduz a energia e liga a lâmpada.</i>
Aluno A₂	<i>A resistência é o quanto de corrente passa pela tensão, o interruptor serve para ligar e desligar o circuito, a bateria serve para dar a carga para a lâmpada acender e o fio serve para conduzir os elétrons que passa para produzir energia.</i>
Aluno C₂	<i>A lâmpada iluminar, o fio condutor transmitir corrente até a lâmpada e a pilha liberar a corrente para o fio.</i>
Aluno J₁	<i>A lâmpada é o que vai acender, o fio conduz a corrente e a bateria da força a corrente.</i>
Aluno C₁	<i>A pilha fornece energia ao circuito, o fio condutor conduz a energia até a lâmpada para acender e a lâmpada recebe esta energia e transforma em luz.</i>
Aluno B₂	<i>A pilha pra produzir energia, o fio para conduzir a energia até a lâmpada, a lâmpada transforma a energia em luz e o interruptor liga e desliga a passagem da energia até a lâmpada.</i>
Aluno F₂	<i>A bateria fornece energia necessária para acender a lâmpada, o fio condutor conduz a energia necessária para acender a lâmpada e o interruptor serve para acender ou desligar a lâmpada.</i>
Aluno I₂	<i>O fio serve para conduzir a energia liberada pela bateria, ele o conduz até a lâmpada, que produz o brilho.</i>
Aluno D₂	<i>A lâmpada gera energia, o interruptor liga e desliga o circuito quando quiser, o fio condutor leva a corrente até a lâmpada e liga o circuito e a pilha alimenta a lâmpada.</i>
Aluno K₁, O₁ e P₁	<i>O fio condutor vai ser onde os elétrons vão circular para alimentar a lâmpada, a pilha é onde os elétrons serão liberados para circular nos fios e alimentar a lâmpada e a lâmpada é o que eu quero ascender.</i>
Aluno B₁	<i>O fio condutor conduz a corrente elétrica. A pilha impõe uma diferença de potencial. O interruptor dá início ao funcionamento do circuito.</i>
Aluno H₁	<i>O fio conduz a corrente, a pilha gera energia e a lâmpada gera luminosidade.</i>
Aluno L₁ e M₁	<i>A pilha é a fonte de energia, o fio é algo que conduz eletricidade entre a pilha e a lâmpada e a lâmpada é onde a energia será gasta.</i>

Aluno N₁	<i>A lâmpada brilha, o fio condutor para a passagem dos elétrons e a fonte de energia para fazer os elétrons se movimentarem.</i>
Aluno E₂ e L₂	<i>A lâmpada serve como um resistor, o interruptor serve para ligar e desligar a corrente que percorrerá o fio, o fio condutor serve para conduzir a corrente elétrica e a pilha ou tomada serve para fornecer uma tensão.</i>
Aluno G₂	<i>O fio conduz os elétrons, a bateria alimenta o esquema e o interruptor liga e desliga o esquema.</i>
Aluno H₂, M₂ e N₂	<i>O fio condutor conduz os elétrons dentro do circuito e a pilha gera a tensão para o circuito.</i>
Alunos J₂ e K₂	<i>A lâmpada recebe a corrente e gera energia luminosa, o interruptor inicia o circuito quando for acendida, a pilha fornece energia ao circuito e o fio condutor conduz a corrente da pilha até a lâmpada.</i>

Quadro 2 – Resposta da questão 02 (b).

Alunos A₁ e P₁	<i>A energia sai da lâmpada pelo lado esquerdo e vai indo, até passar na pilha e voltar para a lâmpada.</i>
Aluno B₁	<i>Liga-se o interruptor e a partir do fio ligado a um dos polos de uma lâmpada surge o campo elétrico fazendo fluir uma corrente elétrica e ligando a lâmpada.</i>
Alunos E₁, F₁ e O₁	<i>Pelo fio circulará elétrons que sairão e retornarão para a bateria, isso fazendo, assim, como que exista uma corrente, permitindo que a lâmpada seja acesa.</i>
Alunos H₁, I₁ e P₁	<i>A energia sai da bateria, passa pelo fio e liga a lâmpada.</i>
Aluno G₁	<i>A pilha gera energia que é levada pelo fio condutor até a lâmpada, que gera a luminosidade.</i>
Aluno B₂ e N₂	<i>Quando eu ligo o interruptor ele liga o circuito que leva os elétrons para a pilha e depois para a resistência que dará a quantidade e assim faz acender a lâmpada.</i>
Alunos C₂ e K₂	<i>A energia passa da pilha para os fios até o interruptor, ao ligar o interruptor ele permite que a energia chegue até a lâmpada fazendo ela acender.</i>
Aluno E₂	<i>Os elétrons saem da pilha e passam pelo fio condutor (quando o interruptor estiver ligado) e alimenta a lâmpada transformando em energia.</i>
Alunos G₂ e M₂	<i>Ao ligar o interruptor a bateria fornece energia para todo o circuito, até chegar na lâmpada, por isso usamos o fio condutor.</i>
Alunos J₂ e L₂	<i>A bateria libera energia, e o fio a conduz em sentido anti-horário, quando uma energia passa pela lâmpada, o brilho aparece.</i>

Alunos C₁ e N₁	<i>Funciona através de uma fonte que se encontra conectada com fio condutor e por este fio circula uma corrente elétrica que deve alimentar uma lâmpada para que ela gere luz.</i>
Aluno D₁	<i>O circuito funciona porque a bateria fornece tensão, onde a corrente passa pelos condutores e chegam a lâmpada.</i>
Alunos J₁ e M₁	<i>A fonte de energia faz os elétrons se movimentarem do lado negativo para o lado positivo através dos fios condutores e ao passar pela lâmpada, ela liga.</i>
Aluno A₂	<i>A pilha fornece a energia necessária que flui no fio condutor, ao acionarmos o interruptor. A corrente gerada então, passa pelo fio e chega a lâmpada gerando energia luminosa.</i>
Alunos D₂ e I₂	<i>Conecta-se os fios à pilha em seus dois polos, e logo depois conecta-se os fios à lâmpada, fazendo com que a corrente chegue até a lâmpada acendendo-a.</i>
Alunos F₂ e H₂	<i>Quando eu ligo o interruptor, a tensão da pilha faz com que a corrente se desloque no fio, passando pela lâmpada que com o atrito dos átomos faz gerar uma energia luminosa, acendendo a lâmpada.</i>
Alunos K₁ e L₁	<i>A bateria faz com que circule corrente pelo fio e ligue a lâmpada.</i>

Quadro 3 – Resposta da questão 03.

Aluno D₁	<i>A lâmpada acende porque há energia no circuito e a corrente em 1 é maior que a corrente em 2, pois a energia chega primeiro em 1.</i>
Alunos E₁ e J₁	<i>A lâmpada acende porque a corrente elétrica passa pelos resistores e por ela e saem por outro e a corrente elétrica em 1 é maior, pois depois que passar pelo resistor ela diminuirá.</i>
Aluno A₁	<i>O fio está conduzindo a energia até ela e a corrente é igual nos pontos 1 e 2.</i>
Alunos B₁, C₁, F₁ e O₁	<i>Porque tem uma tensão ou uma voltagem ligados a sua resistência e a corrente é igual nos pontos 1 e 2.</i>
Alunos H₁ e M₁	<i>Porque suas polaridades estão corretas e a corrente em 1 é maior.</i>
Aluno N₁	<i>Acende porque está ligada da forma correta e a corrente em 2 é menor.</i>
Aluno A₂	<i>Porque há uma diferença de potencial e isso faz com que a corrente acende a lâmpada e a corrente em 1 é maior que a corrente em 2.</i>
Aluno B₂	<i>Pois está ligada entre o positivo e o negativo e em 1 é maior, pois a corrente já passou pela lâmpada.</i>
Aluno C₂	<i>A tensão liberada da fonte irá passar por um resistor (lâmpada) assim diminuindo a carga que vai atravessar até o ponto 2.</i>
Aluno D₂	<i>Porque ela recebe energia e a energia em 1 é maior que a energia em 2.</i>

Alunos F₂, M₂ e N₂	<i>Ela acende porque os elétrons saem pelo positivo para o negativo e no caminho ele deixa energia na lâmpada e a corrente em 1 é maior que a corrente em 2.</i>
Aluno G₂	<i>Elétrons passam livremente, logo a lâmpada recebe energia e é acendida, a corrente em 1 é maior.</i>
Alunos E₂ e H₂	<i>Acende porque está conectada a um circuito, com fonte de energia e a corrente é igual, pois é um circuito simples, e a mesma corrente percorre todo o circuito.</i>
Alunos G₁, I₂, J₂ e O₁	<i>A lâmpada acende porque está em dois polos diferentes e a corrente é igual, pois estão praticamente em dois pontos iguais.</i>
Alunos K₁ e L₁	<i>A lâmpada acende devido ao fluxo de elétrons que passam por ela e a corrente que entra é a mesma que sai, então ela é igual nos dois pontos.</i>
Alunos P₁ e L₂	<i>Com a energia que é levada até ela que saiu da bateria ou pilha e passou pelos fios e a corrente é igual.</i>
Alunos K₂	<i>Porque como ela está ligada a um fio condutor, a corrente passa pela lâmpada fazendo ela acender e a corrente é igual.</i>

Quadro 4 – Respostas da questão 04 (* respostas erradas).

	Chave interruptora aberta			Chave interruptora fechada		
	(a) e (b)	(c) e (d)	(e) e (f)	(a) e (b)	(c) e (d)	(e) e (f)
Aluno A ₁	Não *	Sim *	Sim	Sim *	Sim	Sim
Aluno B ₁	Sim	Não	Sim	Não	Não *	Sim
Aluno C ₁	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não *
Aluno D ₁	Não *	Não	Não *	Não	Sim	Sim
Aluno E ₁	Sim	Sim *	Sim	Sim *	Sim	Sim
Aluno F ₁	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim
Aluno G ₁	Sim	Sim *	Não *	Sim *	Não *	Sim
Aluno H ₁	Sim	Não	Sim	Não	Não *	Não *
Aluno I ₁	Sim	Sim *	Sim	Não	Sim	Não *
Aluno J ₁	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim
Aluno K ₁	Sim	Não	Sim	Não	Não *	Sim
Aluno L ₁	Não *	Não	Não *	Sim *	Sim	Sim
Aluno M ₁	Sim	Sim *	Sim	Não	Sim	Sim
Aluno N ₁	Sim	Sim *	Sim	Não	Sim	Não *
Aluno O ₁	Não *	Não	Não *	Sim *	Sim	Sim
Aluno P ₁	Não *	Sim *	Sim	Não	Sim	Não *

Aluno Q ₁	Sim	Sim *	Não *	Não	Não *	Não *
Aluno P ₂	Não *	Não	Não *	Não	Sim	Sim
Aluno A ₂	Sim	Não	Não *	Não	Sim	Sim
Aluno B ₂	Não *	Sim *	Não *	Sim *	Não *	Não *
Aluno C ₂	Sim	Não	Sim	Sim *	Sim	Não *
Aluno D ₂	Não *	Não	Não *	Sim *	Sim	Sim
Aluno E ₂	Não *	Não	Não *	Não	Não *	Não *
Aluno F ₂	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim
Aluno G ₂	Sim	Sim *	Sim	Sim *	Sim	Sim
Aluno H ₂	Sim	Não	Sim	Sim *	Sim	Não *
Aluno I ₂	Não *	Sim *	Sim	Sim *	Não *	Não *
Aluno J ₂	Sim	Sim *	Não *	Sim *	Não *	Sim
Aluno K ₂	Sim	Não	Não *	Não	Não *	Não *
Aluno L ₂	Sim	Não	Sim	Sim *	Sim	Não *
Aluno M ₂	Não *	Não	Não *	Sim *	Sim	Sim
Aluno N ₂	Não *	Sim *	Não *	Sim *	Sim	Sim

Quadro 5 – Respostas da questão 05.

Alunos A₁ e C₁	<i>A lâmpada L₁ brilhará primeiro e terão o mesmo brilho em intensidade menor.</i>
Aluno B₁	<i>L₂ brilhará primeiro e as duas lâmpadas brilharão igual, pois as duas tem a mesma resistência.</i>
Aluno D₁	<i>A lâmpada L₁ brilhará primeiro e em fração de segundos a lâmpada L₂ brilhará. A lâmpada L₁ brilhará mais, pois ela está na frente em relação à lâmpada L₂.</i>
Aluno E₁	<i>L₂ brilhará primeiro e brilhará mais, pois terá mais corrente passando nela.</i>
Alunos F₁, J₁, N₁ e M₁	<i>A lâmpada L₁ brilhará primeiro e terão o mesmo brilho.</i>
Aluno I₁	<i>Vai brilhar L₁ e depois L₂ por causa da corrente e o brilho delas vai depender da sua potência.</i>
Alunos K₁, O₁ e R₁	<i>A L₁ brilha primeiro, pois o sentido da corrente faz com que chegue nela primeiro e L₁ brilha um pouco mais forte, pois ao passar por L₁ a corrente perde a força e vai com menos intensidade para L₂.</i>

ANEXO B – RESPOSTAS DO PRÉ-TESTE 2

Quadro 8 – Respostas da questão 01

	a)	b)
Aluno A₁	<i>Não, porque as duas lâmpadas necessitam da energia da fonte que só é fornecida quando fecharmos o circuito.</i>	<i>Será igual, porque considerando que a resistência das lâmpadas é a mesma, a corrente que passa por elas vai ser a mesma, logo o mesmo brilho.</i>
Alunos B₁, C₁, D₁, E₁, F₁, H₁, I₁, J₁, K₁, Q₁	<i>Não, porque a corrente não estará passando por elas.</i>	<i>O brilho será igual, pois elas são iguais e estão sendo alimentadas pela mesma tensão e corrente.</i>
Aluno G₁, N₁, O₁	<i>Não, porque não tem corrente para liga-las.</i>	<i>Igual pois as lâmpadas possuem a mesma potência.</i>
Aluno L₁	<i>Não, porque a corrente não chegará nas lâmpadas.</i>	<i>Será igual, porque a corrente irá se dividir igualmente por elas terem a mesma potência.</i>
Aluno M₁, P₁	<i>Não, porque o circuito não estaria ligado.</i>	<i>Diferente um do outro, pois a corrente não é a mesma nas duas lâmpadas.</i>
Aluno A₂, C₂, L₂	<i>Nenhuma, pois o circuito está fechado.</i>	<i>Vão brilhar com a mesma intensidade.</i>
Aluno B₂	<i>Não, pois não passará corrente para acender as lâmpadas.</i>	<i>O brilho delas será diferente, pois a lâmpada funciona como um resistor.</i>
Aluno D₂, I₂	<i>Não, porque a corrente estará interrompida pelo interruptor aberto.</i>	<i>Igual, porque a corrente será igual nas duas.</i>
Aluno E₂	<i>Não, porque a corrente não irá passar.</i>	<i>A com maior potência brilhará mais, pois tem maior corrente.</i>
Aluno F₂, K₂, M₂, N₂, O₂	<i>Não, pois não passará elétrons(energia) pelos fios.</i>	<i>Será igual, pois a voltagem das lâmpadas são iguais.</i>
Aluno G₂	<i>As duas estarão acesas, porque a energia passará igual.</i>	<i>Elas brilharão ao mesmo tempo.</i>
Aluno H₂	<i>Não, pois o circuito deve estar fechado.</i>	<i>Se tiverem a resistência igual terão brilhos iguais, se uma tiver mais resistência que a outra, a mesma brilhará menos.</i>
Aluno J₂	<i>As duas estarão, por causa que a energia irá do negativo para o positivo.</i>	<i>O brilho será igual, porque apenas haverá uma diferença de potencial depois do interruptor.</i>

Quadro 9 – Respostas da questão 02

Alunos A₁, O₁, B₂, D₂, H₂, K₂, H₁, K₁, L₁, Q₁, L₂, M₂	<i>Ao fechar o interruptor as duas brilharão ao mesmo tempo e terão o mesmo brilho, pois a corrente se divide igual nas lâmpadas.</i>
Alunos B₁, C₁, D₁, E₁, F₁, G₁, I₁, J₁, M₁, N₁, A₂, C₂, E₂, I₂, J₂, G₂, N₂, O₂, F₂	<i>Com o interruptor fechado L₂ brilhará mais que L₁.</i>

Quadro 10 – Respostas da questão 03

Alunos A₁, O₁, B₂, D₂, I₂, J₂	<i>Passará menos corrente pela lâmpada (L₁) e assim ela brilhará menos.</i>
Alunos B₁, C₁, D₁, E₁, F₁, G₁, I₁, J₁, M₁, N₁, A₂, C₂, E₂, G₂, H₂, K₂, N₂ e O₂	<i>L₂ brilhará mais que L₁.</i>
Alunos H₁, K₁, L₁, Q₁, L₂, M₂,	<i>L₁ brilhará mais.</i>
Aluno F₂	<i>L₂ brilhará mais, pois sua voltagem é maior, logo passará mais elétrons pelo fio condutor.</i>

Quadro 11 – Respostas da questão 04

Aluno A1	<i>A lâmpada L1 brilhará mais que as duas L2 e L3, porque ao passar pela lâmpada L1 a corrente enfraquece em vigor da resistência dela, assim indo mais fraca para as próximas lâmpadas.</i>
Alunos B1, C1, E1, F1, G1, I1, J1, K1, L1, M1, N1, O1, P1, A2, C2, D2, F2, G2, H2, J2, K2, L2, M2 e N2	<i>Elas brilharão igual, porque as três lâmpadas são de mesma potência e estão ligadas ao mesmo circuito.</i>
Alunos D1, H1	<i>As lâmpadas brilharão primeiro a L1, depois a L2 e depois a L3, a corrente passará respectivamente.</i>
Aluno B2	<i>As lâmpadas terão brilho diferente, pois a energia até chegar L3 mudará.</i>
Aluno E2	<i>Todas a mesmo tempo pois seus valores são iguais.</i>

Aluno F2	<i>Elas brilharão ao mesmo tempo, mas a partir da L3 a energia das outras vai diminuindo.</i>
Aluno I2	<i>Igualmente uma com a outra pois não haverá diferença de potencial.</i>

Quadro 12 – Respostas da questão 05

Alunos A1, B2, J2	<i>L1 brilha mais que L2 e L3, porque se elas tem a mesma resistência, a corrente que passa por L1 vai ser mais forte, a corrente que passa por L2 enfraquece em vigor da resistência de L2 e vai um pouco mais fraca para L3.</i>
Alunos B1, C1, E1, F1, I1, J1, N1, O1, A2, D2, E2, F2, G2, H2, I2, K2, L2, M2, N2 e O2	<i>O brilho será igual, porque elas são iguais e estão ligadas à mesma alimentação.</i>
Aluno D1	<i>O brilho da L1 será diferente de L2 e L3, pois duas delas estão em série e uma em paralelo com as outras duas.</i>
Aluno G1	<i>L2 e L3 brilharão iguais, porque L2 e L3 estão dividindo a corrente entre si e L1 brilhará mais.</i>
Alunos H1, K1	<i>L1 brilha mais que L2 e L3, pois a corrente em L1 é maior que em L2 e L3.</i>
Aluno L1	<i>Diferente um do outro por causa da corrente.</i>
Aluno M1	<i>L1 vai brilhar mais que L2 e L3, pois a corrente se divide entre L1 e L2 + L3, assim L1 ficará com mais energia que as outras duas lâmpadas.</i>
Aluno P1	<i>O brilho das lâmpadas vai variar, porque estão colocadas em locais diferentes.</i>
Aluno C2	<i>L1 brilhará mais, a corrente será a mesma nas duas partes, uma parte se dividirá para L2 e L3, enquanto uma passará por L1.</i>

Quadro 13 – Respostas da questão 06

Alunos A1, L1, M1, N1, E2, F2, G2, H2, K2,	<i>Terão o mesmo brilho nos dois casos.</i>
Alunos B1, C1, D1, F1, G1, H1, I1, J1, O1, A2, B2, C2, D2, I2, J2, L2, M2, N2, O2 e P2	<i>Brilharão diferentes e LA brilhará menos por causa do resistor.</i>
Aluno E1	<i>Brilharão diferentes e depende do valor da tensão e da corrente.</i>
Aluno K1	<i>Se forem de resistências iguais, terão o mesmo brilho.</i>

Quadro 14 – Respostas da questão 07

Alunos A1, D2, F2, H2, I2, N2 e O2	<i>Terão brilhos diferentes.</i>
Alunos B1, C1, D1, E1, F1, G1, H1, J1, K1, L1, M1, N1, O1, P1, A2, B2, E2, G2, K2, L2,	<i>Elas brilharão diferentes por causa do resistor que tem antes da lâmpada B, fazendo-a brilhar menos.</i>
Aluno I1	<i>A lâmpada A brilha mais pela corrente que passa pelo fio condutor.</i>
Alunos C2 e J2	<i>Terão brilhos iguais.</i>
Aluno M2	<i>Depende dos valores das resistências.</i>

Quadro 15 – Respostas da questão 08

Alunos A1, J1, N1, B2, C2, G2, I2 e M2	<i>Com o interruptor aberto não se inicia o circuito e com ele fechado as duas passam a brilhar.</i>
Alunos B1, O1, P1, D2, H2 e J2	<i>Com o interruptor aberto a lâmpada A não brilha e a lâmpada B brilha e ao fecharmos o interruptor, altera o brilho da lâmpada B, pois terá mais uma lâmpada no circuito.</i>
Alunos C1, D1, E1, F1 e L2	<i>Com o interruptor aberto a lâmpada A não brilha e a lâmpada B brilha. Com o interruptor fechado a lâmpada B diminui seu brilho.</i>

Alunos G1, H1, I1, M1, A2, E2, F2, K2, N2 e O2	<i>Com o interruptor aberto só a lâmpada B brilhará e com o interruptor fechado não alteramos o brilho da lâmpada B.</i>
Alunos K1 e L1	<i>Com o interruptor aberto as duas brilham e com ele fechado não se altera.</i>

Quadro 16 – Respostas da questão 09

Alunos A1 e H2	<i>Brilho de A > Brilho de B = Brilho de C > Brilho de D</i>
Alunos B1, C1, E1, H1, I1, N1, O1 e G2	<i>Todas terão o mesmo brilho.</i>
Aluno D1	<i>As lâmpadas A, B e C terão o mesmo brilho e D terá um brilho diferente.</i>
Alunos F1, G1, J1, K1, L1, M1, A2, C2, D2, E2, F2, I2, K2, L2, M2 e N2	<i>Brilho de A = Brilho de D > Brilho de B = Brilho de C</i>
Aluno P1	<i>Brilho de B = Brilho de C > Brilho de A = Brilho de D</i>
Aluno B2	<i>Todas terão brilhos diferentes.</i>
Alunos J2 e O2	<i>Brilho de D > Brilho de B = Brilho de C > Brilho de A</i>

Quadro 17 – Respostas da questão 10

Aluno A1, B1, C1, D1, E1, F1, G1, H1, J1, L1, M1, N1, O1, P1, B2, C2, D2, F2, H2, I2, J2, K2, L2, M2 e N2	<i>Não se altera.</i>
Alunos I1, K1, A2, E2, G2,	<i>Se altera.</i>

ANEXO C – ATIVIDADES COM SIMULAÇÕES

Quadro 18 – Respostas das questões contidas no roteiro da primeira atividade com simulação

	<u>Questão 1</u>	<u>Questão 2</u>	<u>Questão 3</u>	<u>Questão 4</u>	<u>Questão 5</u>
<u>Dupla A</u>	<i>O valor de corrente encontrado foi de 1,2A, e este foi o mesmo nas duas correntes elétricas.</i>	<i>Com a chave interruptora aberta, não há diferença de potencial entre os pontos (a) e (b), (c) e (d) e (e) e (f). Mas se fecharmos a chave, haverá diferença de potencial entre (a) e (b), (c) e (d) e (e) e (f).</i>	<i>Quando fecharmos o interruptor as duas brilharão ao mesmo tempo e terão o mesmo brilho, pois estas lâmpadas são idênticas.</i>	<i>As duas brilharão ao mesmo tempo, mas a lâmpada que brilhará mais será a de 12 Ω, pois possui uma corrente elétrica, que vem do campo elétrico, que possui maior diferença de potencial, logo terá mais elétrons livres passando pelo fio condutor.</i>	<i>A lâmpada que terá mais brilho será a de 6 Ω, pois, a corrente elétrica será menor quanto maior for o valor da resistência oferecida à sua passagem.</i>
<u>Dupla B</u>	<i>1,2 A e a corrente será igual dos dois lados.</i>	<i>Com a chave aberta, no ponto (a) e (b) não existe diferença de potencial porque não tem um resistor e entre (c) e (d) tem diferença de potencial. E entre (e) e (f) tem diferença também. E com a chave fechada, existe a diferença entre o (a) e (b), entre (c) e (d) e entre o (e) e (f).</i>	<i>Elas brilharão ao mesmo tempo porque o $L1=L2$, elas terão o mesmo brilho porque a tensão e a resistência são as mesmas.</i>	<i>Elas brilham ao mesmo tempo mas o L2 que terá a resistência de 12 Ω que é maior que o L1, brilhará mais.</i>	<i>Não porque a resistência do L2 é maior que a do L1. O resultado da questão anterior será o mesmo que dessa questão</i>
<u>Dupla C</u>	<i>A corrente no 1 é a mesma que em 2.</i>	<i>Com a chave aberta, a diferença de potencial entre (a) e (b) é de 9,00V, entre (c) e (d) é 0,00V e entre (e) e (f) é de 9,00V. Com a Chave fechada, a ddp entre (a) e (b) é de 0,00V, entre (c) e (d) é 9,00V e</i>	<i>Mesmo brilho. Elas brilharão ao mesmo tempo, porque a corrente esta passando pelo fio todo. Terão o mesmo brilho, porque a corrente é a</i>	<i>Elas brilharão ao mesmo tempo. A lâmpada com maior resistência brilha mais, pois quando as duas lâmpadas são ligadas em série, a queda de tensão será maior na lâmpada</i>	<i>A lâmpada de maior resistência brilhará menos, pois ligadas separadamente na lâmpada de menor resistência passará mais corrente.</i>

		entre (e) e (f) e de 9,00V.	mesma no fio inteiro.	de maior resistência e, por isso, o brilho será maior na de maior resistência.	
Dupla D	Encontra-se 1,2 Ampères (A) Igual.	Com a chave aberta, não há diferença de potencial entre (a) e (b), entre (c) e (d) e entre (e) e (f). E com a chave fechada, não há diferença de potencial entre (a) e (b), entre (c) e (d) e entre (e) e (f).	Será ao mesmo tempo, e haverá o mesmo brilho, por que $L1=L2$.	L2 brilha primeiro por que tem mais resistência.	A de maior resistência brilha mais.
Dupla E	Sendo a tensão de 12V e a resistência de 10 Ω , a corrente elétrica será de 1,20A. A corrente em (1) tem o mesmo valor que em (2).	Se a chave estiver aberta, existe diferença de potencial entre os pontos (a) e (b) e entre (e) e (f), mas não existe entre os pontos (c) e (d). Se fecharmos a chave, não existe diferença de potencial entre os pontos (a) e (b), e existe entre os pontos (c) e (d) e (e) e (f).	Se fecharmos o interruptor, as duas lâmpadas brilharão ao mesmo tempo e com a mesma intensidade, pois ambas recebem a tensão de 6V e possuem resistência de 6 Ω .	Ao fecharmos o interruptor, as lâmpadas brilharão ao mesmo tempo, porém a L2 brilhará mais que a L1, porque possuem resistências diferentes.	Mesmo ambas sendo ligadas isoladamente na fonte de tensão, a L2 continuará brilhando mais que L1.
Dupla F	1,20A. A corrente que passa por (1) é igual a corrente que passa por (2).	Com a chave aberta não há diferença de potencial em qualquer ponto do circuito. Com a chave fechada não haverá diferença de potencial entre os pontos (a) e (b) e entre os pontos (e) e (f) e existe	As duas brilharão juntas. As duas brilharão com o mesmo brilho pois as duas tem a mesma resistência e a mesma tensão.	Ambas brilham juntas. A lâmpada (2) brilha mais pois estão ligadas em série e por este motivo passa por elas um fluxo de mesma corrente que ao passar pela lâmpada de maior resistência aumentará sua voltagem.	Desta vez, a lâmpada (1) terá maior brilho. O que ocorre nos circuitos isolados é praticamente o oposto do que acontece em série, sendo assim, ela brilhou mais porque ela consome mais corrente.

		diferença potencial entre (c) e (d).			
Dupla G	Será encontrada uma corrente de 1,2A, E nos pontos "a" e "b" ela será igual.	Com a chave aberta teremos 9V entre os pontos (a) e (b), não teremos tensão entre os pontos (b) e (c), pois não chegará corrente na lâmpada e teremos tensão entre os pontos (e) e (f) pela tensão da bateria. Com a chave fechada, não tem tensão entre os pontos (a) e (b), e (c) e (d), pois a corrente que vai passar nos dois será igual e entre os pontos (e) e (f) teremos a tensão da bateria.	As duas lâmpadas irão brilhar ao mesmo tempo, irão ter o mesmo brilho pois a corrente será igual para as duas, porque elas estão em série.	As duas lâmpadas irão brilhar ao mesmo tempo, porém a lâmpada de 12ohms terá maior brilho por sua resistência ser maior.	A lâmpada de 6ohms terá maior brilho porque também terá maior corrente.
Dupla H	A corrente é 1,20A e a corrente é igual nos 2 pontos	Com a chave aberta, como mostrado no circuito acima, existe ddp entre o ponto A e B, não existe ddp entre os pontos C e D e existe ddp entre os pontos E e F. Com a chave fechada, existe ddp entre os pontos A e B, C e D e E e F.	As duas lâmpadas brilharão ao mesmo tempo e terão o mesmo brilho, pois suas resistências são as mesmas.	As lâmpadas acendem ao mesmo tempo, a lâmpada com maior resistência brilha mais, pois a corrente chega primeiro nela.	Ao isolarmos cada lâmpada em um circuito notamos que a lâmpada com 6 Ohms de resistência brilha mais que a de 12 Ohms, pois passa mais corrente, com o resistor de 6 Ohms a corrente é de 1,00 A com o resistor de 12 Ohms a corrente é de 0,5A.
Dupla I	Corrente elétrica = 1,2 A.	Com interruptores abertos existe uma diferença de -9V com ela aberta no ponto	Quando ligar o interruptor as duas ligaram ao mesmo tempo e	Elas terão o mesmo brilho e ligaram ao mesmo tempo porque elas estão recebendo a	A L2 brilhará mais do que a L1 porque a tensão é a metade da L2 e as duas brilharão ao mesmo tempo.

		<i>B e A, entre o ponto C e D existe uma diferença de 9V e existe uma diferença de -9V no ponto E e F. Com os interropitores fechados, existe uma diferença de -9V no ponto C e D, e no ponto E e F existe uma diferença de -9V.</i>	<i>as duas terão o mesmo brilho.</i>	<i>mesma tensão e resistencia e também estão ligada no mesmo interropitor.</i>	<i>A L1 brilhará mais do que a L2 porque é a de menor resistencia.</i>
Dupla J	<i>Corrente elétrica encontrada: 1,20 Ampères A corrente elétrica em 1 é igual a corrente elétrica em 2.</i>	<i>Com a Chave aberta existe ddp entre os pontos (a) e (b), 9V, entre os pontos (c) e (d) não existe ddp e entre os pontos (e) e (f) existe ddp, 9V. Se fecharmos a chave, não existe ddp entre os pontos (a) e (b), entre os pontos (c) e (d) existe 9V e entre os pontos (e) e (f) existe 9V.</i>	<i>As duas brilharão ao mesmo tempo e com a mesma intensidade de brilho porque a corrente passa ao mesmo tempo pelas duas lâmpadas e elas são idênticas.</i>	<i>As duas brilham ao mesmo tempo e a L1 brilha menos que L2, Porque L2 é de maior resistência.</i>	<i>A lâmpada de 6 Ohms terá maior brilho porque tem menos resistência e mais corrente passará por ela. A de 12 Ohms brilhará menos neste caso porque a corrente que passa por ela é menor.</i>
Dupla K	<i>A lâmpada incluía uma resistência de 10 Ω e a bateria incluía uma tensão de 12 v. Após montarmos este circuito percebemos que a corrente elétrica encontrada em 1 é igual a corrente elétrica encontrada em 2.</i>	<i>Com o interruptor Aberto, entre: A e B: existe diferença de potencial, C e D: não existe diferença de potencial e E e F: existe diferença de potencial. Com o interruptor fechado, entre: A e B: não existe diferença de potencial, C e D: existe diferença de potencial e E e F:</i>	<i>Neste circuito as duas lâmpadas sendo L1 e L2, brilharão ao mesmo tempo e estas lâmpadas têm o mesmo brilho, pois a resistência de cada lâmpada é de 6 Ω e a tensão da fonte é de 6V.</i>	<i>Neste mesmo circuito da questão 3, uma das lâmpadas tem uma resistência de 12 Ω e a outra de 6 Ω com a tensão da fonte de 6 v. As duas lâmpadas acenderão ao mesmo tempo, mas a L2 brilhará um pouco mais que a L1.</i>	<i>As mesmas lâmpadas das questões anteriores sendo L1 com resistência de 6Ω e L2 com resistência de 12Ω. Sendo assim a L1 brilhará mais que a L2.</i>

		existe diferença de potencial.			
Dupla L	1,20 Ampéres. As correntes são iguais.	Com a chave aberta, entre A e B existe, entre C e D não existe e entre E e F não existe. Se fecharmos a chave só haverá diferença de potencial entre D e C.	As duas lâmpadas irão brilhar ao mesmo tempo, terão o mesmo brilho, por que estão ligadas na mesma tensão e tem o mesmo valor de resistência.	As duas brilharão ao mesmo tempo, a lâmpada de maior resistência brilhará mais devido a dificuldade que o elétron encontra pra passar nesta resistência é maior o elétron perde mais energia vista como luz ou brilho.	Se ligarmos separadamente a de menos resistência brilhará mais, porque em ligação direta com a fonte a lâmpada que tem maior corrente brilha mais, a lâmpada de menor resistência brilha mais porque tem maior corrente.
Dupla M	Corrente de 1,20 A. As correntes nos dois pontos é a mesma.	Com a chave aberta entre (a) e (b) existe e é 9 V, entre (c) e (d) é 0V e entre (e) e (f) é 9 V. E com a chave fechada, entre (a) e (b) é 9 V, entre (c) e (d) é 9 V e entre (e) e (f) não existe tensão.	As duas brilham ao mesmo tempo e terão o mesmo brilho, pois a tensão e a resistência das lâmpadas e da bateria serão as mesmas.	A lâmpada com 12 Ohms brilhará mais porque tem maior resistência que a outra que tem apenas 6 Ohms, porém as duas brilharão ao mesmo tempo.	O que brilha mais é a lâmpada de 6 Ohms pois sua corrente é de 1 A e a de 12 Ohms tem 0,5 A.
Dupla N	$I = 1,2$ A e a corrente elétrica em 1 é maior que em 2.	Com a chave aberta, não há diferença de potencial entre os pontos a e b, entre c e d, e entre e e f. E com a chave fechada, não existe diferença de potencial entre a e b, entre os pontos c e d e não existe diferença de potencial entre e e f	As duas irão brilhar juntas. As duas lâmpadas terão o mesmo brilho.	Elas irão brilhar ao mesmo tempo e a lâmpada 1 brilhará mais, porque a corrente que passa por ela é maior do que a que passa pela lâmpada 2.	Terá o maior brilho a lâmpada número 2, porque o atrito na 2 é maior que na 1. Pois os elétrons poderão passar livres pela 1.
Dupla O	A corrente $I = 1,2$ A e a corrente elétrica em 1 é igual que em 2.	Com a chave aberta, entre A e B existe, entre C e D existe e entre E e F não existe. Se fecharmos a	Será ao mesmo tempo, e haverá o mesmo brilho, por que $L1 = L2$.	As lâmpadas acendem ao mesmo tempo, a lâmpada com maior resistência	L2 continuará brilhando mais que L1.

		chave só haverá diferença de potencial entre D e C.		brilha mais, pois a corrente chega primeiro nela.	
--	--	---	--	---	--

Relatório dos alunos na atividade 02 com simulações computacionais

1) A corrente elétrica encontrada foi de 0,15 A.

$$P=V.i \rightarrow P=1,5.0,15=0,225W \quad E=P.t \rightarrow E=0,225.10=2,25J$$

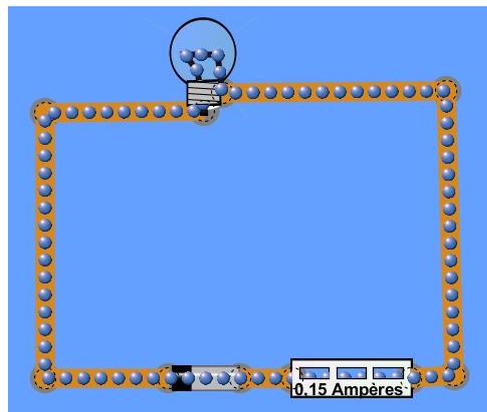


Figura 1 – Circuito construído pelos alunos com uma lâmpada conectada a uma pilha

2) O brilho da lâmpada aumentará, porque agora tem mais pilhas, que dão mais intensidade de corrente elétrica ao circuito. A corrente elétrica encontrada foi de 0,3 A. $P=V.i \rightarrow P=3,0.0,3=0,90W$ $E=P.t \rightarrow E=0,90.10=9,0J$

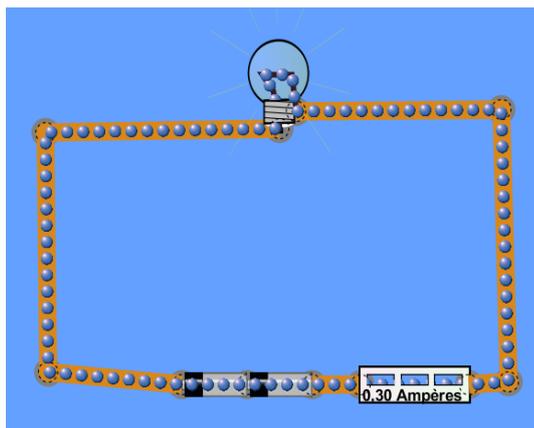


Figura 2 – Circuito construído pelos alunos com uma lâmpada conectada a duas pilhas

3) O brilho da lâmpada aumentará, porque agora tem mais pilhas, que dão mais intensidade de corrente elétrica ao circuito. A corrente elétrica encontrada foi de 0,45 A.

$$P=V.i \rightarrow P=4,5.0,45=2,025W \quad E=P.t \rightarrow E=2,025.10=20,25J$$

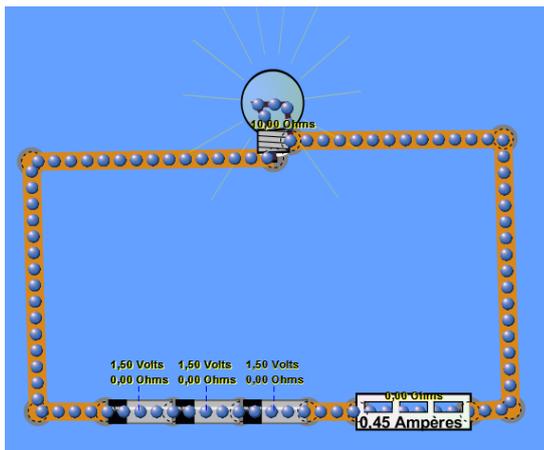


Figura 3 – Circuito construído pelos alunos com uma lâmpada conectada a três pilhas

- 4) *O brilho da lâmpada aumentará mais ainda. A corrente elétrica encontrada foi de 0,6 A.*

$$P=V.i \rightarrow P=6,0.0,6=3,6W \quad E=P.t \rightarrow E=3,6.10=36,0J$$

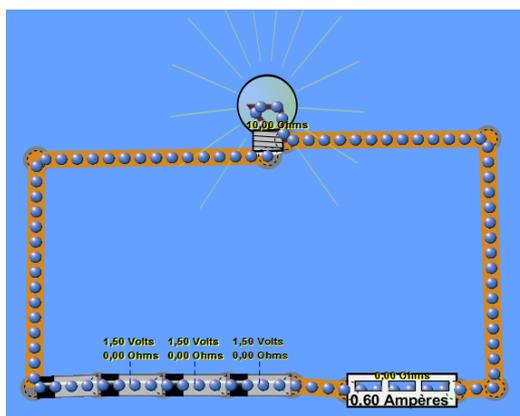


Figura 4 – Circuito construído pelos alunos com uma lâmpada conectada a quatro pilhas

- 5) *A corrente elétrica será menor quanto maior for o valor da resistência oferecida à sua passagem. E a tensão aumentará pelo fato de que vai tendo pilhas a mais em cada teste. A potência da lâmpada era a mesma, independentemente do tempo, mas quando fomos colocando mais pilhas (intensidade na corrente elétrica) ao circuito, ela aumentava. E a energia aumentava consideravelmente, também por este mesmo fato.*

Relatório dos alunos da atividade 03 com simulações computacionais

EQUIPAMENTOS:

- Uma lâmpada, fios condutores, interruptor e baterias

ATIVIDADES:

1. No circuito abaixo, a lâmpada têm uma resistência de 20Ω e vai ser ligada a uma fonte de tensão de $12,0 \text{ V}$. (Compare os valores medidos com os valores calculados)

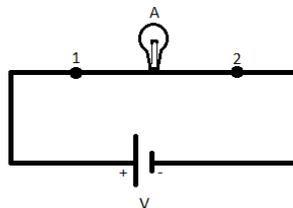


Figura 1 – Uma lâmpada num circuito com uma bateria

- Qual será a corrente elétrica deste circuito? Qual será a Potência desta lâmpada e a Energia consumida por ela após 10s?
- Figura 31 – Uma lâmpada num circuito com uma bateria

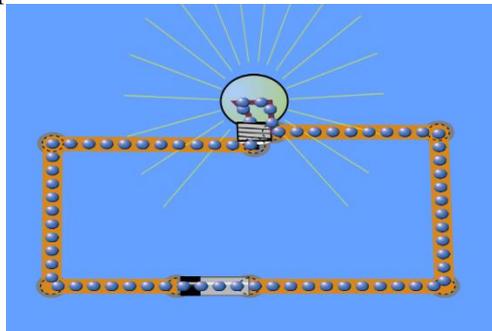


Figura 2 – Uma lâmpada num circuito com uma bateria, construído pelos alunos no simulador PHET

$$\begin{aligned}
 V &= R \cdot I \rightarrow I = 12/20 \rightarrow I = 0,6 \text{ A} \\
 P &= V \cdot I \rightarrow P = 12 \cdot 0,6 \rightarrow P = 7,2 \text{ W} \\
 E_n &= P \cdot t \rightarrow E_n = 7,2 \cdot 10 \rightarrow E_n = 72 \text{ J}
 \end{aligned}$$

- Se colocarmos no ponto 1 outra lâmpada idêntica, qual será a corrente elétrica do circuito? Qual será a tensão sobre cada lâmpada? Qual será a potência de cada lâmpada e a energia consumida por cada lâmpada e pelo circuito todo ao fim de 10s?

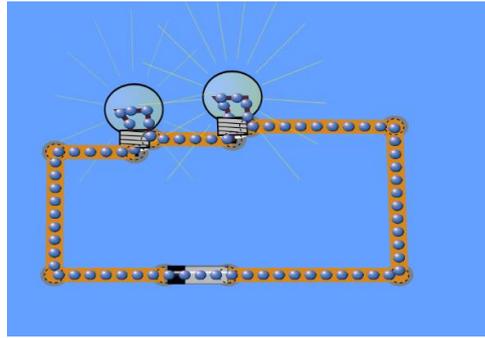


Figura 3 – Duas lâmpadas associadas em série num circuito com uma bateria, construído pelos alunos no simulador PHET

$$\begin{aligned}
 V &= R.I \rightarrow I = 12/40 \rightarrow I = 0,3 \text{ A} \\
 V &= R.I \rightarrow V = 20.0,3 \rightarrow V = 6,0 \text{ V (Em cada lâmpada)} \\
 P &= V.I \rightarrow P = 6,0.0,3 \rightarrow P = 1,8 \text{ W (Em cada lâmpada)} \\
 E_n &= P.t \rightarrow E_n = 1,8.10 \rightarrow E_n = 18 \text{ J (Em cada lâmpada)} \\
 E_{n \text{ total}} &= E_{n1} + E_{n2} = 36 \text{ J}
 \end{aligned}$$

- d) Se colocarmos uma terceira lâmpada no ponto 2, em série com as outras duas, qual será a corrente elétrica do circuito? Qual será a tensão sobre cada lâmpada? Qual será a potência de cada lâmpada e a energia consumida por cada uma e pelo circuito todo após 10s?

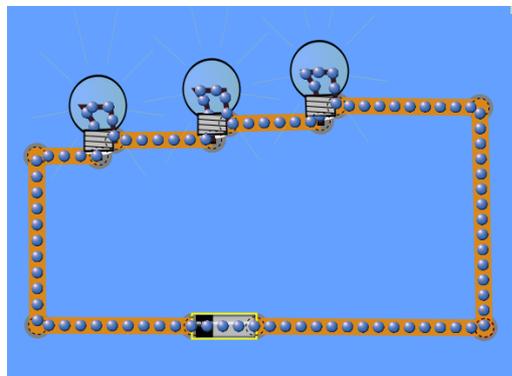


Figura 4 – Três lâmpadas associadas em série num circuito com uma bateria, construído pelos alunos no simulador PHET

$$\begin{aligned}
 V &= R.I \rightarrow I = 12/60 \rightarrow I = 0,2 \text{ A} \\
 V &= R.I \rightarrow V = 20.0,2 \rightarrow V = 4,0 \text{ V (Em cada lâmpada)} \\
 P &= V.I \rightarrow P = 4,0.0,2 \rightarrow P = 0,8 \text{ W (Em cada lâmpada)} \\
 E_n &= P.t \rightarrow E_n = 0,8.10 \rightarrow E_n = 8 \text{ J (Em cada lâmpada)} \\
 E_{n \text{ total}} &= E_{n1} + E_{n2} + E_{n3} = 24 \text{ J}
 \end{aligned}$$

2. Observe, agora, a figura abaixo. Nela temos duas lâmpadas idênticas L_1 e L_2 . Ao fecharmos o interruptor (S), qual lâmpada irá brilhar primeiro? Ou as duas brilharão ao mesmo tempo? Qual das lâmpadas brilhará mais? Ou as lâmpadas terão o mesmo brilho? Por quê? Se L_1 tiver maior resistência que L_2 , qual brilhará mais?

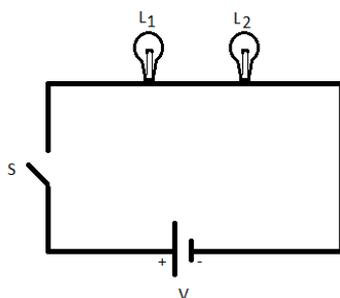


Figura 5 – Duas lâmpadas associadas em série num circuito com uma bateria e um interruptor, construído pelos alunos no simulador PHET

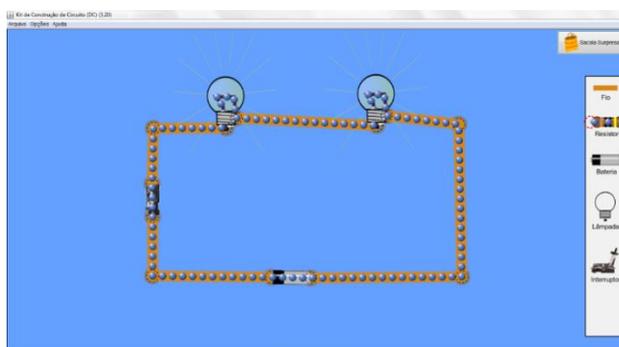


Figura 6 – Duas lâmpadas associadas em série num circuito com uma bateria e um interruptor, construído pelos alunos no simulador PHET

As duas lâmpadas brilharão ao mesmo tempo, pois a corrente passa por elas junto.

As duas lâmpadas terão o mesmo brilho, pois elas têm a mesma potência. Brilhará mais a lâmpada que tiver maior resistência elétrica, L_1 .

3. Observe, agora, a figura abaixo. Nela temos duas lâmpadas idênticas L_1 e L_2 . Ao fecharmos o interruptor (S), qual lâmpada irá brilhar primeiro? Ou as duas brilharão ao mesmo tempo? Qual das lâmpadas brilhará mais? Ou as lâmpadas terão o mesmo brilho? Por quê? Se L_1 tiver maior resistência que L_2 , qual brilhará mais?

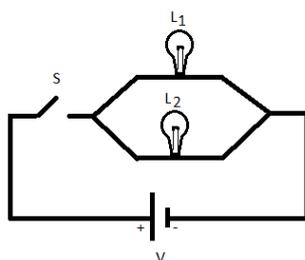


Figura 7 – Duas lâmpadas associadas em paralelo num circuito com uma bateria e um interruptor

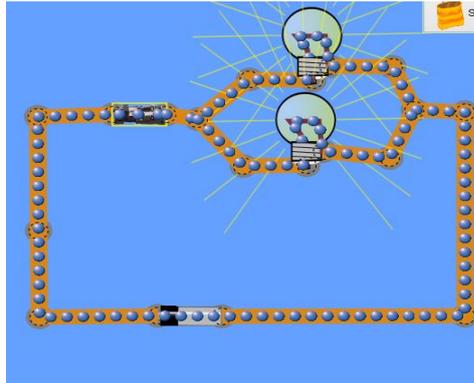


Figura 8 – Duas lâmpadas associadas em paralelo num circuito com uma bateria e um interruptor

As duas lâmpadas brilharão ao mesmo tempo, pois a corrente passa por elas junto.

As duas lâmpadas terão o mesmo brilho, pois elas têm a mesma potência. Brilhará mais a lâmpada que tiver menor resistência elétrica, L2.

4. Aplique uma tensão elétrica de 9,0 V neste circuito abaixo, onde L₁ tem uma resistência elétrica de 30Ω e L₂ também tem uma resistência elétrica de 30Ω. Determine: (compare os valores medidos com os valores calculados)

a corrente total do circuito;

a corrente em cada lâmpada;

a queda de tensão sobre cada lâmpada;

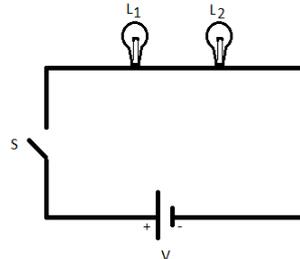


Figura 9 – Duas lâmpadas associadas em série num circuito com uma bateria e um interruptor

$$V=R.I \rightarrow I=9,0/60 \rightarrow I_{total}=0,15 A$$

$$V=R.I \rightarrow I=4,5/30 \rightarrow I=0,15 A \text{ (Em cada lâmpada)}$$

$$V=R.I \rightarrow V=30.0.15 \rightarrow V= 4,5V \text{ (Em cada lâmpada)}$$

5. Aplique uma tensão elétrica de 9,0 V neste circuito abaixo, onde L₁ tem uma resistência elétrica de 30Ω e L₂ também tem uma resistência elétrica de 30Ω. Determine:

a corrente total do circuito;

a corrente em cada lâmpada;

a queda de tensão sobre cada lâmpada;

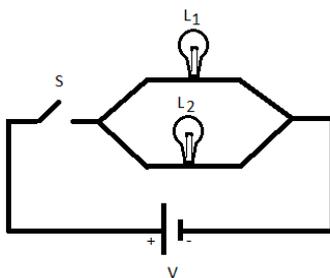


Figura 10 – Duas lâmpadas associadas em paralelo num circuito com uma bateria e um interruptor

$$V=R.I \rightarrow I=9,0/15 \rightarrow I_{total}=0,60 A$$

$$V=R.I \rightarrow I=9,0/30 \rightarrow I=0,30 A \text{ (Em cada lâmpada)}$$

$$V=R.I \rightarrow V=15.0.60 \rightarrow V_{total}= 9,0V$$

Relatório dos alunos na atividade 04 com simulações computacionais

EQUIPAMENTOS:

- Lâmpadas, fios condutores, interruptores e baterias

ATIVIDADES:

01. À medida que fomos acrescentando lâmpadas de mesma Resistência elétrica $R=3,0\Omega$, mesma Potência, ao circuito simples, transformando-o numa associação de resistores em série, responda:

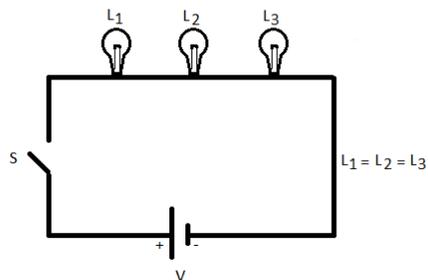


Figura 1 – Lâmpadas colocadas uma a uma e formando uma associação em série num circuito com bateria e interruptor

- f) Como irão brilhar as lâmpadas? Por quê?

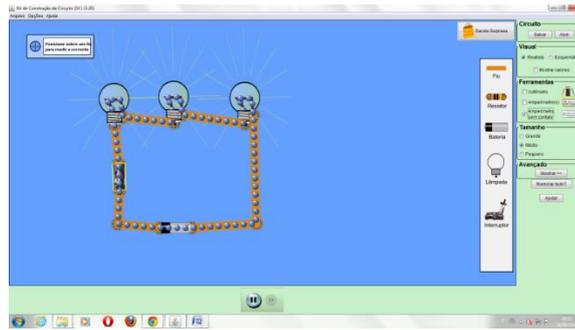


Figura 2 – Circuito construído pelos alunos

Elas brilharão cada vez menos, por que o circuito vai oferecendo mais resistência, mas com a mesma tensão.

g) O que acontece com a corrente elétrica do circuito?

Vai ficando cada vez menor.

h) E a tensão sobre cada lâmpada modifica?

Vai diminuindo conforme vamos aumentando o número de lâmpadas.

i) O que acontece com a Potência total dissipada?

Vai diminuindo porque a corrente total vai diminuindo.

j) E a Energia consumida modifica com o aumento de resistores?

Fica menor porque as lâmpadas vão brilhando cada vez menos.

2) Se colocarmos três lâmpadas de Potências diferentes, com Resistências $R_1=3\Omega$, $R_2=6\Omega$ e $R_3=9\Omega$, associadas em série, ligados a uma fonte de 12V de tensão, qual terá maior brilho, por quê?

A que tiver maior resistência elétrica, porque a corrente é a mesma e a de maior brilho é a que terá maior tensão.

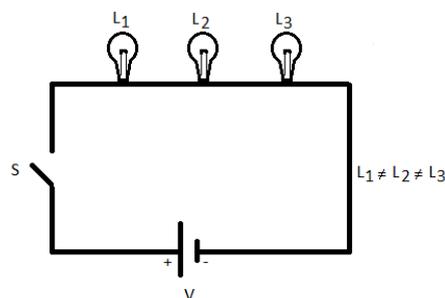


Figura 3 – Circuito de três lâmpadas de potências diferentes associadas em série

e) Qual é o valor da corrente elétrica que circula em cada lâmpada?

A corrente é igual para todas lâmpadas, $I=V/R_{total}=12/18=0,67A$

f) Qual é o valor da tensão elétrica sobre cada lâmpada?

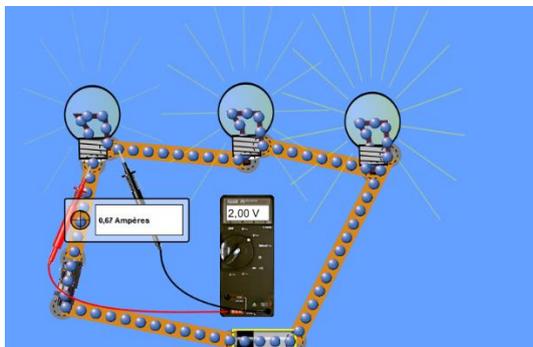


Figura 4 – Tensão medida sobre L_1



Figura 5 – Tensão medida sobre L_2

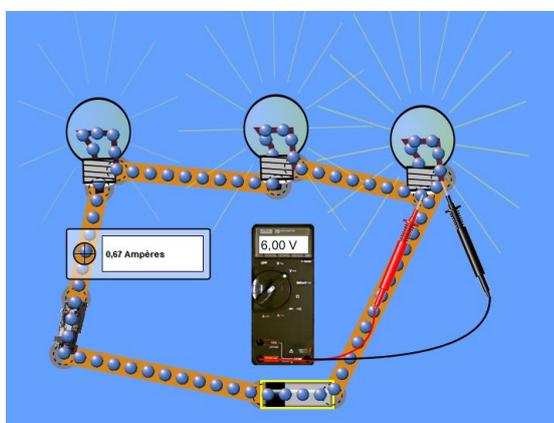


Figura 6 – Tensão medida sobre L_3

$$V_{L1}=2,0 \quad V_{L2}=4,0V \quad V_{L3}=6,0V$$

g) Qual é o valor da Potência dissipada por cada lâmpada?

$$P_{L1} = V_{L1} \cdot I = 2,0 \cdot 0,67 = 1,34W$$

$$P_{L2} = V_{L2} \cdot I = 4,0 \cdot 0,67 = 2,68W$$

$$P_{L3} = V_{L3} \cdot I = 6,0 \cdot 0,67 = 4,02W$$

h) Qual lâmpada consumirá mais energia a cada instante?

A lâmpada L3 consumirá mais energia, pois tem maior potência e é a que brilha mais.

3) Acrescentando-se lâmpadas em paralelo num circuito simples, responda as seguintes questões.

g) O que acontecerá com o brilho das mesmas?

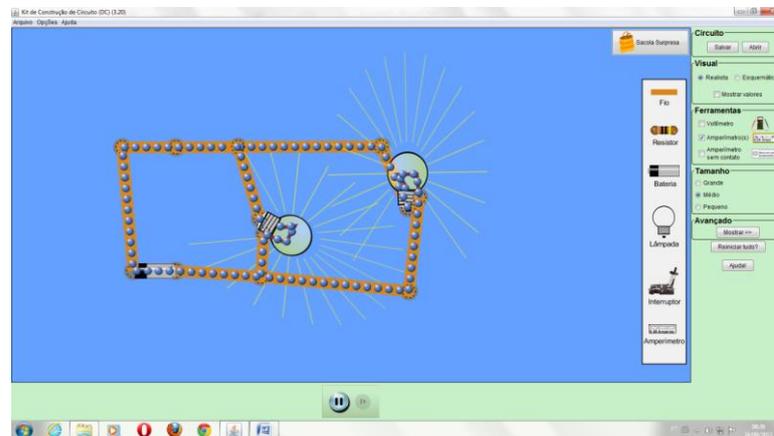


Figura 7 – Lâmpadas sendo colocadas numa associação em paralelo

O brilho das mesmas vai ser igual, pois estão em paralelo e a tensão é a mesma sobre cada uma delas.

h) A Corrente elétrica de cada lâmpada sofrerá alteração?

Se suas resistências forem idênticas a corrente de cada lâmpada permanece a mesma.

i) A tensão em cada lâmpada altera seu valor?

A tensão será a mesma sobre cada lâmpada.

j) O que acontece com a corrente total neste circuito?

A corrente total fica cada vez maior.

k) O que acontece com a Potência dissipada pelo circuito?

A potência vai aumentando pois a corrente total vai aumentando.

l) O que acontece com a energia elétrica consumida a cada instante?

A energia vai aumentando pois a potência aumenta seu valor.

4. Associe em paralelo três lâmpadas com Potências diferentes, sendo suas Resistências Elétricas $R_1=30\Omega$, $R_2=60\Omega$ e $R_3=90\Omega$, ligadas a uma fonte de tensão de $V=12V$, responda:

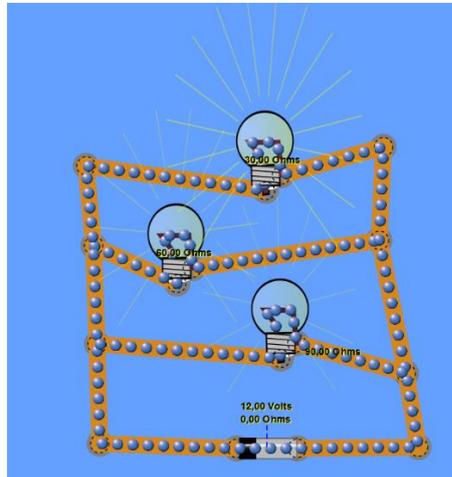


Figura 8 – Três lâmpadas associadas em paralelo

f) Qual destas lâmpadas terá maior brilho? Por quê?

Terá maior brilho a lâmpada que tiver menor resistência, porque passará por ela maior corrente.

g) Qual o valor da corrente elétrica que circula por cada lâmpada?

$$L1 \rightarrow I1=0,4A \quad L2 \rightarrow I2=0,2A \quad L3 \rightarrow I3=0,13A$$

h) Qual o valor da tensão elétrica sobre cada lâmpada?

É a mesma tensão da fonte.

i) Qual lâmpada possui maior Potência elétrica?

A que brilha mais, a que possui menor resistência.

j) Qual lâmpada consumirá maior quantidade de energia a cada instante?

A que brilhar mais, a que possui menor resistência.

05) Analise o circuito misto abaixo:

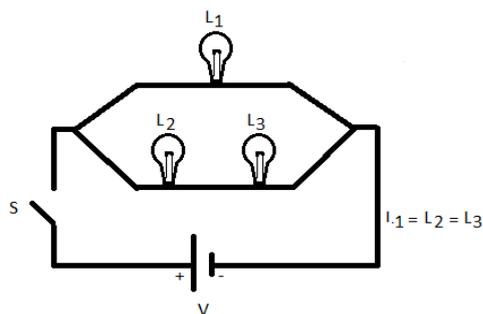


Figura 9 – Três lâmpadas numa associação mista

f) Ao fecharmos o interruptor (S), como será o brilho das lâmpadas? Por quê?

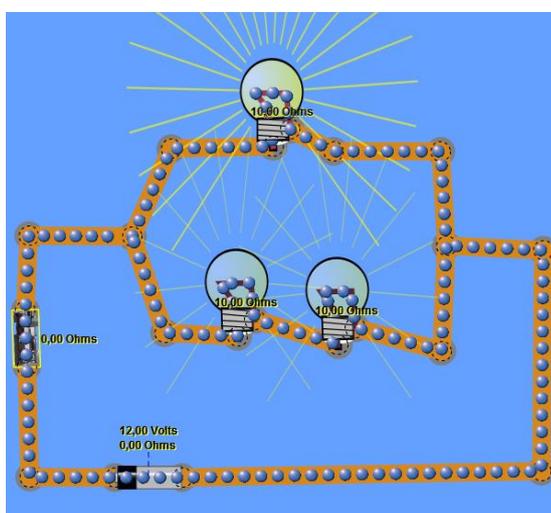


Figura 10 – Três lâmpadas numa associação mista construída pelos alunos

A lâmpada L1 brilha mais porque passa por ela maior corrente e ela fica também com maior tensão.

g) Qual o valor da Corrente Elétrica que circula por cada lâmpada?

$$L1 \rightarrow I1 = 1,2A \quad L2 \rightarrow I2 = 0,6A \quad L3 \rightarrow I3 = 0,6A$$

h) Qual o valor da Tensão Elétrica sobre cada lâmpada?

$$L1 \rightarrow V1 = 12V \quad L2 \rightarrow V2 = 6V \quad L3 \rightarrow V3 = 6V$$

i) Qual o valor da Potência dissipada por cada lâmpada?

$$L1 \rightarrow P1 = V1 \cdot I1 = 12 \cdot 1,2 = 14,4W$$

$$L2 \rightarrow P2 = V2 \cdot I2 = 6 \cdot 0,6 = 3,6W, \text{ que é a mesma potência para } L3$$

j) Qual destas lâmpadas consomem mais Energia a cada instante?

Consome mais energia a lâmpada de maior potência, a lâmpada L1.

06. No seguinte circuito, compare o brilho das lâmpadas (A), (B), (C) e (D), sendo de mesma Potência.

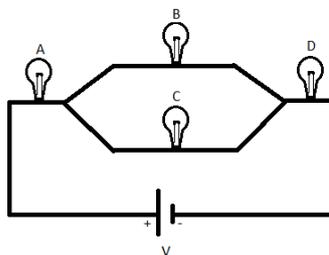


Figura 11 – Quatro lâmpadas numa associação mista

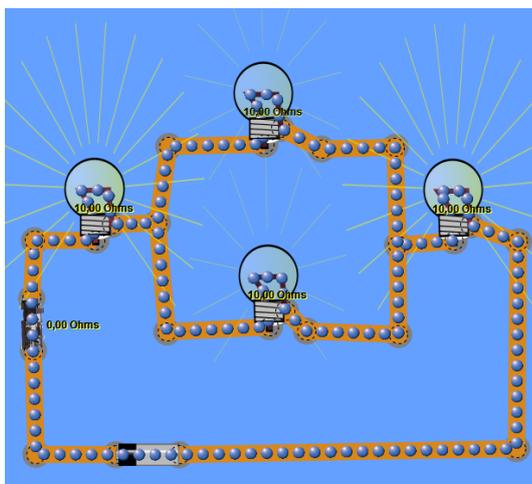


Figura 12 – Quatro lâmpadas numa associação mista construído pelos alunos

f) Qual destas lâmpadas terá maior brilho? Por quê?

As lâmpadas A e D pois recebem a corrente total do circuito e mais tensão do que a as lâmpadas B e C.

g) Qual destas lâmpadas consumirá maior quantidade de energia a cada instante?

As lâmpadas A e D, pois brilham mais e gastam mais energia e a potência delas está sendo maior.

07. Se retirarmos a lâmpada (C), o que acontecerá com o brilho da lâmpada (A)? Explique.

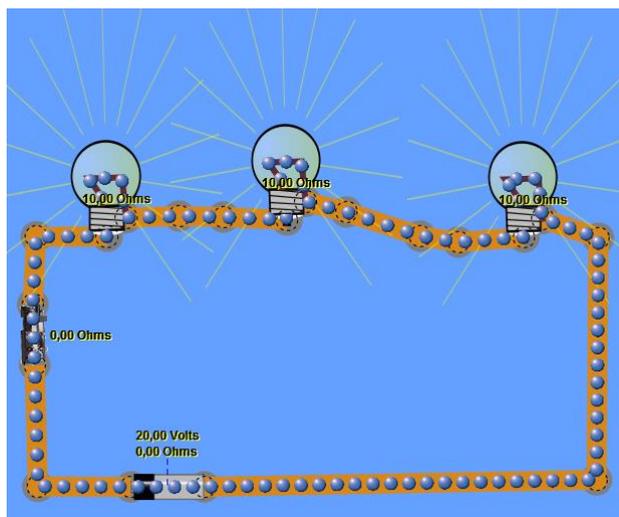


Figura 13 – Circuito da figura 51 sem a lâmpada C

O brilho da lâmpada A e D diminuem e da lâmpada B aumenta, pois a B passará a ter uma corrente maior e a A e D uma corrente menor.

ANEXO D – ATIVIDADES EXPERIMENTAIS COM LÂMPADAS

Grupo alunos A

Medir a resistência elétrica do resistor e aplicar tensões de 1,5V, 3,0V, 4,5V e 6,0V nele, medindo as respectivas correntes elétricas que circulam em cada caso. Aplicando a expressão ($V=I.R$), determinar a resistência elétrica para cada tensão aplicada.

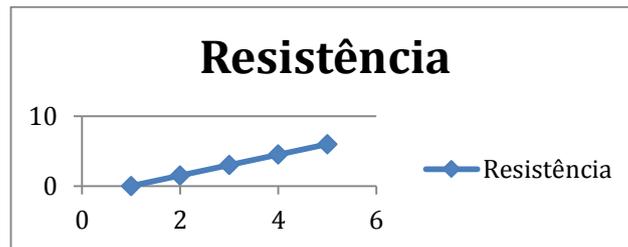
Valor medido – $R = 276 \Omega$

V (V)	1,5 V	3,0 V	4,5 V	6,0 V
I (A)	0,005 A	0,01 A	0,015 A	0,02 A
R (Ω)	300 Ω	300 Ω	300 Ω	300 Ω

Os valores encontrados para a resistência elétrica foram iguais ao valor medido pelo ohmímetro?

Em alguns resultados o resultado foi exatamente o mesmo, porém em outros o valor encontrado foi aproximadamente igual com o que foi medido com o ohmímetro.

Construa um gráfico, tensão x corrente, para este resistor.



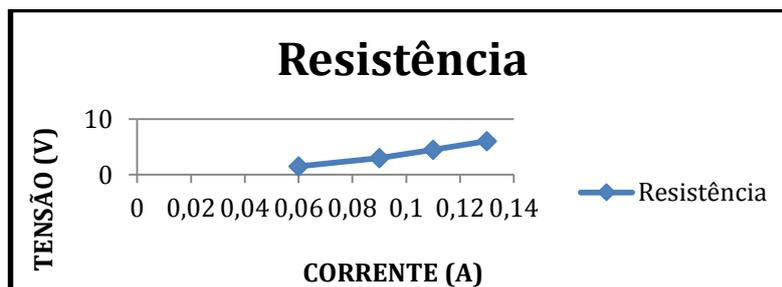
Medir a resistência elétrica de uma lâmpada de enfeites natalinos e aplicar tensões de 1,5V, 3,0V, 4,5V e 6,0V nele, medindo as respectivas correntes elétricas que circulam em cada caso. Aplicando a expressão ($V=I.R$), determinar a resistência elétrica para cada tensão aplicada.

V (V)	1,5 V	3,0 V	4,5 V	6,0 V
I (A)	0,06 A	0,09 A	0,11 A	0,13 A
R (Ω)	25 Ω	33,3 Ω	40,90 Ω	46,25 Ω

Os valores encontrados para a resistência elétrica foram iguais ao valor medido pelo ohmímetro?

Foi aumentando o valor para cada tensão aplicada.

Construa um gráfico, tensão x corrente, para o resistor desta lâmpada.



Grupo alunos B

ATIVIDADE COM EXPERIMENTOS 01:

OBJETIVO:

Verificar o comportamento da Resistência Elétrica de um resistor e de uma Lâmpada incandescente ao variarmos a Tensão elétrica sobre eles, construindo e interpretando o gráfico tensão x corrente.

EQUIPAMENTOS:

- Lâmpadas - Fios condutores - Resistores - Fonte

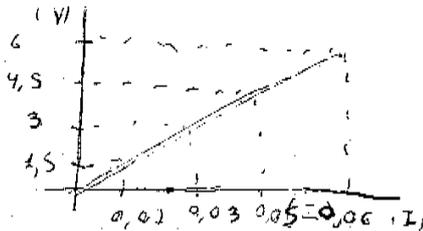
ATIVIDADES:

a) Medir a resistência elétrica do resistor e aplicar tensões de 1,5V, 3,0V, 4,5V e 6,0V nele, medindo as respectivas correntes elétricas que circulam em cada caso. Aplicando a expressão $(V=i.R)$, determinar a resistência elétrica para cada tensão aplicada.

V(V)	1,5	3	4,5	6
I(A)	0,02	0,03	0,05	0,06
R(Ω)	75 Ω	100 Ω	90 Ω	100 Ω

Os valores encontrados para a resistência elétrica foram iguais ao valor medido com o ohmímetro? *Não, encontramos 92,2 Ω*

b) Construa um gráfico, tensão x corrente, para este Resistor.

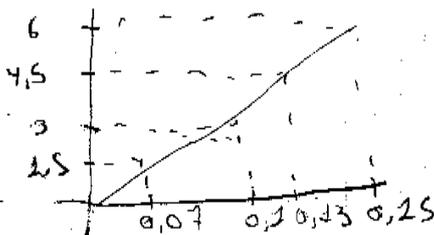


c) Medir a resistência elétrica de uma lâmpada de enfeites natalinos e aplicar tensões de 1,5V, 3,0V, 4,5V e 6,0V nele, medindo as respectivas correntes elétricas que circulam em cada caso. Aplicando a expressão $(V=i.R)$, determinar a resistência elétrica para cada tensão aplicada.

V(V)	1,5	3	4,5	6
I(A)	0,07	0,1	0,13	0,15
R(Ω)	21,42 Ω	30 Ω	34,61 Ω	40 Ω

Os valores encontrados para a resistência elétrica foram iguais ao valor medido com o ohmímetro? *Não encontramos 5,3 Ω*

b) Construa um gráfico, tensão x corrente, para o resistor desta lâmpada.



Grupo alunos C**ATIVIDADE COM EXPERIMENTOS 01:****OBJETIVO:**

Verificar o comportamento da Resistência Elétrica de um resistor e de uma Lâmpada incandescente ao variarmos a Tensão elétrica sobre eles, construindo e interpretando o gráfico tensão x corrente.

EQUIPAMENTOS:

- Lâmpadas - Fios condutores - Resistores - Fonte

ATIVIDADES:

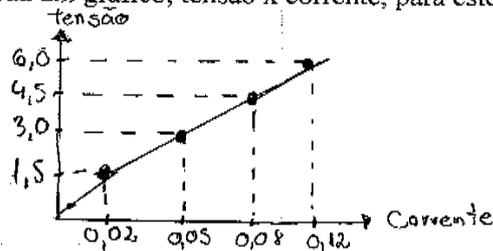
47 Ω

a) Medir a resistência elétrica do resistor e aplicar tensões de 1,5V, 3,0V, 4,5V e 6,0V nele, medindo as respectivas correntes elétricas que circulam em cada caso. Aplicando a expressão ($V=i.R$), determinar a resistência elétrica para cada tensão aplicada.

V(V)	1,5	3,0	4,5	6,0
I(A)	0,02	0,05	0,08	0,12
R(Ω)	75	60	56,25	50

Os valores encontrados para a resistência elétrica foram iguais ao valor medido com o ohmímetro? Não

b) Construa um gráfico, tensão x corrente, para este Resistor.

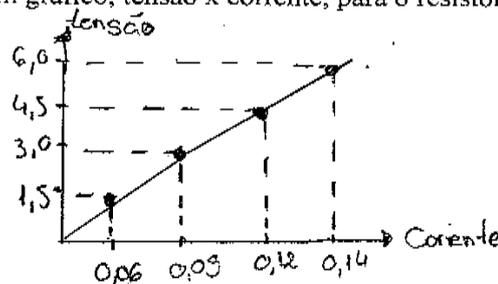


c) Medir a resistência elétrica de uma lâmpada de enfeites natalinos e aplicar tensões de 1,5V, 3,0V, 4,5V e 6,0V nele, medindo as respectivas correntes elétricas que circulam em cada caso. Aplicando a expressão ($V=i.R$), determinar a resistência elétrica para cada tensão aplicada.

V(V)	1,5	3,0	4,5	6,0
I(A)	0,06	0,09	0,12	0,14
R(Ω)	25	33,3	37,5	42,8

Os valores encontrados para a resistência elétrica foram iguais ao valor medido com o ohmímetro?

b) Construa um gráfico, tensão x corrente, para o resistor desta lâmpada.



Grupo alunos D

ATIVIDADE COM EXPERIMENTOS 01:
OBJETIVO:

$R = 85 \Omega$

Verificar o comportamento da Resistência Elétrica de um resistor e de uma Lâmpada incandescente ao variarmos a Tensão elétrica sobre eles, construindo e interpretando o gráfico tensão x corrente.

EQUIPAMENTOS:

$V = 5 \text{ V}$ $R = 85 \Omega$

- Lâmpadas - Fios condutores - Resistores - Fonte

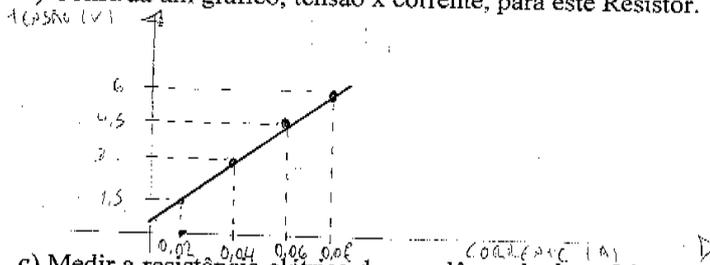
ATIVIDADES:

a) Medir a resistência elétrica do resistor e aplicar tensões de 1,5V, 3,0V, 4,5V e 6,0V nele, medindo as respectivas correntes elétricas que circulam em cada caso. Aplicando a expressão $(V=i.R)$, determinar a resistência elétrica para cada tensão aplicada.

V(V)	1,5	3,0	4,5	6,0
I(A)	0,02	0,04	0,06	0,08
R(Ω)	75 Ω	75 Ω	75 Ω	75 Ω

Os valores encontrados para a resistência elétrica foram iguais ao valor medido com o ohmímetro? **APROXIMADOS.**

b) Construa um gráfico, tensão x corrente, para este Resistor.



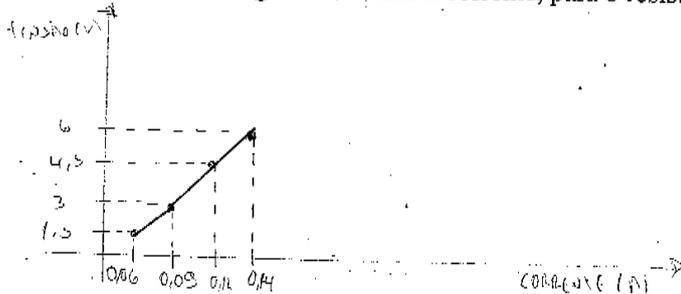
c) Medir a resistência elétrica de uma lâmpada de enfeites natalinos e aplicar tensões de 1,5V, 3,0V, 4,5V e 6,0V nele, medindo as respectivas correntes elétricas que circulam em cada caso. Aplicando a expressão $(V=i.R)$, determinar a resistência elétrica para cada tensão aplicada.

$R = 170 \Omega$

V(V)	1,5	3,0	4,5	6,0
I(A)	0,009	0,018	0,027	0,036
R(Ω)	170 Ω	170 Ω	170 Ω	170 Ω

Os valores encontrados para a resistência elétrica foram iguais ao valor medido com o ohmímetro? **NÃO.**

b) Construa um gráfico, tensão x corrente, para o resistor desta lâmpada.



Grupo alunos E

ATIVIDADE COM EXPERIMENTOS 01:

OBJETIVO:

Verificar o comportamento da Resistência Elétrica de um resistor e de uma Lâmpada incandescente ao variarmos a Tensão elétrica sobre eles, construindo e interpretando o gráfico tensão x corrente.

EQUIPAMENTOS:

- Lâmpadas - Fios condutores - Resistores - Fonte

ATIVIDADES:

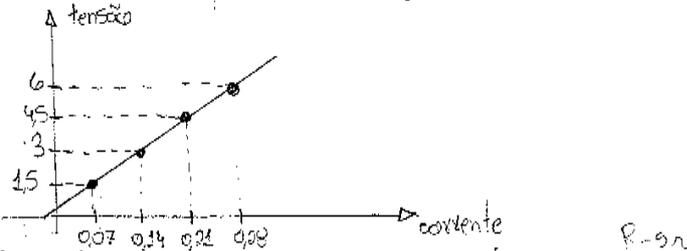
Resistor = 21,4 Ω

a) Medir a resistência elétrica do resistor e aplicar tensões de 1,5V, 3,0V, 4,5V e 6,0V nele, medindo as respectivas correntes elétricas que circulam em cada caso. Aplicando a expressão ($V=i.R$), determinar a resistência elétrica para cada tensão aplicada.

V(V)	1,5V	3,0V	4,5V	6,0V
I(A)	0,07A	0,14A	0,21A	0,28A
R(Ω)	21,42 Ω	21,42 Ω	21,42 Ω	21,42 Ω

Os valores encontrados para a resistência elétrica foram iguais ao valor medido com o ohmímetro? *sim, os valores são iguais.*

b) Construa um gráfico, tensão x corrente, para este Resistor.

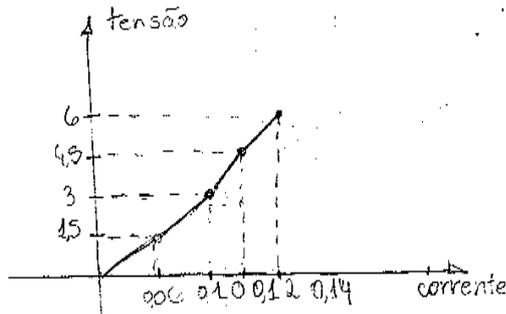


c) Medir a resistência elétrica de uma lâmpada de enfeites natalinos e aplicar tensões de 1,5V, 3,0V, 4,5V e 6,0V nele, medindo as respectivas correntes elétricas que circulam em cada caso. Aplicando a expressão ($V=i.R$), determinar a resistência elétrica para cada tensão aplicada.

V(V)	1,5V	3,0V	4,5V	6,0V
I(A)	0,06A	0,10A	0,12A	0,14A
R(Ω)	25 Ω	30 Ω	37,5 Ω	42,85 Ω

Os valores encontrados para a resistência elétrica foram iguais ao valor medido com o ohmímetro? *não, os valores são diferentes.*

b) Construa um gráfico, tensão x corrente, para o resistor desta lâmpada.



ATIVIDADE COM EXPERIMENTOS 02:

EQUIPAMENTOS:

- Lâmpadas - Fios condutores - Fonte

ATIVIDADES:

1. Aplicar uma tensão elétrica de 9,0V numa lâmpada, acrescente ao circuito uma lâmpada em série e analise o brilho delas. Após, acrescente outra lâmpada em série, analisando o brilho delas. O que acontece com o brilho das lâmpadas? Justifique fisicamente sua resposta

Quadro 19 – Respostas dos grupos para a questão 1 da atividade experimental 02

<i>Grupo de alunos A</i>	<i>O brilho das lâmpadas vai diminuindo, pois foram colocadas em série, assim somam as resistências e diminui a corrente.</i>
<i>Grupo de alunos B</i>	<i>O brilho das lâmpadas será menor, porque a corrente será menor.</i>
<i>Grupo de alunos C</i>	<i>Quando usamos apenas uma lâmpada o brilho é maior porque ela utiliza toda a energia do circuito, quando colocamos 2 o brilho é menor e com 3 menor ainda, pois quando existem duas ou mais lâmpadas em série, a tensão do circuito é dividida entre elas.</i>
<i>Grupo de alunos D</i>	<i>O brilho das lâmpadas diminui, mas as duas terão o mesmo brilho, porque a tensão vai ser dividida pois as lâmpadas estão em série, também somam as resistências e a corrente diminui.</i>
<i>Grupo de alunos E</i>	<i>O brilho dela diminui, pois no circuito em série a tensão se divide, a resistência aumenta e a corrente diminui.</i>

2) Aplicar uma tensão elétrica de 9,0V numa lâmpada, acrescente ao circuito uma lâmpada em paralelo e analise o brilho delas. Após acrescente outra lâmpada em paralelo, analisando o brilho delas. O que acontece com o brilho das lâmpadas? Justifique fisicamente sua resposta

Quadro 20 – Respostas dos grupos para a questão 2 da atividade experimental 02

<i>Grupo de alunos A</i>	<i>Ele se mantém o mesmo, porém a resistência total vai diminuindo e assim a corrente total aumenta.</i>
<i>Grupo de alunos B</i>	<i>O brilho dela permanece o mesmo, pois a corrente total vai ser dividida e a tensão será a mesma.</i>

<i>Grupo de alunos C</i>	<i>O brilho permanece igual, pois a resistência total diminui e a corrente total aumenta.</i>
<i>Grupo de alunos D</i>	<i>O brilho das lâmpadas fica igual, mas ficaram com brilhos iguais, pois estão em paralelo e a resistência total diminui.</i>
<i>Grupo de alunos E</i>	<i>O brilho não muda, pois a tensão permanece a mesma, a corrente aumenta e a resistência diminui.</i>

3) Aplicar uma tensão de 9,0V num circuito semelhante ao esquematizado abaixo, qual das lâmpadas brilhará mais?

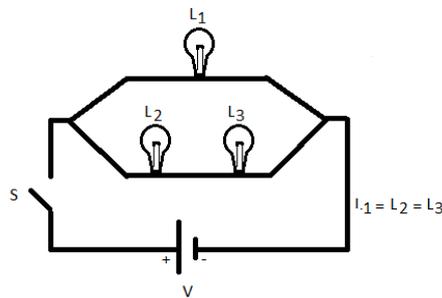


Figura 1 – Circuito misto com três lâmpadas

Quadro 21 – Respostas dos grupos para a questão 3 da atividade experimental 02

<i>Grupo de alunos A</i>	<i>L1 brilha mais, pois as lâmpadas tem a mesma resistência, assim as duas que estão em série ficam com mais resistência, passa menos corrente e brilham menos.</i>
<i>Grupo de alunos B</i>	<i>A lâmpada L1 brilhará mais, pois a tensão total é aplicada nela e as demais terão a tensão total dividida.</i>
<i>Grupo de alunos C</i>	<i>A L1 brilha mais porque recebe toda energia e L2 e L3 dividem a energia total.</i>
<i>Grupo de alunos D</i>	<i>O brilho da L1 será maior, pois a tensão nela é 9V e nas L2 e L3 a tensão é de 4,5V.</i>
<i>Grupo de alunos E</i>	<i>L1 brilha mais porque recebe mais corrente elétrica e L2 e L2 estão em série e terão menos corrente elétrica.</i>

ATIVIDADE COM EXPERIMENTOS 03:

EQUIPAMENTOS:

- Lâmpadas - Fios condutores - Fonte

ATIVIDADES:

1) Aplicar uma tensão de 9,0V num circuito semelhante ao esquematizado abaixo, qual das lâmpadas brilhará mais? Justifique fisicamente sua resposta.

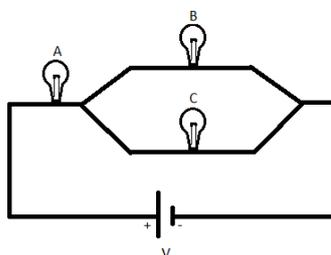


Figura 2 – Circuito misto com três lâmpadas

O que acontece com o brilho das lâmpadas se retirarmos a lâmpada C? Justifique fisicamente sua resposta

Quadro 22 – Respostas dos grupos para a questão 1 da atividade experimental 03

<i>Grupo de alunos A</i>	<i>A lâmpada que brilha mais é a lâmpada A, pois a corrente total passa por ela. Se retirarmos a lâmpada C, as lâmpadas A e B ficam em série e o brilho das duas fica idêntico.</i>
<i>Grupo de alunos B</i>	<i>As lâmpadas que estão em paralelo brilharão menos, pois a corrente que passa por elas é dividida. Se retirarmos a lâmpada C, A e B ficarão com o mesmo brilho, pois são idênticas e estão em série.</i>
<i>Grupo de alunos C</i>	<i>A lâmpada A brilha mais, pois as lâmpadas C e B dividem a tensão restante que é menor. Sem a C, as lâmpadas A e B terão o mesmo brilho.</i>
<i>Grupo de alunos D</i>	<i>A Lâmpada A terá mais brilho, pois ela está em série com as lâmpadas B e C que estão em paralelo, onde a corrente se divide. Elas terão o mesmo brilho, pois estarão em série e assim a tensão se divide entre elas.</i>

<i>Grupo de alunos E</i>	<i>A lâmpada A brilhará mais, pois ela recebe a corrente total, as outras brilharão menos pois dividem a corrente.</i>
--------------------------	--

2) Aplicar uma tensão elétrica de 9,0V no circuito esquematizado abaixo, com as lâmpadas A, B e C, qual das lâmpadas brilhará mais? Se acrescentarmos ao circuito uma lâmpada D, em paralelo com B e C, o que acontecerá com o brilho da lâmpada A? Justifique fisicamente sua resposta.

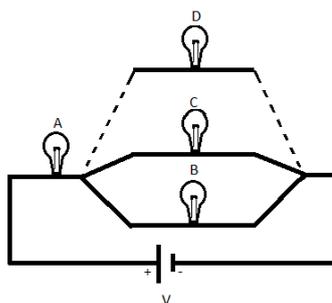


Figura 3 – Circuito misto com quatro lâmpadas

Quadro 23 – Respostas dos grupos para a questão 2 da atividade experimental 03

<i>Grupo de alunos A</i>	<i>Em um circuito com as lâmpadas A, B e C, a lâmpada A brilhará mais. Se acrescentarmos ao circuito uma lâmpada D em paralelo com B e C, a lâmpada A terá seu brilho mais intenso, pois nela passa toda corrente e nas outras a corrente será dividida.</i>
<i>Grupo de alunos B</i>	<i>A lâmpada A brilha mais, pois ela estará em série com as três lâmpadas em paralelo, diminuindo a resistência delas e diminuindo a tensão sobre elas.</i>
<i>Grupo de alunos C</i>	<i>Se acrescentarmos a lâmpada D, a lâmpada A continuará brilhando da mesma forma, porém as lâmpadas B e C brilharão menos pois dividirão a corrente entre 3 agora.</i>
<i>Grupo de alunos D</i>	<i>A lâmpada A continuará com o mesmo brilho, pois sua resistência não se altera.</i>
<i>Grupo de alunos E</i>	<i>A lâmpada A brilhará mais, quando colocamos a D no circuito, pois ela diminui a resistência no paralelo e a lâmpada A fica com uma resistência bem maior, recebendo uma tensão maior.</i>

3) Aplicar uma tensão de 9,0V num circuito semelhante ao esquematizado abaixo, qual das lâmpadas brilhará mais? E se retirarmos do circuito a lâmpada C, o que acontecerá com o brilho das lâmpadas? Justifique fisicamente sua resposta.

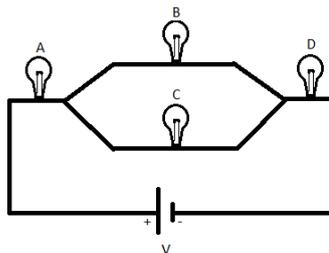


Figura 4 – Circuito misto com quatro lâmpadas

Quadro 24 – Respostas dos grupos para a questão 3 da atividade experimental 03

<i>Grupo de alunos A</i>	<i>As lâmpadas que mais brilharão são A e D, porque recebem mais tensão, já que B e C produzem uma resistência menor. Se retirarmos do circuito a lâmpada C, o brilho das lâmpadas A, B e D será o mesmo pois elas ficam em série e a corrente que passa por elas é a mesma e são lâmpadas idênticas.</i>
<i>Grupo de alunos B</i>	<i>A e D brilharão mais e com a mesma intensidade de brilho, e B e C brilharão menos, pois estão em paralelo e a resistência fica menor. Se retirarmos a lâmpada C, elas terão a mesma intensidade de brilho, pois ficarão em série e são lâmpadas idênticas.</i>
<i>Grupo de alunos C</i>	<i>As lâmpadas A e D terão o mais brilho, pois a lâmpada A está em série, B e C estão em paralelo e a lâmpada D está em série.</i>
<i>Grupo de alunos D</i>	<i>As lâmpadas A e D brilharão mais pois recebem a corrente total. Se retirarmos a lâmpada C, ficarão todas em série e brilharão da mesma forma pois são idênticas.</i>
<i>Grupo de alunos E</i>	<i>As lâmpadas A e D brilharão mais, pois passará maior corrente sobre elas. Se retiramos a lâmpada C, todas brilharão igualmente, pois estão em série e são idênticas.</i>

ATIVIDADE COM EXPERIMENTOS 03:

EQUIPAMENTOS:

- Lâmpadas - Fios condutores - Fonte

ATIVIDADES:

1) Aplicar uma tensão de 9,0V num circuito semelhante ao esquematizado abaixo, qual das lâmpadas brilhará mais? Justifique fisicamente sua resposta.

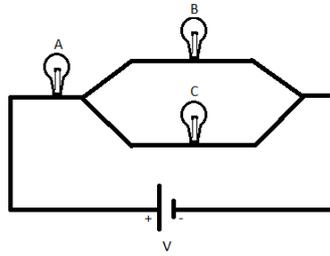


Figura 3 – Circuito misto com três lâmpadas

O que acontece com o brilho das lâmpadas se retirarmos a lâmpada C? Justifique fisicamente sua resposta

Quadro 25 – Respostas dos grupos para a questão 1 da atividade experimental 03

<i>Grupo de alunos A</i>	<i>A lâmpada que brilha mais é a lâmpada A, pois a corrente total passa por ela. Se retirarmos a lâmpada C, as lâmpadas A e B ficam em série e o brilho das duas fica idêntico.</i>
<i>Grupo de alunos B</i>	<i>As lâmpadas que estão em paralelo brilharão menos, pois a corrente que passa por elas é dividida. Se retirarmos a lâmpada C, A e B ficarão com o mesmo brilho, pois são idênticas e estão em série.</i>
<i>Grupo de alunos C</i>	<i>A lâmpada A brilha mais, pois as lâmpadas C e B dividem a tensão restante que é menor. Sem a C, as lâmpadas A e B terão o mesmo brilho.</i>
<i>Grupo de alunos D</i>	<i>A Lâmpada A terá mais brilho, pois ela está em série com as lâmpadas B e C que estão em paralelo, onde a corrente se divide. Elas terão o mesmo brilho, pois estarão em série e assim a tensão se divide entre elas.</i>
<i>Grupo de alunos E</i>	<i>A lâmpada A brilhará mais, pois ela recebe a corrente total, as outras brilharão menos pois dividem a corrente.</i>

2) Aplicar uma tensão elétrica de 9,0V no circuito esquematizado abaixo, com as lâmpadas A, B e C, qual das lâmpadas brilhará mais? Se acrescentarmos ao circuito uma lâmpada D, em paralelo com B e C, o que acontecerá com o brilho da lâmpada A? Justifique fisicamente sua resposta.

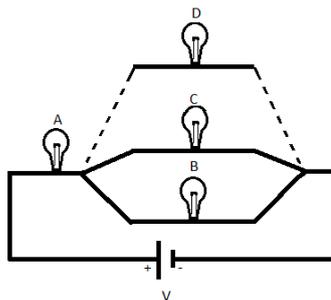


Figura 4 – Circuito misto com quatro lâmpadas

Quadro 26 – Respostas dos grupos para a questão 2 da atividade experimental 03

<i>Grupo de alunos A</i>	<i>Em um circuito com as lâmpadas A, B e C, a lâmpada A brilhará mais. Se acrescentarmos ao circuito uma lâmpada D em paralelo com B e C, a lâmpada A terá seu brilho mais intenso, pois nela passa toda corrente e nas outras a corrente será dividida.</i>
<i>Grupo de alunos B</i>	<i>A lâmpada A brilha mais, pois ela estará em série com as três lâmpadas em paralelo, diminuindo a resistência delas e diminuindo a tensão sobre elas.</i>
<i>Grupo de alunos C</i>	<i>Se acrescentarmos a lâmpada D, a lâmpada A continuará brilhando da mesma forma, porém as lâmpadas B e C brilharão menos pois dividirão a corrente entre 3 agora.</i>
<i>Grupo de alunos D</i>	<i>A lâmpada A continuará com o mesmo brilho, pois sua resistência não se altera.</i>
<i>Grupo de alunos E</i>	<i>A lâmpada A brilhará mais, quando colocamos a D no circuito, pois ela diminui a resistência no paralelo e a lâmpada A fica com uma resistência bem maior, recebendo uma tensão maior.</i>

3) Aplicar uma tensão de 9,0V num circuito semelhante ao esquematizado abaixo, qual das lâmpadas brilhará mais? E se retirarmos do circuito a lâmpada C, o que acontecerá com o brilho das lâmpadas? Justifique fisicamente sua resposta.

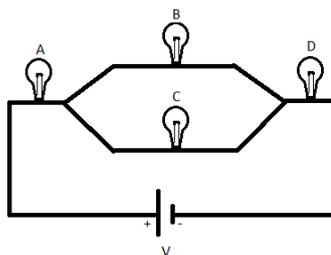


Figura 5 – Circuito misto com quatro lâmpadas

Quadro 27 – Respostas dos grupos para a questão 3 da atividade experimental 03

<i>Grupo de alunos A</i>	<i>As lâmpadas que mais brilharão são A e D, porque recebem mais tensão, já que B e C produzem uma resistência menor. Se retirarmos do circuito a lâmpada C, o brilho das lâmpadas A, B e D será o mesmo pois elas ficam em série e a corrente que passa por elas é a mesma e são lâmpadas idênticas.</i>
<i>Grupo de alunos B</i>	<i>A e D brilharão mais e com a mesma intensidade de brilho, e B e C brilharão menos, pois estão em paralelo e a resistência fica menor. Se retirarmos a lâmpada C, elas terão a mesma intensidade de brilho, pois ficarão em série e são lâmpadas idênticas.</i>
<i>Grupo de alunos C</i>	<i>As lâmpadas A e D terão o mais brilho, pois a lâmpada A está em série, B e C estão em paralelo e a lâmpada D está em série.</i>
<i>Grupo de alunos D</i>	<i>As lâmpadas A e D brilharão mais pois recebem a corrente total. Se retirarmos a lâmpada C, ficarão todas em série e brilharão da mesma forma pois são idênticas.</i>
<i>Grupo de alunos E</i>	<i>As lâmpadas A e D brilharão mais, pois passará maior corrente sobre elas. Se retiramos a lâmpada C, todas brilharão igualmente, pois estão em série e são idênticas.</i>

ANEXO E – PROGRAMAÇÃO COMPUTACIONAL DOS PROJETOS

Simulação de corrida

```
int led = 7;
int led2 = 6;

void setup() {
  pinMode(led, OUTPUT);
  pinMode(led2, OUTPUT);
}
void loop(){
  digitalWrite(led, HIGH);
  digitalWrite(led2, HIGH);
}
```

Sensor de luminosidade controlando leds

```
int sensor = 0; //Pino analógico em que o sensor está conectado.
int valorSensor = 0; //Variável usada para ler o valor do sensor em tempo real.
const int ledAmarelo = 8;
const int ledBranco = 9;
const int ledVerde = 10;

//Função setup, executano uma vez ao ligar o Arduino.
void setup(){
  //Ativando o serial monitor que exibirá os valores lidos no sensor.
  Serial.begin(9600);

  //Definindo pinos digitais dos leds como de saída.
  pinMode(ledAmarelo, OUTPUT);
  pinMode(ledBranco, OUTPUT);
  pinMode(ledVerde, OUTPUT);
  pinMode(sensor, INPUT);
}

//Função loop, executando enquanto o arduino estiver ligado.
void loop(){

  //Lendo o valor do sensor.
  int valorSensor = analogRead(sensor);
  Serial.print(sensor);

  //Os valores da luminosidade podem ser alterados conforme a necessidade.
  //Luminosidade baixa.
  if(valorSensor <= 100){

    digitalWrite(ledBranco, HIGH);
    digitalWrite(ledAmarelo, LOW);
    digitalWrite(ledVerde, LOW);
  }
}
```

```

//Luminosidade média.
if(valorSensor >= 150&&valorSensor <= 300){
  apagaLeds();
  digitalWrite(ledBranco, LOW);
  digitalWrite(ledAmarelo, HIGH);
  digitalWrite(ledVerde, LOW);
}

//Luminosidade alta.
if(valorSensor >= 210){
  apagaLeds();
  digitalWrite(ledBranco, LOW);
  digitalWrite(ledAmarelo, LOW);
  digitalWrite(ledVerde, HIGH);
}

//Exibindo o valor so sensor no serial monitor.
Serial.println(valorSensor);

delay(50);
}

//Função criada para apagar todos os leds de uma vez.
void apagaLeds(){
  digitalWrite(ledBranco, LOW);
  digitalWrite(ledAmarelo, LOW);
  digitalWrite(ledVerde, LOW);
}

```

Sensor de temperatura controlando leds

```

const int led1 = 8;
const int led2 = 9;
const int led3 = 10;
const int led4 = 7;
int ValorSensor = 0; //Variável usada para ler o valor do sensor em tempo real.
int PinoSensor = 0; //Pino analógico em que o sensor está conectado.

//Função setup, executano uma vez ao ligar o Arduino.
void setup(){
  Serial.begin(9600);

  //Definindo pinos digitais dos leds como de saída.
  pinMode(led1, OUTPUT);
  pinMode(led2, OUTPUT);
  pinMode(led3, OUTPUT);
  pinMode(led3, OUTPUT);
}

//Função loop, executando enquanto o arduino estiver ligado.
void loop(){
  int ValorSensor = analogRead(PinoSensor);
  Serial.print("Valor do Sensor = ");

```

```

    if(ValorSensor > 0){
        digitalWrite(led1, HIGH);
    }
    else
    {
        digitalWrite(led1, LOW);
    }
    if(ValorSensor > 527){
        digitalWrite(led2, HIGH);
    }
    else
    {
        digitalWrite(led2, LOW);
    }
    if(ValorSensor > 530){
        digitalWrite(led3, HIGH);
    }
    else
    {
        digitalWrite(led3, LOW);
    }
    if(ValorSensor > 535){
        digitalWrite(led4, HIGH);
        delay(500);
    }
    while(ValorSensor > 540){
        digitalWrite(led4, LOW);
        delay(500);
        digitalWrite(led4, HIGH);
        delay(500);
        digitalWrite(led4, LOW);
    }
    Serial.println(ValorSensor);
    delay(100);
}

```

Sirene com LEDs

```

//Sirene com LEDs
int ledpin2 = 6;
int ledpin3 = 7;
int buzzer = 10;

void setup(){
    pinMode(ledpin2, OUTPUT);
    pinMode(ledpin3, OUTPUT);
    pinMode(buzzer, OUTPUT);
}
void loop(){
    while(1){
        Sirene();}
    tone(buzzer,1500);
    delay(200);
    tone(buzzer,100);
}

```

```

delay(200);
tone(buzzer,1500);
delay(200);
digitalWrite(ledpin2, HIGH);
delay(200);
digitalWrite(ledpin2, LOW);
digitalWrite(ledpin3, HIGH);
delay(200);
digitalWrite(ledpin3, LOW);
tone(buzzer,100);
delay(200);
}

```

```

void Sirene(){
tone(buzzer,1500);
delay(200);
digitalWrite(ledpin2, HIGH);
tone(buzzer,100);
delay(200);
digitalWrite(ledpin2, LOW);
digitalWrite(ledpin3, HIGH);
delay(200);
digitalWrite(ledpin3, LOW);
}

```

Semáforo Interativo

```

int carro_vermelho = 12;
int carro_amarelo = 11;
int carro_verde = 10;
int pedestre_vermelho = 9;
int pedestre_verde = 8;
int botao = 7;
int pedestre_tempo = 5000;
unsigned long botao_tempo;

void setup(){
pinMode(carro_vermelho, OUTPUT);
pinMode(carro_amarelo, OUTPUT);
pinMode(carro_verde, OUTPUT);
pinMode(pedestre_vermelho, OUTPUT);
pinMode(pedestre_verde, OUTPUT);
pinMode(botao, INPUT);
digitalWrite(carro_verde, HIGH);
digitalWrite(pedestre_vermelho, HIGH);
}

void loop(){
int estado=digitalRead(botao);
if(estado==HIGH&&(millis()-botao_tempo)>5000);
{
troca_luz();
}
}

```

```
void troca_luz(){
  digitalWrite(carro_verde, LOW);
  digitalWrite(carro_amarelo, HIGH);
  delay(2000);
  digitalWrite(carro_amarelo, LOW);
  digitalWrite(carro_vermelho, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(pedestre_vermelho, LOW);
  digitalWrite(pedestre_verde, HIGH);
  delay(pedestre_tempo);
  for(int x=0; x<10; x++)
  {
    digitalWrite(pedestre_verde, HIGH);
    delay(250);
    digitalWrite(pedestre_verde, LOW);
    delay(250);
  }
  digitalWrite(pedestre_vermelho, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(carro_amarelo, HIGH);
  digitalWrite(carro_vermelho, LOW);
  delay(1000);
  digitalWrite(carro_verde, HIGH);
  digitalWrite(carro_amarelo, LOW);
  botao_tempo=millis();
}
```

ANEXO F – DEPOIMENTOS DE ALUNOS SOBRE ATIVIDADES REALIZADAS

Foi magnífico, depois desses trabalhos com simulações entendi perfeitamente o caminho das correntes e tensões. Meu avanço está sendo excelente, pois estou compreendendo como as lâmpadas se comportam com as tensões, correntes e resistências diferentes. (Aluno A1)

Usando simulações nós podemos observar melhor tudo e no programa utilizado no computador nós observamos as lâmpadas brilhando e podemos perceber nossos erros e não tem perigo de se machucar com a corrente elétrica. Os experimentos foram importantes, sem as lâmpadas é ruim pois nós não podemos observar a passagem da corrente e com as lâmpadas podemos ver seu brilho. (Aluno B1)

Utilizando as simulações consegui entender melhor como funcionam os circuitos e como serão nas aulas práticas, pois a simulação é bem convincente. Com os experimentos com as lâmpadas aprendi a ter mais cuidado ao mexer como os circuitos e é necessário cuidado ao mexer com tensão e eletricidade pois podemos queimar, etc... (Aluno C1)

Realizando as simulações e experimentos, aprendi melhor sobre corrente, tensão e resistência e o quando elas dependem uma da outra num circuito. O fato de ter que tomar mais cuidado na prática, para não tomar um choque ou queimar algum equipamento, foi bem importante, diferente do que acontecia nas simulações, onde não precisávamos ter cuidado. (Aluno D1)

Utilizando as simulações, foi mais fácil de entender como funciona um circuito elétrico, pois praticando fizemos testes com o que tínhamos aprendido na teoria. Nos experimentos botamos em prática o que havíamos testado nas simulações, e vimos que é simples, porém só na teoria confunde mais. (Aluno E1)

Me mostrou que todas as coisas teóricas acontecem realmente, passei a entender mais a teoria dentro desta parte prática, principalmente com o auxílio do brilho das lâmpadas. Agente entende como as coisas acontecem no nosso próprio dia-a-dia. (Aluno G1)

É muito bom para nossa aprendizagem podermos ver os circuitos fisicamente, ajuda muito para podermos associar os circuitos como fazemos no papel. (Aluno H1)

Grande avanço e reforço da matéria, pois com os experimentos é mais fácil de entender a teoria e esclarece alguns conceitos, como nas associações de resistores, enfim, esclarecendo as teorias. (Aluno I1)

Acho que tive um grande avanço, pois ficou mais fácil de ver como os circuitos funcionam e a cada nova atividade eu aprendia mais, aprimorando o que já sabia. Essas foram as aulas que mais gostei, pois pude botar em prática o que já sabia. (Aluno J1)

Foi um grande avanço. Com as simulações foi possível ter uma ideia de como seria a prática e se cometêssemos algum erro não teria algum dano material. Com os experimentos avançamos mais ainda no aprendizado, mas tivemos que tomar mais cuidado. (Aluno K1)

Tive um grande avanço, porque consegui aprender e entender mais, foi bem divertido e a matéria pareceu me incentivar mais. (Aluno L1)

Foi bom, pois com essas simulações eu tive uma melhor ideia de como seria uma aula prática, elas nos preparam para outras experiências de eletricidade. Com os experimentos eu aprendi como se faz e como funciona um circuito, estas aulas experimentais melhoraram as práticas na disciplina. (Aluno M1)

Com as simulações consegui adquirir mais conhecimentos e reforcei aquilo que já tinha aprendido até então. E para mim o avanço foi além do esperado, consegui entender algo que estava com muitas dúvidas. E, na prática vimos algo que estava apenas na teoria. (Aluno O1)

O avanço na minha aprendizagem foi muito elevado quando começamos a fazer estas simulações, pois pude entender várias coisas ao qual não entendia sobre os circuitos quando o professor tentava explicar, a prática do mesmo fica mais fácil para entender. Com os experimentos também tive um elevado aprendizado, pude entender melhor o que ocorre com as lâmpadas ligadas em circuitos em série e paralelo. O problema dos experimentos é que as vezes algum equipamento não funciona, uma vez quando realizamos um experimento a nossa fonte não passava a corrente necessária e ai não deu certo, mas juntando os dois pude entender melhor o funcionamento de um circuito. (Aluno A2)

Com as simulações e os experimentos se tornou mais fácil para entender o que ocorre num circuito, pude claramente perceber como se dava o aumento e a diminuição do brilho das lâmpadas e trabalhar com a prática facilita bem mais a aprendizagem. (Aluno B2)

Houve muito avanço em minha aprendizagem mesmo, considerando que eu não sabia nada de eletricidade. (Aluno C2)

Com as simulações entendi a ideia do quanto uma lâmpada aguenta, aprendi também um pouco mais sobre os circuitos em série e paralelo, as simulações são ótimos meios de aprendizagem. Os experimentos foram ótimos, pois tudo que fizemos em simulações refizemos na prática. (Aluno D2)

A teoria não fazia mais sentido ficar lendo e lendo e fazendo contas, mas tínhamos que fazer tudo isso na prática e expandindo o que já sabia. (Aluno E2)

Eu entendi com mais clareza o funcionamento dos circuitos e o que ocorre com eles quando colocamos ou retiramos alguns objetos. Houve um grande avanço pois eu aprendi a colocar lâmpadas em série e em paralelo. (Aluno F2)

Nas simulações tive um grande avanço, pois esse programa é uma ótima ferramenta para mostrar os resultados se realmente tivéssemos feito fora do computador. Na minha opinião, os experimentos foram muito melhores do que fazer simulações no computador, pois mostra, mais um pouco, que a eletricidade realmente está em nosso dia-a-dia para facilitar e explicar as coisas. (Aluno G2)

Foram avanços consideráveis comparados com as aulas apenas teóricas, com as simulações e com os experimentos consegui entender um pouco melhor e gosto mais destas aulas em específico, pois demonstram mais a prática. (Aluno H2)

Agora tenho uma noção maior de como é um circuito, sei usar aparelhos como amperímetro, se que não se deve aplicar tensões muito maiores do que permitidas. (Aluno I2)

Com as aulas de simulações ganhamos mais aprendizagem e experiência nos assuntos trabalhados desde o início do ano, temos uma base de como funciona um circuito. Com as aulas práticas também adquirimos conhecimento e foi importante porque conseguimos colocar a teoria em prática, onde a maioria dos alunos se dedicaram mais. (Aluno J2)

Com as simulações e com os experimentos o aprendizado foi bem maior, pois vimos muitas coisas novas e colocamos em prática nossos conhecimentos de tensão, corrente e resistência. (Aluno K2)