



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

ATIVIDADES COMPUTACIONAIS E EXPERIMENTAIS COMO
FERRAMENTAS DE ENSINO DA ELETRICIDADE

Roniedison Scarpatti

Lajeado, Dezembro de 2018.

Roniedison Scarpati

**ATIVIDADES COMPUTACIONAIS E EXPERIMENTAIS COMO
FERRAMENTAS DE ENSINO DA ELETRICIDADE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade do Vale do Taquari, como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas, na linha de pesquisa Tecnologias, Metodologias e Recursos Didáticos para o Ensino de Ciências Exatas.

Orientadora: Professora Dr^a Márcia Jussara Hepp Rehfeldt.

Co-orientadora: Professora Dr^a Sônia Elisa Marchi Gonzatti.

Lajeado, Dezembro de 2018.

ATIVIDADES COMPUTACIONAIS E EXPERIMENTAIS COMO FERRAMENTAS DE ENSINO DA ELETRICIDADE

Roniedison Scarpati

A banca examinadora _____ a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade do Vale do Taquari, como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas, Tecnologias, Metodologias e Recursos Didáticos para o Ensino de Ciências Exatas.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a.Dr^a. Márcia Jussara Hepp Rehfeldt – Orientadora
Universidade Vale do Taquari - UNIVATES

Prof^a.Dr^a. Sônia Elisa Marchi Gonzatti – Co-orientadora
Universidade do Vale do Taquari – UNIVATES

Prof. Dr. Italo Gabriel Neide
Universidade do Vale do Taquari – UNIVATES
Avaliador

Prof. Dr^a. Miriam Inês Marchi
Universidade do Vale do Taquari – UNIVATES
Avaliador

Prof. Dr^a Luciano Denardin
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS

Lajeado, Dezembro de 2018.

Dedico este trabalho às pessoas mais importantes em minha vida: à Diesther B. S. Scarpati, minha esposa, pela compreensão nos momentos de ausência, pelo carinho e colaboração constante nas horas de aflição; aos meus filhos, Davi e Samuel, minha maior herança, pelo carinho e afeto em que tirei força para conclusão deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para a realização desta pesquisa:

- A Deus por sempre iluminar o meu caminho por me dar força, paciência e competência para concluir este trabalho;
- À minha família pelo incentivo, compreensão e por algumas privações;
- Aos Professores e doutores do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências Exatas da Universidade do Vale do Taquari-UNIVATES, por terem me proporcionado oportunidades para aprofundar meu conhecimento, visando a melhorar nossa prática docente.
- Ao professor Dr. Italo Gabriel Neide e à professora Dra. Miriam Inês Marchi, pela participação em minha banca de qualificação e pelas contribuições e sugestões de melhorias feitas naquele momento. Agradeço-lhes, também, por terem aceitado o convite para participarem da minha banca de defesa.
- À professora Dr^a. Márcia Jussara Hepp Rehfeldt, orientadora desta pesquisa, e à professora Dr^a Sônia Elisa Marchi Gonzatti, co-orientadora, pelas constantes contribuições e incentivos, indicando a melhor direção para realizar este trabalho e, principalmente, por confiarem em minha proposta. Ademais, além de suas contribuições valiosas em minha pesquisa, percebo profissionais de extrema competência, experiência e dedicação, que levo como exemplo para a minha caminhada na educação.

RESUMO

Esta dissertação aborda a utilização de simulações computacionais e atividades experimentais, sendo a última como metodologia complementar, no ensino de Eletricidade, em especial, os circuitos elétricos. Este trabalho foi desenvolvido com alunos do 3º ano do Ensino Médio e o problema que embasou a pesquisa foi: Quais são as implicações na prática pedagógica do uso de simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de Eletricidade para o 3º ano do Ensino Médio em uma escola da rede pública estadual, na cidade de Linhares, ES? A investigação foi realizada em uma escola pública do município de Linhares, Espírito Santo, tendo, como participantes, dezoito alunos. Os objetivos específicos elencados para esta pesquisa foram: desenvolver uma atividade pedagógica de circuitos elétricos com alunos do 3º ano do Ensino Médio, por meio de simulação computacional; desenvolver uma atividade de laboratório sobre circuito elétrico com alunos do 3º ano do Ensino Médio, por meio de atividade experimental; identificar as implicações da prática pedagógica proposta, com base nas simulações computacionais e atividades experimentais, no ensino de conceitos básicos de Eletricidade; avaliar se as atividades desenvolvidas na prática pedagógica são potencialmente relevantes para o ensino de conceitos básicos de Eletricidade. A pesquisa é de natureza qualitativa. Para levantamento dos dados foram utilizados, nesta sequência: o roteiro de atividades da prática de simulação computacional; o questionário do *Socrative*, com vistas a avaliar a aprendizagem na simulação computacional; o roteiro de atividades experimentais; e o questionário de avaliação da intervenção pedagógica realizada. Foram utilizados como dados, também, questionamentos durante as atividades propostas, além de observações feitas em um diário de campo e fotos. Os dados analisados apontaram o seguinte: a) os estudantes evidenciaram, durante a simulação computacional, a falta de alguns conceitos básicos relacionados às grandezas elétricas, principalmente à corrente elétrica, pois alguns alunos não diferenciavam corrente de tensão elétrica; b) o questionário do *Socrative* foi importante para evidenciar lacunas apontadas no item anterior; c) a atividade experimental, como complemento à simulação, pode ser usada para dirimir as dúvidas não sanadas por meio da simulação; d) o material elaborado e proposto nesta prática mostrou-se eficiente, pois contribuiu para que houvesse ampliação dos conhecimentos dos estudantes, possibilitando a verificação de fenômenos e conceitos físicos, de forma prática, além de relacioná-los com os conteúdos apresentados em sala de aula e e) foi possível, por meio das atividades realizadas, perceber evidências de que os estudantes estavam bem mais motivados e predispostos para trabalhar com as atividades experimentais e as simulações. A utilização de estratégias pedagógicas diferenciadas contribuiu muito na aprendizagem, de acordo com as opiniões dos alunos.

Palavras chaves: Atividades experimentais. Simulações computacionais. Eletricidade. Ensino de Física.

ABSTRACT

This dissertation addresses the use of computational simulations with experimental activities, being the latter a complementary methodology in the teaching of Electricity, especially the electrical circuits. This work was developed with students of the 3rd year of High School and the problem that underlies the research was: what are the implications in the pedagogical practice of computational simulations and experimental activities and in the teaching of Electricity for the 3rd year of High School in a public school, in Linhares, Espírito Santo, Brazil? The research was carried out in a public school in Linhares, a city of Espírito Santo, Brazil, with eighteen students as participants. The specific objectives listed for this research were: to develop a pedagogical activity of electrical circuit with students of the 3rd year of High School, through computer simulation; to develop a laboratory activity on electric circuit with students of the 3rd year of High School, through experimental activity; to analyze the implications of the proposed pedagogical practice, based on computational simulations and experimental activities, in the teaching of basic concepts of Electricity; to evaluate if the activities developed in pedagogical practice are potentially relevant to the learning of basic concepts of Electricity. The research is of a qualitative nature, and the analysis has the pretension to privilege the discussion around the collected data. In order to collect the data, the following sequence was used: the script of activities of the computer simulation practice; the Socratic questionnaire, aiming to evaluate the learning in the computer simulation; the script of experimental activities; and the evaluation questionnaire of the pedagogical intervention carried out. Questionnaires were also used during the proposed activities, as well as observations made in a diary, besides photos. The analyzed data indicated the following: a) the students evidenced, during the computational simulation, the lack of some basic concepts related to the electric quantities, mainly to the electric current, because some students did not differentiate electric current of electric tension ; b) the Socratic questionnaire was important to highlight the gaps pointed out in the previous item; c) the experimental activity, as a complement to the simulation, can be used to solve the unsolved doubts through the simulation; d) the material developed and proposed in this practice proved to be efficient, since it contributed to the expansion of students' knowledge, making it possible to verify phenomena and physical concepts in a practical way, as well as to relate them to the contents presented in the classroom. class; and e) it was possible, through the activities carried out, to perceive evidence that the students were much more motivated and predisposed to work with the experimental activities and the simulations. The use of differentiated pedagogical strategies contributed much in the learning, according to the students' opinion.

Keywords: Computational simulations. Electricity. PhET.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Circuito elétrico em série construído no simulador, com o interruptor desligado.....	30
Figura 2: Circuito elétrico em série construído no simulador, com o interruptor ligado.	30
Figura 3: Circuito fechado – lâmpada acesa	37
Figura 4: Circuito elétrico aberto – lâmpada apagada.....	37
Figura 5: Circuito Elétrico com pilha e lâmpada	39
Figura 6: Segunda Lei de Ohm.	43
Figura 7: Localização do município de Linhares, Espírito Santo.....	47
Figura 8: Alunos realizando a atividade experimental	52
Figura 9: Estudantes na prática computacional.....	58
Figura 10: Tela inicial da Simulação Computacional – Kit de construção de circuitos.	60
Figura 11: Atividade 1 - Primeira Simulação – circuito simples com uma lâmpada...61	
Figura 12: Resposta dada à questão 1 (primeira simulação) pelo estudante E ₁₇61	
Figura 13: Atividade 1 - Segunda Simulação – circuito simples com chave geral.....63	
Figura 14: Resposta dada à Questão 1 (segunda simulação) pelo estudante E ₁64	
Figura 15: Resposta dada à Questão 2 (segunda simulação) pelo estudante E ₁₃64	
Figura 16: Atividade 1 - Terceira Simulação – circuito simples com chave geral.....66	
Figura 17: Atividade 2 - Primeira Simulação – circuito com três lâmpadas ligadas em série.68	
Figura 18: Atividade 2 - Segunda Simulação – circuito com três lâmpadas ligadas em paralelo.69	
Figura 19: Atividade 2 - Terceira Simulação	71
Figura 20: Atividade 2 - Quarta Simulação.....	72
Figura 21: Questionário, <i>Socrative</i> , realizado pelos alunos.....	75
Figura 22: Prática experimental realizada em laboratório de Física.....	79
Figura 23: Prática experimental de um circuito em série.....	80
Figura 24: Resposta dada à Questão 1 pelo grupo G1	81
Figura 25: Resposta dada à Questão 2 pelo grupo G1	82

Figura 26: Prática experimental de um circuito paralelo.....	83
Figura 27: Resposta dada à Questão 1 pelos grupos G_1 , G_3 e G_4	84
Figura 28: Prática experimental de um circuito paralelo, lâmpada incandescente e LED.	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Atividades a serem desenvolvidas na intervenção pedagógica	53
Quadro 2: Questões mais pontuadas no questionário SOCRATIVE	76
Quadro 3: Questão 5 do questionário	77
Quadro 4: Questão 1 do questionário de avaliação	87

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1 Ensino de Física.....	19
2.2. A atividade experimental no Ensino de Física	24
2.3. Atividades computacionais como apoio ao Ensino de Física	27
2.4 Estudos recentes na área de pesquisa.....	31
2.5 A Eletricidade e o estudo de Circuitos Elétricos	36
2.5.1 Circuitos Elétricos.....	36
2.5.2 Potência Elétrica e Energia Elétrica	38
2.5.3 Resistência Elétrica.....	41
2.5.4 Corrente Elétrica	43
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	45
3.1 Caracterização da pesquisa.....	45
3.2 Organização da pesquisa.....	47
3.3 Instrumentos de coletas de dados	54
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	55
4.1 Técnicas de análise de dados.....	55
4.2 Análises dos resultados da Simulação Computacional	57
4.2.1 Análise de questionário: <i>Socrative</i>.....	74
4.3 Análises das atividades experimentais	78
4.4 Análises do questionário de Avaliação	87
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
6 REFERÊNCIAS.....	96
APÊNDICES	103

APÊNDICE A – Termo de Concordância da Direção da Instituição de Ensino	104
APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido.....	105
APÊNDICE C – Atividade computacional.....	106
APÊNDICE D – Questionário 1 (<i>Socratic</i>) – após atividade computacional...	113
APÊNDICE E - Atividade Experimental.....	116
APÊNDICE F – Questionário de avaliação aplicado no final da intervenção ...	118

1 INTRODUÇÃO

A prática pedagógica explorada por muitos professores no processo de ensino da Física baseia-se, em geral, na aplicação de equações para resolução de problemas e apresentação de conceitos e de leis, em um ensino essencialmente transmissivo. Entretanto, é recorrente a discussão, entre docentes, acerca de como ensinar os conteúdos das Ciências Exatas, especificamente a Física, ressaltando as dificuldades em ensinar os conteúdos desta disciplina.

Da mesma forma, também é comum ouvir de estudantes de Ensino Médio, a afirmação de que a disciplina de Física é difícil de ser compreendida. Ambas as queixas ensejam o desejo de mudança na prática em sala de aula, originando uma metodologia que leve o estudante a uma aprendizagem mais significativa. Acredita-se que a simulação computacional e a atividade experimental podem possibilitar ao professor modificar o ensino baseado em abordagens didáticas meramente transmissivas, com poucas ligações com a realidade do aluno, que priorizam a memorização de conteúdos, para um modelo mais lúdico e atrativo para o estudante. O que se percebe é que as aulas no modelo transmissivo acarretam insatisfação nos alunos, contribuindo para a baixa qualidade do seu desempenho acadêmico, originando dificuldades crescentes de aprendizagem.

Ramos (2011) constatou, por meio de sua experiência profissional, muitas dificuldades que os alunos apresentam em aprender conceitos e leis relacionados à Física. Segundo essa autora, a forma de ensinar e de aprender a Física deve ser para que os alunos não a compreendam somente como um conjunto de equações abstratas. Fiolhais e Trindade (2003) consideram que algumas das razões do insucesso na aprendizagem de Física estão relacionadas aos métodos usados, que estariam desalinhados com as teorias da aprendizagem. Segundo esses autores, também há falta de recursos pedagógicos diferenciados e atualizados. Para melhorar esta situação, os autores indicam diversificar as metodologias de ensino, ressaltando que para haver aprendizagem, o aluno deve ser sujeito ativo no processo. Assim, é dever do professor desenvolver metodologias inovadoras para

que isso aconteça e cabe às instituições contribuírem, disponibilizando recursos para que a prática pedagógica possa ser efetuada.

No contexto profissional, trabalhando há muitos anos como professor de Física e, em especial, com o conteúdo de Eletricidade, tanto no Ensino Médio quanto no Ensino Profissionalizante, são perceptíveis as dificuldades dos alunos em compreender conceitos envolvidos nesta área. Dentre essas dificuldades, destacam-se três: a ocorrência de confusão, por exemplo, quando se conceitua diferença de potencial (ddp) e corrente elétrica, pois muitos alunos não conseguem distinguir essas duas grandezas básicas da Eletricidade. A segunda dificuldade, bem comum, é o aluno pensar que a intensidade da corrente elétrica em um circuito elétrico diminui ao passar por uma resistência elétrica. E, por fim, a terceira concepção equivocada é imaginar que a intensidade da corrente elétrica em um circuito elétrico depende apenas da fonte de tensão, e não da resistência equivalente acoplada a esta fonte. Portanto, infere-se que as concepções equivocadas por parte de determinados alunos podem dificultar novos entendimentos e, por consequência, dificultar a aprendizagem dos mesmos.

Corroborando essa ideia, professores, de modo geral, declaram que os estudantes apresentam dificuldades para compreenderem fenômenos e leis. Sendo assim, baseado nas considerações acima, depreende-se que é necessário desenvolver métodos diferenciados e inovadores, que auxiliem no ensino de Física. Como alternativa de reversão dessa realidade, acredita-se que as atividades experimentais e as tecnologias, bem como as simulações computacionais contribuem para a compreensão das leis e princípios conceituais da Eletricidade. Além disso, acredita-se que a inserção de atividades experimentais, reais ou virtuais, durante as aulas de Física torna-se uma possibilidade para o professor modificar para melhor a sua forma de ensinar. Ressalta-se que tais aspectos já vêm sendo investigados na área da pesquisa em Ensino de Física, pois na concepção de Cavalcante e Zanata (2013), o uso de simuladores como forma de apoio às atividades experimentais é importante, embora não deva ser regra. Para eles o professor não deve se limitar somente a atividades virtuais, mas também a atividades experimentais reais. Na opinião desses autores, não encontramos tudo que necessitamos em simuladores, então, o professor deve usar o bom senso quanto ao uso de atividades virtuais, como simuladores.

Apesar de o mundo vivenciar um crescimento tecnológico, acredita-se que os professores não devam utilizar as tecnologias de qualquer forma. O uso de recursos tecnológicos, como simulações computacionais e atividades experimentais, requer planejamento com foco nos resultados que se deseja alcançar. Confirmando essa ideia, encontramos Tajra (2012) postulando que é aconselhável utilizá-los de maneira a dinamizar as aulas de forma criativa e inovadora, relacionando com o cotidiano, visando a despertar o interesse do educando, incentivando momentos que foquem no desenvolvimento cognitivo dos alunos.

Ainda na linha de investigar as contribuições das simulações para ensinar Física, Dorneles, Araujo e Veit (2006) apresentaram um estudo exploratório para avaliar as potencialidades do uso de atividades experimentais e computacionais em circuitos CC¹ e CA², no qual afirmaram que o computador não substitui as atividades experimentais, mas pode acrescentar ao aluno outras situações a serem exploradas e oportunizar retomada, bem como a ressignificação de conceitos em contextos diferentes. No mesmo estudo, os autores concluíram que os alunos, ao responderem a questões conceituais, presentes em um roteiro mediado pelo professor, interagiram entre si e com o professor, o que mostra que as atividades concebidas neste estudo propiciam situações capazes de promover a interação social defendida por Vygotsky (2003).

Ainda, de acordo com Dorneles, Araujo e Veit (2006), as simulações computacionais proporcionam uma visualização geral dos circuitos elétricos, facilitando um melhor entendimento dos conceitos físicos envolvidos, e a realização de atividades experimentais auxilia os alunos a desenvolverem habilidades e técnicas laboratoriais vivenciadas em situações reais. Com isso, os autores acreditam que as simulações computacionais e as atividades experimentais são recursos instrucionais que se complementam.

Baseado no ora exposto, entende-se que as atividades experimentais e as computacionais podem contribuir, significativamente, para a compreensão das leis e princípios da Eletricidade propiciando melhorias no processo de ensino. Deste modo, esta pesquisa busca culminar em uma proposta de utilizar as atividades

¹ CC (Corrente Contínua): o fluxo de cargas (corrente) não varia nem em intensidade, nem em direção com o passar do tempo (BOYLESTAD, 2012, p. 112).

² CA (Corrente Alternada): o fluxo de cargas varia continuamente em intensidade e sentido com o tempo (BOYLESTAD, 2012, p. 112).

experimentais como complemento às computacionais, visando a uma melhor compreensão das leis e conceitos relacionados à Eletricidade. Com este estudo, por meio das atividades desenvolvidas e os resultados observados, pretende-se motivar outros professores da área no sentido de repensarem a sua prática pedagógica.

Para tal, esta pesquisa tem como tema o ensino da Eletricidade por meio das atividades computacional e experimental, a escolha se deu pela minha vivência em sala de aula, como professor de Física. O problema que norteou as investigações contidas nesta pesquisa foi “Quais são as implicações, na prática pedagógica, do uso de simulações computacionais e de atividades experimentais no ensino de Eletricidade para alunos do 3º ano do Ensino Médio em uma escola da rede pública estadual, na cidade de Linhares, ES?”.

Como objetivo geral deste estudo, buscou-se identificar em que aspectos o uso de simulações computacionais e atividades experimentais podem auxiliar no ensino de Eletricidade para alunos do 3º ano do Ensino Médio em uma escola da rede pública estadual, na cidade de Linhares, ES. Para alcançar o objetivo geral foram elencados os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver uma atividade pedagógica de circuitos elétricos com alunos do 3º ano do Ensino Médio, por meio de simulação computacional;
- Desenvolver uma atividade de laboratório sobre circuito elétrico com alunos do 3º ano do Ensino Médio, por meio de atividade experimental;
- Identificar as implicações da prática pedagógica proposta, com base nas simulações computacionais e atividades experimentais, no ensino de conceitos básicos de Eletricidade.
- Avaliar se as atividades desenvolvidas na prática pedagógica são potencialmente relevantes para a aprendizagem de conceitos básicos de Eletricidade.

As observações no contexto escolar e, também as reações dos estudantes durante as aulas de Física, guiaram esta pesquisa. Em outras palavras, essas foram as razões que motivaram a busca de uma melhor qualificação, por meio do mestrado. Nessa busca foi possível repensar a prática pedagógica do pesquisador, que, por outro lado, passou a vivenciar uma inquietação ao comparar a própria prática em sala de aula com as disciplinas cursadas no Mestrado. Dessa forma, a

partir de então, buscou-se utilizar as simulações computacionais, durante as aulas de Física com os estudantes do 3º ano do Ensino Médio.

Em outras palavras, a ideia de pesquisa emerge a partir das situações vivenciadas no trabalho na sala de aula e avançam com as leituras e disciplinas cursadas no Mestrado, que muito contribuíram para melhoria da prática docente. Ratifica-se que foi durante as aulas de Física, no conteúdo de Eletricidade, que se verificou o grande distanciamento existente entre os conceitos ensinados e a efetiva aprendizagem. Essa situação propiciou ao pesquisador algumas reflexões e dúvidas acerca da inserção de uma metodologia que melhorasse o nível de aprendizagem dos alunos, e a inclusão de recursos computacionais como metodologia de ensino foi uma boa opção. Também Jimoyiannis e Komis (2001) consideram o uso da informática no ensino de Física uma possibilidade e, ao mesmo tempo, um desafio. Acredita-se que a Física é uma das áreas que muito pode se beneficiar com isso, pois são possíveis ações nem sempre viáveis por meio de atividades experimentais. Ressalta-se que uma das vantagens da simulação computacional é trabalhar com sistemas complexos ou não passíveis de experimentações, ou ainda, que podem apresentar alto custo ou periculosidade.

No ensino de Física é importante que os estudantes tenham oportunidades de fazer explorações, representações e experimentações com vistas a buscar descrever e perceber os fenômenos que os cercam e, com isso, contribuir para uma efetiva aprendizagem. A partir dessa afirmação, reforça-se a importância da utilização de atividades computacionais durante as aulas de Física, de forma que a teoria seja articulada com a prática e possibilite ao estudante tornar-se sujeito no processo de construção do seu próprio conhecimento.

Em síntese, a escolha dessa temática diz respeito à necessidade e potencialidade do uso de metodologias de ensino diversificadas, como as simulações computacionais e atividades experimentais para o ensino de Física, em geral, e da Eletricidade, em particular. Nesse contexto, com este trabalho buscou-se, além da melhoria da formação profissional, colocar em prática os conhecimentos adquiridos no curso de Mestrado em Ciências Exatas, ao mesmo tempo em que aponta materiais que poderão ser utilizados por outros professores em suas práticas pedagógicas. Espera-se, assim, que este trabalho venha a contribuir para a aprendizagem dos conceitos físicos de Eletricidade e, ainda, mostrar a conexão

deste conteúdo com o cotidiano, por meio de simulações computacionais, reduzindo as dificuldades dos alunos em relação a conceitos básicos em Eletricidade.

A presente pesquisa está distribuída em seis capítulos, sendo elas: introdução, revisão da literatura, os procedimentos metodológicos, a análise de dados, as considerações finais e, por fim, as referências. Na introdução, são abordados o tema, a justificativa da escolha do tema e a importância do uso de práticas pedagógicas diferenciadas no ensino da Física, enfatizando o ensino da Eletricidade. Ademais, expondo e comentando os objetivos geral e específicos.

A revisão da literatura, capítulo dois, está dividida em seis subseções, em que são expostas algumas ideias sobre estudos recentes na área de ensino de Física, principalmente no que tange às simulações computacionais. Além disso, são descritos sucintamente, alguns conceitos básicos de Eletricidade e circuitos elétricos.

No terceiro capítulo são citados os procedimentos metodológicos, como a caracterização da pesquisa, seu delineamento e organização metodológica, o local em que ela foi desenvolvida, a população de estudo e a descrição das atividades realizadas na intervenção pedagógica. Já no quarto capítulo são apresentados os instrumentos utilizados na coleta de dados, por meio dos quais foi realizada a análise dos resultados, e, também se encontra a descrição dos resultados emergentes da intervenção pedagógica. Nos dois últimos capítulos estão expostas as considerações finais e referências.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para melhorar a compreensão deste trabalho e dar sustentação a esta pesquisa, a fundamentação teórica está estruturada em cinco tópicos. O primeiro apresenta alguns conceitos sobre metodologias no ensino de Física e como essas devem ser desenvolvidas com os alunos. Já o segundo descreve como a atividade experimental pode ser mais uma ferramenta metodológica a colaborar no ensino da Física. No terceiro é relatado sobre a ferramenta computacional utilizada nesta pesquisa e também um breve relato do uso de tecnologias no ensino de Física. E, por fim, o quinto e último, foi feita uma revisão teórica sobre o estudo de circuitos elétricos.

2.1 Ensino de Física

A Física é uma ciência que nos permite o conhecimento das leis que regem os fenômenos da natureza, tanto no meio onde o estudante está inserido, quanto no Universo ao qual pertence, ou seja, de uma maneira geral, a Física é a ciência que estuda a natureza, buscando uma compreensão científica dos comportamentos naturais e gerais do mundo. Assim, cabe uma reflexão, porque então, muitas vezes, a forma com que a Física é abordada nas escolas não está relacionada a estas situações vivenciadas pelos estudantes? Qual a importância desta ciência para os seres humanos? Uma resposta sucinta para esta questão é difícil devido à importância da Física no dia a dia. De acordo com Bonadiman (2005, p. 45):

Enquanto a Física continuar sendo trabalhada teoricamente e ser imposta de cima para baixo é muito provável que o nosso aluno continue sendo treinado para ser um excelente receptor dos conteúdos eficientemente repassados pelo professor e por ele docilmente transcritos em seu caderno. E, depois de “aprendidos”, são por ele novamente devolvidos ao professor quando da realização das provas escritas. Nesta inter-relação professor-aluno-conteúdo, quase nada é produzido, quase tudo é repetido e quase tudo copiado. Memoriza-se muito, mas compreende-se pouco.

Desta maneira, apesar do enfoque curricular sugerido, o que se percebe, na maioria das vezes, é que o ensino de Física é desenvolvido de forma desarticulada mediante apresentação de conceitos, leis e equações matemáticas, exercícios repetitivos que apenas estimulam a memorização (SILVA, 2014). Sendo assim, os alunos têm dificuldade em compreender conceitos físicos, pois estes estão muito distantes da realidade compreendida ou percebida pelos alunos. Na maioria das vezes, o aluno não consegue compreender os fenômenos físicos. Isso acontece habitualmente quando o professor prioriza a teoria e insiste em listas de exercícios em que o aprendizado acontece pela memorização, em uma metodologia que predomina a ausência de aulas práticas experimentais, a qual prejudica a aprendizagem do aluno. O ensino da Física deve, portanto, propiciar ao estudante condições para vivenciar as situações de aprendizagem, unindo a teoria com a prática, passando do concreto para o abstrato sempre que possível.

De acordo com Xavier (2005), ao iniciar o Ensino Médio, os alunos se deparam com uma barreira em aprender Física, com certo medo, tornando-se esta disciplina aquela em que mais sentem dificuldades e mais detestam. Tal fato pode ocorrer em virtude da imagem prévia que os alunos têm da disciplina, antes mesmo de a conhecerem, e essa ideia faz com que eles gostem, ou não, da Física. Muitos têm em mente esta disciplina como algo impossível de se aprender.

Em adição, na visão de Bonadiman (2005), as dificuldades dos alunos na aprendizagem em Física estão relacionadas a alguns fatores, tais como: profissional do ensino não valorizado, condições precárias de trabalho docente, qualidade dos conteúdos desenvolvidos em sala de aula, ensino desenvolvido com base em equações matemáticas e a falta de professor capacitado para o ensino de Física.

Além das dificuldades dos alunos, algumas vezes os docentes veem a Física como uma disciplina difícil de ser ensinada. Isto contribui para o desinteresse e a dificuldade na aprendizagem por parte dos alunos. O professor é um elemento chave no desenvolvimento do processo de ensino. Porém, para que a conexão entre ensino e aprendizagem seja estabelecida, é essencial a formação deste docente no ensino de Física. Portanto, uma boa qualificação dos professores, principalmente em relação às metodologias de ensino e ao conhecimento científico, pode contribuir com o resultado de um aprendizado satisfatório.

De forma geral, o cidadão deve ter conhecimentos da Física. Neste sentido, Bizzo (2001 apud Damasceno, 2011, p. 13) descreve como indispensável o conhecimento científico, citando um exemplo de um acidente trágico ocorrido em Goiânia (GO), em setembro de 1987. Esse acidente aconteceu em função da curiosidade de dois catadores de lixo. Ao se depararem com um aparelho de radioterapia abandonado, por falta de informação sobre aquele material, tiveram a infeliz ideia de remover a máquina com a ajuda de um carrinho de mão e levaram o equipamento com o objetivo de vendê-lo a um ferro-velho. Todavia, no material removido havia um elemento radioativo (césio-137), que ao ter seu núcleo desintegrado emite partículas de alta energia que destrói partes do material genético das células. O cilindro que continha esse elemento foi violado, o brilho azulado do pó de cloreto de césio chamou a atenção, o dono do ferro-velho o levou para casa, distribuiu o pó para parentes e amigos e guardou o restante, em um armário. A exposição do pó fluorescente decorreu 4 dias, e a área de risco aumentou, pois parte do equipamento de radioterapia também fora para outro ferro-velho, espalhando ainda mais o material radioativo. Algumas horas após o contato com a substância, vítimas apareceram com os primeiros sintomas da contaminação (vômitos, náuseas, diarreia e tonturas). O acidente causou quatro mortes no espaço de trinta dias, inclusive de uma criança que espalhou o pó pelo corpo, e também, o ingeriu. Portanto, se os catadores conhecessem os danos que causaria, talvez não tivessem praticado tal ato, ou seja, a falta de conhecimento científico sobre o material radioativo os levou a uma atitude inapropriada e perigosa.

Ainda segundo Bizzo (2001, p. 122), “ensinar é acreditar em sua capacidade de poder sempre ajudar o outro a se apropriar do saber”. Com base nesse pressuposto, entendo que o aprendizado pode se tornar ativo fazendo com que o aluno alcance o conhecimento ao participar da aula, sendo desafiado a demonstrar sua opinião, criando ideias e argumentações. Entretanto, para que isso aconteça, há necessidade do professor utilizar de metodologias de ensino diferenciadas que faça do aluno um sujeito participante, que age e constrói sua própria aprendizagem.

Ao se refletir sobre o ensino de Física é fundamental que o professor identifique práticas de ensino que levem os alunos a uma análise crítica sobre o que está sendo ensinado, sendo que a aprendizagem está condicionada a despertar o lado crítico e criativo dos alunos. De acordo com Lima (2011, p. 13):

[...] O processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos das disciplinas de Física em todos os níveis escolares é considerado complexo e difícil, principalmente pelo fato de alguns professores dessas disciplinas adotarem práticas de ensino baseadas em memorizar fatos e fórmulas matemáticas, bem como na resolução de inúmeros exercícios matemáticos.

Neste contexto, como é possível melhorar o ensino de Física?

A Lei de Diretrizes e Bases (Lei 9394/96) afirma que a educação básica tem como fonte “desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores” (BRASIL, 1996, p. 8). Portanto, para melhorar o ensino de Física, há necessidade de uma reestruturação deste, com metodologias diferenciadas que potencializem a construção de sentidos. Assim sendo, entendo que uma boa opção são as aulas práticas ou experimentais. O recomendado é acontecer o enfoque experimental já nos níveis iniciais, pois a atividade experimental desenvolve e facilita a aprendizagem cognitiva.

Neste contexto, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) foram elaborados para difundir os princípios da reforma curricular e orientar o professor, na busca por novas abordagens e metodologias, apresentando os objetivos específicos de cada área do conhecimento reunidos em torno de competências gerais (BRASIL, 2000).

De acordo com Damasceno (2011, p. 31),

a função do ensino científico é dupla: dar aos alunos chaves essenciais permitindo-lhes responder a questões científicas e técnicas em sua vida cotidiana, e ao mesmo tempo desenvolver neles atitudes, métodos de pensamento que se aproximam dos que as ciências lançam mão em seu laboratório. O ensino experimental em laboratório não se concretiza devido às contradições criadas pela própria estrutura do sistema educacional brasileiro, em nível de legislação e dos cursos de treinamento de professores.

Os PCN apontam para a necessidade de “rediscutir qual física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada” (BRASIL, 1999, p. 230). Para tal, o processo de ensino deve ser desenvolvido de forma reflexiva e em sintonia com os avanços científicos e tecnológicos. “É necessário mostrar na escola possibilidades oferecidas pela física e pela ciência em geral como forma de construção de realidades sobre o mundo que nos cerca” (PIETRECOLA, 2001, p. 31).

Damasceno (2011, p. 36) afirma que

As ciências da natureza elaboram conceitos que se organizam em sistemas educacionais para explicar realidades existentes, com o objetivo de descrever com exatidão os fatos ocorridos que podem reproduzir a realidade experimentalmente. Ao permitir explicar e prever situações cotidianas, não designa um fato bruto, mas uma relação de fatos que pode reaparecer em situações diversas, o físico leva em conta um real que preexiste e resiste, e que ele vai procurar e explicar. Porém, da mesma maneira que um medicamento só é válido entre certos limites, um conceito só é explicativo dentro de certas limitações.

Em seu trabalho, Damasceno (2011) conclui que com a implementação de metodologias diversificadas no ensino de Física o processo de aprendizagem torna-se mais atraente aos alunos, proporcionando-lhes uma melhor adaptação, podendo ser comprovado em sua proposta. No mesmo estudo, o autor concluiu que a maioria das escolas não possui laboratórios. Neste caso, o autor sugere como complemento às aulas, a realização de experimentos com material de baixo custo e de experimentos virtuais, por meio de simulações.

Desta forma, entendo que o professor pode potencializar o aprendizado ao realizar atividades diferentes, entre as quais é importante citar duas: experimentos por meio de simulação computacional; experimentos reais em laboratório utilizando materiais de baixo custo. No entanto, o docente deve ser incentivado ao uso destas metodologias para que ocorra a melhoria no ensino e na aprendizagem de Física, sendo ele responsável por parte do desempenho do aluno ao buscar meios que despertem o interesse pela disciplina.

Portanto, o ensino de Física deve proporcionar ao aluno o resgate de um espírito questionador que possibilite assegurar a competência investigativa, ou seja, uma ciência para investigar os mistérios do mundo e compreender a natureza da matéria, fazendo com que eles tenham o desejo de conhecer o mundo onde habitam, uma vez que, a disciplina tem como fonte de estudo fenômenos que ocorrem em nosso cotidiano (BRASIL, 2002). Deste modo, se o estudante conseguir interagir com tecnologias e conhecimentos físicos, poderá compreender melhor o mundo a sua volta e, conseqüentemente, o universo em que está inserido.

Sendo assim, uma das possibilidades de tornar o aluno um agente ativo no processo, proporcionando o resgate de um espírito questionador, está baseada nas atividades experimentais investigativas, as quais serão expostas no próximo tópico.

2.2. A atividade experimental no Ensino de Física

Entendo que o ensino de Física deve ser desenvolvido de modo que faça os alunos pensarem e interpretarem fenômenos que estão habituados a vivenciar. Neste sentido, é possível investigar, buscar e compreender a Física associada ao contexto prático, de modo a contribuir para a formação de uma postura mais crítica e observadora.

Para Junior e Silva (2013), uma possível solução seria fazer uma educação voltada à participação dos alunos nos processos de ensino e de aprendizagem, na qual fossem capazes de compreender os avanços tecnológicos e atuar conscientemente, nas suas intervenções e julgamentos práticos, no meio social em que vivem. Os autores indicam o professor como sujeito fundamental neste processo, o qual deve atuar como um agente de relação entre o ensino e a aprendizagem, sempre buscando meios para facilitar esses processos, auxiliando na criação de situações que estimulem o aluno a buscar novos conhecimentos. Deste modo, acredito que as atividades experimentais podem ser uma opção de estratégia no ensino de Física, possibilitando, aos alunos, dar significado ao conhecimento adquirido. Ou seja, “encurtando” o caminho entre o ensino e a aprendizagem.

De acordo com Araújo e Abib (2003, p. 186),

Uma modalidade de uso da experimentação que pode despertar facilmente o interesse dos estudantes relaciona-se à ilustração e análise de fenômenos básicos presentes em situações típicas do cotidiano. Estas situações são consideradas como fundamentais para a formação das concepções espontâneas dos estudantes, uma vez que estas concepções se originaram a partir da interação do indivíduo com a realidade do mundo que os cerca.

No entanto, apesar do cenário favorável ao uso de atividades experimentais no ensino de Física, percebo que raramente elas fazem parte do contexto escolar das aulas de física e, quando ocorrem, limitam-se à simples observação de fenômenos, na busca da comprovação de teorias ou leis. Em geral, as atividades experimentais são realizadas seguindo um roteiro previamente determinado pelo professor, estruturado segundo uma rígida sequência de passos para a realização da experiência proposta. É como se os alunos estivessem seguindo uma "receita de bolo", ou seja, trata-se de um processo puramente mecânico (HERNANDES; CLEMENT; TERRAZZAN, 2002).

A falta de apoio estrutural e pedagógico das escolas para a realização de uma metodologia que envolva atividades experimentais investigativas, e as limitações na formação acadêmica do professor nesta área são fatores que contribuem para a ausência de experimentação na realidade escolar do ensino de Física. Na concepção de Thomaz (2000), o papel da experimentação na aprendizagem para a formação do futuro cidadão irá depender, sobretudo, do papel do professor e da sua perspectiva em relação à disciplina de Física. Os professores, de um modo geral, percebem a importância das atividades experimentais, mas poucos as utilizam em sua prática pedagógica. É o que evidencia Borges (2002, p. 294):

Os professores de ciências, tanto no ensino fundamental como no ensino médio, em geral acreditam que a melhoria do ensino passa pela introdução de aulas práticas no currículo. Curiosamente, várias escolas dispõem de alguns equipamentos e laboratórios que, no entanto, por várias razões, nunca são utilizados, dentre as quais cabe mencionar o fato de não existirem atividades já preparadas para o uso do professor; falta de recursos para compra de componentes e materiais de reposição; falta de tempo do professor para planejar a realização de atividades como parte do seu programa de ensino; laboratório fechado e sem manutenção. São basicamente as mesmas razões pelas quais os professores raramente utilizam os computadores colocados nas escolas.

Contudo, para Damasceno (2011), a experimentação não se realiza exclusivamente no laboratório, a não ser que este seja qualquer local onde se realizam experimentos, sem deixar de privilegiar o instrumental de laboratório e os recursos disponíveis. Segundo o autor, também pode-se trabalhar as ideias científicas utilizando técnicas experimentais investigativas, com planejamento prévio das atividades a serem executadas. Os recursos para o ensino consistem em elementos que estimulem o educando em suas mudanças comportamentais. O mesmo autor afirma que o professor deve prever a melhor utilização possível desses recursos para que o êxito em sala de aula seja atingido.

De mesmo modo o experimento não pode ser considerado apenas como um complemento às atividades do professor, mas sim, em algumas condições, pode ser uma ferramenta de integração com o estudo de determinado conteúdo. Por meio das atividades experimentais, o aluno é capaz de despertar interesse e provocar expectativas acerca de determinado assunto. Laburú (2006, p. 384) enfatiza:

A ideia que se está a imaginar é a de procurar ativar a curiosidade dos alunos, em momentos do processo de ensino, utilizando experimentos com formato cativante, que atraiam e prendam a atenção. Na medida em que se passa a planejar experimentos com essa orientação, ultrapassando a preocupação de adequá-los apenas ao conteúdo ou ao conceito de interesse, pode-se ajudar a abalar atitudes de inércia, de desatenção, de

apatia, de pouco esforço, servindo esses experimentos, inclusive, de elo incentivador para que os estudantes se dediquem de uma forma mais efetiva às tarefas subseqüentes mais árduas e menos prazerosas.

As atividades experimentais podem oportunizar aos alunos que desenvolvam habilidades e competências, como a divisão de tarefas, responsabilidade individual e com o grupo e diretrizes para a solução dos problemas e tomada de decisão. No entanto, é papel do professor planejar as atividades em grupo e observar seu andamento, verificando a participação de todos na execução da atividade (THOMAZ, 2000).

Dentre as modalidades de atividades experimentais destaco a de tipo investigativa, a qual representa uma estratégia que permite os alunos a ocuparem uma posição mais ativa no processo de construção do conhecimento e que o professor passe a ser mediador nesse processo, proporcionando aos alunos a participação em todas as etapas da investigação. Nessa perspectiva, Suart e Marcondes (2008, p. 2) afirmam:

[...] se o estudante tiver a oportunidade de acompanhar e interpretar as etapas da investigação, ele possivelmente será capaz de elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, aprendendo sobre os fenômenos estudados e os conceitos que os explicam, alcançando os objetivos de uma aula experimental, a qual privilegia o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o raciocínio lógico.

O papel do professor em uma atividade experimental investigativa é auxiliar os alunos na busca de explicações, encontrar soluções para o problema, questionar as ideias dos alunos, incentivar a criatividade, ou seja, ser um mediador entre o grupo e a tarefa, intervindo somente em momentos de indecisão, falta de clareza ou consenso (MORO, 2015).

A atividade investigativa, na concepção de Andrade (2010), tem como pressuposto o construtivismo. Pinho Alves (2000, p. 266) destaca a participação efetiva do aluno como condição para o ensino por investigação:

Um processo de ensino que se inspire na concepção construtivista, não terá como justificar um papel passivo do estudante quando da realização de uma atividade experimental. [...] No entanto, sua participação ativa, deve ser entendida não apenas quando é exigida alguma tarefa motora, mas também no processo de negociação do saber. A possibilidade de agir no processo de negociação do saber é a característica mais importante dentro de uma visão construtivista.

A atividade de experimentação, segundo Moreira (1983), é intermediária para ativar a ação mental e requer o uso de material concreto. No entanto, o uso por si só deste material não garante a aprendizagem. O importante é a participação reflexiva

do aluno advinda das situações nas quais o material é empregado, bem como a maneira como o professor integra o trabalho prático com a argumentação. O papel do professor é de mediador entre os estudantes e o conhecimento.

Enfim, esta pesquisa abordou elementos da experiência investigativa com o uso de roteiros semiestruturados para os estudantes, a qual possibilitou a participação dos alunos, tendo o professor como mediador do processo. Vale destacar que no estudo foram utilizadas, além de atividades experimentais, simulações computacionais, que serão descritas mais adiante. Assim, no tópico a seguir é reproduzido o auxílio da informática no ensino da Física.

2.3. Atividades computacionais como apoio ao Ensino de Física

No contexto educacional atual, torna-se quase impensável fazer alguma tarefa sem a ajuda de um computador. Agendas e planilhas de papel foram substituídas por arquivos digitais, o controle de presenças e a emissão do histórico dos alunos, tudo está informatizado. É evidente que o avanço tecnológico e a informação alcançam um papel fundamental na vida dos indivíduos, principalmente no contexto escolar. “É inegável que a escola precisa acompanhar a evolução tecnológica e tirar o máximo de proveito dos benefícios que esta é capaz de proporcionar” (BRASIL, 2002, p. 88).

No entanto, se de um lado temos estudantes atraídos pela tecnologia, de outro lado, há os professores e as suas dificuldades para acompanhar o atual processo evolutivo. O artifício de melhoria do ensino passa pela formação dos professores, sendo necessário, portanto, investir na qualidade da formação desse profissional (MACEDO e DICKMAN, 2009). Existe uma infinidade de programas disponíveis de atividades interativas e jogos. Porém, alguns professores apresentam dificuldades em compreender sua utilização. Empregar o computador em sala de aula é o menor dos desafios do professor: utilizar o computador de forma a tornar a aula mais envolvente e interativa é que parece realmente preocupante. Valente (1997) já comentava que o uso do computador de maneira eficiente está vinculado ao contexto em que é utilizado e à tarefa a ser executada.

Com base nessa perspectiva, percebo o ensino de Física como um desafio constante para os professores. Motivar os alunos para que os processos de ensino e de aprendizagem se deem de maneira mais simples e eficiente não é uma tarefa fácil. Métodos, estratégias e propostas diferenciadas vêm sendo adotadas: discute-se a utilização de experimentos (ARAUJO e ABIB, 2003). O computador apresenta-se como uma ferramenta que possibilita sua utilização em várias dessas vertentes: com textos, com animações, com experiências simuladas, entre outras. As possibilidades de utilização de computadores na aprendizagem, em vários contextos, são múltiplas (FIOLHAIS e TRINDADE, 2003).

Contudo, a questão está na investigação, pelos docentes, das possibilidades que este recurso apresenta, e das consequências de sua utilização. Isto se presume na produção de materiais utilizando o computador e na avaliação desta utilização (NEUMANN e BARROSO, 2005). Assim, ao trabalhar com metodologias que envolvam atividades computacionais, o professor tem um papel central de mediador entre os estudantes e o conhecimento, ou seja, os alunos têm a possibilidade de desenvolver seus conhecimentos de forma ativa no processo de aprendizagem. Baseados neste contexto, Santos e Silva (2003, p. 86) destacaram que

[...] a informática no contexto educacional tem características mediadoras, ou seja, de dar suporte ao professor como mais um instrumento pedagógico usado em sala de aula, pelo qual o professor possa fazer bom uso em proveito de uma aula com maior dinamicidade. [] A utilização do computador como uma ferramenta pedagógica deve auxiliar no processo de construção do conhecimento. É neste momento, que o computador se transforma num meio e não um fim, devendo ser usado considerando o desenvolvimento dos componentes curriculares.

Portanto, o uso do computador como ferramenta de apoio ao professor pode aumentar as possibilidades de implantação de novas técnicas de ensino, com custos financeiros relativamente baixos. O uso da informática no Ensino de Física não pode substituir as atividades práticas em laboratório, mais ser uma ferramenta auxiliar ao ensino. Os *softwares* de simulação podem funcionar como verdadeiros laboratórios virtuais, principalmente em escolas sem estrutura de laboratório para aulas práticas.

Para Teodoro e Veit (2002), o uso de simulações computacionais em sala de aula possibilita uma melhor compreensão do conteúdo. Muitas simulações são baseadas em modelos da realidade que permitem ao estudante fazer alterações de valores das variáveis ou parâmetros de entrada, observando as alterações nos resultados dos mesmos. Medeiros e Medeiros (2002, p. 12) afirmam que:

Uma animação não é, jamais, uma cópia fiel do real. Toda animação, toda simulação está baseada em uma modelagem do real. Se essa modelagem não estiver clara para professores e educandos, se os limites de validade do modelo não forem tornados explícitos, os danos potenciais que podem ser causados por tais simulações são enormes.

Arantes, Miranda e Studart (2010) afirmam que os avanços dos *softwares* independentes de plataforma, como o *Flash* e *Java*, contribuíram para a criação das simulações interativas. Um desses exemplos é o uso da plataforma *PhET Interactives Simulations*³, protagonizada por Carl Wieman, Nobel de Física de 2001, com a produção de simulações para o ensino de Física, que consiste em um projeto da Universidade do Colorado que surgiu como uma proposta de melhorar a maneira como a ciência é ensinada e aprendida. Um dos pontos positivos de utilizar as simulações computacionais é “[...] servir como demonstrações em aulas expositivas. Nesse caso, a principal contribuição consiste em visualizar conceitos abstratos [...]” (ARANTES; MIRANDA; ESTUDART, 2010, p. 29).

O *PhET* projeta, desenvolve e fornece mais de 125 simulações interativas grátis para uso educacional nas áreas de Física, Química, Biologia e Matemática. As simulações são desenvolvidas em *Java*⁴ ou *Flash*⁵, e podem ser executadas *on-line* ou fazer *download* para o computador. Todas as simulações são de código aberto. Logo, os recursos do *PhET* são livres⁶.

Na plataforma *PhET*, as simulações são classificadas de acordo com o nível de ensino. Em Física, são agrupadas em sete categorias: Movimento; Trabalho, Energia e Potência; Som e Ondas; Calor e Termodinâmica; Eletricidade, Magnetismo e Circuitos; Luz e Radiação; e Fenômenos Quânticos (ARANTES; MIRANDA; ESTUDART, 2010).

As atividades de simulação computacional desta pesquisa foram exploradas em um ambiente virtual denominado *Kit de construção de Circuito DC*, segundo o projeto *PhET*, que envolveram os conceitos básicos de circuitos elétricos na qual o aluno, participante desta pesquisa, pôde construir vários tipos de circuitos elétricos (série, paralelo ou misto), arrastando os componentes encontrados na barra lateral, como pode ser observado na Figura 1 e na Figura 2. A simulação virtual ofereceu a

³ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/>

⁴ Java é uma linguagem de programação, lançada em 1995, orientada a objetos, derivada do C++, porém com um modelo mais simples. Disponível em: < <http://www.tecmundo.com.br/programacao/2710-o-que-e-java-.htm>>. Acesso em: Nov. 2016

⁵ O Flash é uma plataforma multimídia de desenvolvimento de aplicações que contenham animações. Disponível em: < <https://canaltech.com.br/o-que-e/software/O-que-e-o-Adobe-Flash> >. Acesso em: Ago. 2017

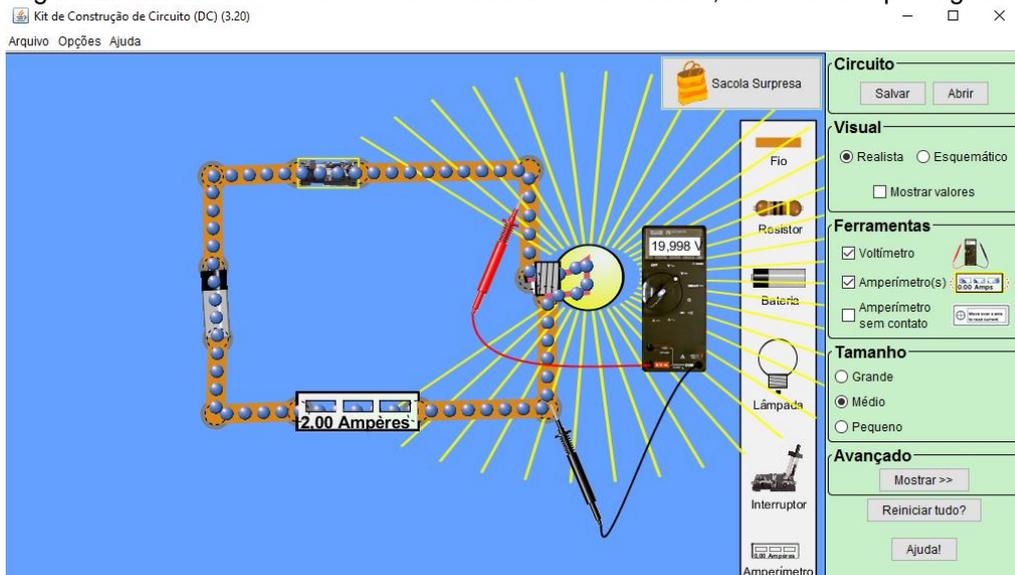
⁶ Informações retiradas do site https://phet.colorado.edu/pt_BR/about. Acesso em Ago. 2017.

possibilidade de alterar as condições de realização do experimento com facilidade, além de poder visualizar conceitos abstratos como a corrente de elétrons, a partir das representações presentes na referida simulação. Assim como nos experimentos reais, o simulador incentiva também a exploração quantitativa, oferecendo instrumentos de medição, tais como: voltímetros e amperímetros.



Fonte: Print Screen do aplicativo, 2017

Figura 2: Circuito elétrico em série construído no simulador, com o interruptor ligado.



Fonte: Print Screen do aplicativo, 2017

Uma simulação, como a mostrada na Figura 2, pode ser usada de forma conjunta com a montagem de circuitos reais, em laboratório de Física, ou até

substituir, no caso de o professor não dispor de materiais apropriados para uma aula experimental. Baseado no que foi exposto, no próximo tópico, será descrito os estudos recentes na área de pesquisa.

2.4 Estudos recentes na área de pesquisa

As informações apresentadas nesta seção foram realizadas a partir de buscas em teses, dissertações e artigos, em pesquisas realizadas no portal de periódicos da CAPES, escritos a partir do ano de 2010. Assim, para realizar a busca das publicações, foram utilizados três argumentos de pesquisa. Na pesquisa inicial foram considerados documentos que continham todos os tipos de atividades experimentais em Física. O primeiro argumento de pesquisa utilizado foi: “atividades experimentais” AND “física” filetype:pdf. Este argumento de pesquisa retornou 2.750 resultados. Ao utilizar, como argumentos, “atividades computacionais” AND “física” filetype:pdf foram encontrados 91 registros. Todavia, por serem muito amplos os resultados das pesquisas, optei por detalhar mais a busca de resultados.

Pela tentativa de restringir o resultado da pesquisa, nova busca foi realizada; os parâmetros utilizados foram “atividades computacionais” AND “experimentais” AND “física” filetype:pdf, retornando 49 resultados. Porém, ao realizar a leitura de seus resumos, percebi que apenas sete registros convergiam para o que estava buscando. Portanto, a análise da produção ficou restrita a esses trabalhos, na área de atividades experimentais e simulações computacionais no ensino de Física.

Dentre as produções que utilizaram atividades experimentais e simulações computacionais vale a pena destacar a tese de doutorado desenvolvida por Dorneles (2010), cujo título é *“Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de Eletromagnetismo em Física Geral”*. Nesta proposta, o autor leva em conta a existência de diferentes maneiras de integrar experiências com recursos computacionais e que a sua eficácia depende basicamente das características inerentes às estratégias didáticas exploradas. Com isso, em seu trabalho, buscou a integração entre as duas metodologias de ensino. A proposta didática utilizada pelo autor foi baseada nas teorias de aprendizagem de

Ausubel e Vygotsky e na visão epistemológica de Bunge sobre modelos teóricos. A pesquisa foi desenvolvida com alunos da licenciatura e bacharelado em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Em suma, Dorneles (2010, p. 204-205) concluiu que:

Os resultados mostram que a integração entre esses dois tipos de atividades pode propiciar aos alunos uma visão epistemológica mais adequada sobre os papéis dos modelos teóricos, do laboratório e do computador, e promover a interatividade e o engajamento dos alunos em seu próprio aprendizado, transformando a sala de aula em um ambiente propício para uma aprendizagem significativa dos conceitos de Eletromagnetismo em nível de Física Geral.

Outro trabalho relevante foi a dissertação de mestrado desenvolvida por Heidemann (2011) com o título *“Crenças e atitudes sobre o uso de atividades experimentais e computacionais no ensino de Física por parte de professores do ensino médio”*. Neste trabalho foram destacadas as vantagens para o uso de atividades experimentais (AE) e de atividades computacionais (AC) no ensino de Física. Segundo Heidemann (2011), estudos recentes apontam que a combinação dos dois recursos pode ser ainda mais eficaz do que quando usados isoladamente. Porém, são raros os professores que exploram tais estratégias didáticas com frequência e de forma adequada nas aulas. O objetivo geral do trabalho foi investigar as causas que levam os professores da educação básica a ter desprezo pelas atividades experimentais e computacionais e, muitas vezes, usarem as mesmas de forma inadequada. Os resultados da pesquisa de Heidemann (2011) mostraram que os docentes atribuem grande importância ao uso de atividades experimentais, porém em relação às atividades computacionais não atribuem a mesma importância. Conforme Heidemann (2011, p. 108-109):

Os resultados mostraram que os docentes atribuem grande importância ao uso de AE no ensino de Física; já em relação às AC, apesar de considerarem que podem ser muito úteis, não atribuem a mesma importância do que às AE. Pode-se concluir também que, de modo geral, os professores não apresentam um sólido conhecimento sobre o uso de AE e AC, apresentando dificuldades para, principalmente, destacar suas limitações. Poucos deles percebem a necessidade de estratégias didáticas adequadas para que as AE e as AC efetivamente contribuam para a aprendizagem de Física. Em relação ao uso integrado de AE e AC, os resultados mostraram professores mais próximos do uso isolado desses recursos, defendendo que apenas um deles é suficiente para se ensinar Física, do que do uso combinado deles, explorando as vantagens de ambas estratégias didáticas.

Portanto, percebe-se que nos dois trabalhos mencionados, Dorneles (2010) e Heidemann (2011), ambos enfatizam que a integração entre esses dois tipos de

metodologia pode proporcionar aos alunos uma aprendizagem com eficiência. Porém, os autores sinalizam a carência de uso dessas metodologias pelos professores em sala de aula.

Ainda considero relevante a tese de Pedroso (2014) intitulada “*Articulação entre laboratório investigativo e virtual visando à aprendizagem significativa de conceitos de Eletromagnetismo*”. Nessa pesquisa, o autor realiza um estudo da articulação entre o laboratório real e o virtual, buscando uma aprendizagem significativa de conceitos de Eletromagnetismo, por meio de uma implementação e avaliação de uma proposta didática sobre o ensino de conceitos de eletromagnetismo em uma turma do curso de Engenharia Civil. O autor desenvolveu atividades utilizando simulações computacionais e experimentações reais que podem ser usadas em sala de aula em complemento à prática do professor, com vistas a proporcionar uma aprendizagem significativa, investigando as contribuições decorrentes da articulação entre o laboratório experimental e as simulações computacionais, transformando o conhecimento prévio dos alunos em conhecimento escolar qualificado. De acordo com os resultados obtidos, Pedroso (2014) pontua que a articulação entre a atividade experimental e as simulações computacionais pode proporcionar aos alunos uma visão epistemológica mais adequada sobre os papéis da experimentação e da simulação computacional, além de promover a interatividade, transformando a sala de aula em um ambiente propício a uma aprendizagem significativa.

Em relação à temática atividade experimental aliada à simulação computacional, merece destaque a dissertação de mestrado desenvolvida por Costa (2013), com o título “*Realização de prática de Física em bancada e simulação computacional para promover o desenvolvimento da aprendizagem significativa e colaborativa*”. Este trabalho objetivou investigar de que maneira a concepção e a realização de uma atividade pedagógica colaborativa de experimentação de bancada, apoiada por atividades pedagógicas de simulação e modelagem computacional, pôde contribuir no desenvolvimento do processo de aprendizagem significativa. As atividades foram realizadas enfatizando a construção de conceitos físicos, especificamente no tema eletricidade e circuitos elétricos. Em uma primeira etapa, foram verificados os conhecimentos prévios dos alunos, por meio da aplicação de questionários. Em seguida, o professor desenvolveu aulas teóricas,

focando na formação de organizadores prévios. Em outra etapa, foram promovidas atividades usando *softwares* educacionais de simulação e modelagem de circuitos de resistores elétricos, *PhET* e *Crocodile*, na qual os alunos inter-relacionaram e deram significados aos conceitos. Numa etapa consecutiva, os alunos realizaram a prática de experimentação de bancada, relacionados ao mesmo tema anterior de circuitos elétricos, para ressignificar seus conhecimentos, partindo do estudo do brilho de lâmpadas.

Costa (2013, p. 7), por meio da análise dos dados, evidencia que:

[...] as atividades de simulação e modelagem computacional contribuíram para a formação de organizadores prévios relativos a conceitos de eletricidade, leitura e interpretação de medidas elétricas. Posteriormente, a atividade de experimentação auxiliou os alunos a ressignificarem os conhecimentos de eletricidade e circuitos elétricos, as atividades de leitura, medição e interpretação de grandezas elétricas, auxiliando o desenvolvimento da aprendizagem significativa. A análise dos resultados também revela indícios que, com a integração entre as atividades de experimentação de bancada e *softwares* de simulação e modelagem computacional, os alunos, de forma colaborativa e minoritariamente cooperativa, (re)significaram e reelaboraram conhecimentos relativos a circuitos elétricos de resistores, porém, em determinados momentos, caracterizavam dificuldades de aprendizagem, pois não conseguiam expressar suas concepções e argumentações, de maneira a se apropriar corretamente dos conceitos de eletricidade.

Dentre as pesquisas afins a esta proposta, é conveniente também citar a dissertação de Moro (2015), visto que foi o documento mais recente encontrado sobre a temática, quando os estudos foram iniciados. O referido documento trata de uma dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação de Ensino de Ciências Exatas, do então Centro Universitário UNIVATES, cujo título é "*Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de Energia Térmica no Ensino Médio*". O trabalho destaca as implicações que a integração das atividades experimentais e simulações computacionais pode trazer ao conteúdo de transferência de energia térmica. Os objetivos específicos elencados na pesquisa foram: verificar os conhecimentos prévios dos estudantes relacionados à transferência de energia térmica e suas aplicações em situações do cotidiano; desenvolver o conteúdo de transferência de energia térmica por meio da integração entre atividades experimentais e simulações computacionais; Investigar se as atividades desenvolvidas são potenciais para a aprendizagem dos alunos sobre elementos importantes da Terminologia. Tal pesquisa

foi realizada com alunos do 2º ano do Ensino Médio. A autora conclui que “a integração entre atividades experimentais e simulações computacionais pode contribuir para a ocorrência da aprendizagem significativa dos estudantes” (MORO, 2015, p.134).

Além dos trabalhos de teses e dissertações, já mencionadas, foram encontrados dois artigos relevantes para esta pesquisa. O artigo de Dorneles, Araújo e Veit (2006), intitulado “*A integração entre atividades computacionais e experimentais: um estudo exploratório no ensino de circuitos CC e CA em Física Geral*” apresenta um estudo exploratório com o objetivo de avaliar as potencialidades do uso de atividades experimentais em conjunto com atividades computacionais no ensino de circuitos elétricos de corrente contínua e de corrente alternada. Os autores sugerem que as atividades experimentais em conjunto com simulações computacionais podem atuar como um elemento motivador para a aprendizagem.

E, finalmente, em outro artigo de Dorneles, Araújo e Veit (2008), cujo título é “*Atividades experimentais e computacionais como recursos instrucionais que se complementam: um estudo exploratório no ensino de Eletromagnetismo em Física Geral*”, os autores relatam um estudo exploratório que teve como objetivo o levantamento de proposições norteadoras visando a investigar a integração entre atividades computacionais e experimentais no ensino de Eletromagnetismo em Física Geral para propiciar condições favoráveis para uma aprendizagem significativa e a vivência de atividades práticas. Os autores mostram, como resultados, que as atividades integradas tornam os alunos mais ativos e participativos em comparação com as tradicionais aulas de laboratório, principalmente em relação às discussões sobre questões conceituais da disciplina.

Em síntese, baseado nos documentos analisados, percebe-se que o uso de atividades experimentais e às simulações computacionais nos processos de ensino e aprendizagem, pode apresentar resultados cognitivos produtivos, além de ser também uma alternativa pedagógica que estimule o desenvolvimento de novas habilidades e competências necessárias à construção da aprendizagem. Em suma, todas as sínteses das pesquisas relatadas nessa seção, apresentaram resultados favoráveis à utilização de atividades experimentais associadas às simulações computacionais, como estratégias pedagógicas de ensino.

2.5 A Eletricidade e o estudo de Circuitos Elétricos

2.5.1 Circuitos Elétricos

No ensino de Física, habitualmente no 3º ano do Ensino Médio, normalmente é sugerido ao professor que inicie os estudos da eletricidade pela eletrodinâmica e não pela eletrostática, pois a familiaridade que os alunos têm ao utilizar aparelhos elétricos facilita a discussão do tema. Partindo-se do reconhecimento de elementos básicos de um circuito elétrico simples com lâmpadas, bem como do uso cotidiano de eletrodomésticos (ferro elétrico, chuveiro elétrico, televisão, etc.), dos para-raios, das ligações de lâmpadas e tomadas em residências, da distribuição de rede elétrica, entre outros. Nas primeiras aulas, o professor pode introduzir os conceitos de corrente elétrica, tensão elétrica ou ddp (diferença de potencial), resistência elétrica e potência elétrica, as quais se constituem como as grandezas elétricas fundamentais da Eletricidade. No estudo de circuitos elétricos, o professor deve procurar sempre relacionar a eletricidade com o cotidiano do aluno.

O circuito elétrico é formado por um gerador elétrico, um condutor em circuito fechado e um elemento receptor, capaz de utilizar a energia elétrica disponibilizada pelo gerador e transformá-la em uma energia não elétrica, além de um dispositivo de interrupção (interruptor ou chave), conforme apresentado nas figuras 3 e 4, geralmente um interruptor. O gerador elétrico está representado pela pilha, o receptor representa a lâmpada elétrica, que transforma energia elétrica, fornecida pelo gerador, em energia luminosa e a chave liga/desliga representa o dispositivo de manobra responsável por ligar ou desligar a lâmpada.

Figura 3: Circuito fechado – lâmpada acesa

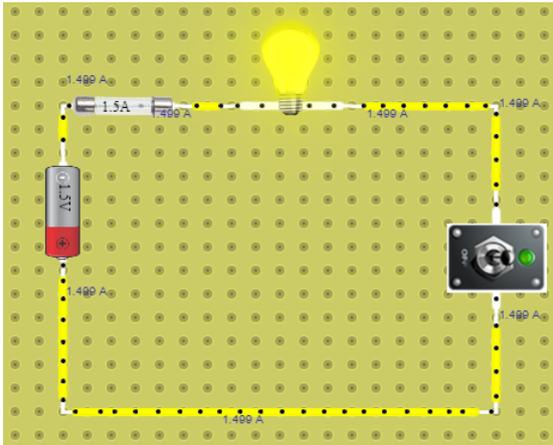
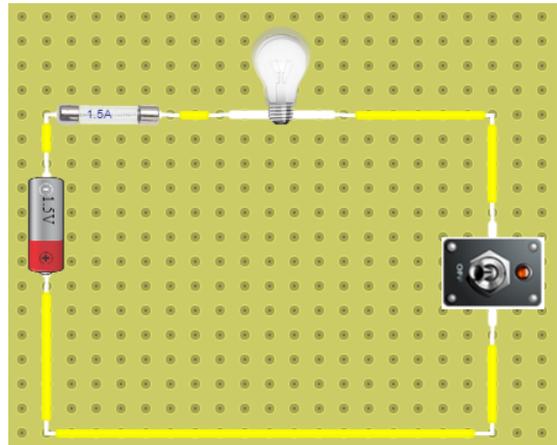


Figura 4: Circuito elétrico aberto – lâmpada apagada



Fonte: O autor, 2017

No circuito fechado, isto é, com a lâmpada acesa, uma corrente elétrica será estabelecida no circuito e, no caso da lâmpada apagada, circuito aberto, não haverá corrente no referido circuito. Os circuitos elétricos possuem fios condutores, ou placas metálicas, que ligam a fonte de tensão (contínua ou alternada) ao aparelho elétrico. Neste contexto, o professor pode discutir com seus alunos que, diariamente, fechamos e abrimos muitos circuitos elétricos. Assim, quando se deseja tomar um banho quente, usar uma roupa passada ou comer um pão torrado, dentre outros, temos que fechar os circuitos destes aparelhos para usar a energia térmica dissipada por eles. Todavia, é importante tomar cuidado com o uso excessivo desses elementos, pois consomem muita energia. É possível ter uma noção do consumo de energia, isto é, da quantidade de energia elétrica que um chuveiro, por exemplo, transforma em energia térmica, se conhecer sua potência elétrica e o tempo que ele fica ligado.

Em outras palavras, para que a potência de um dispositivo - que determina a taxa temporal com que um trabalho é realizado - produza uma conversão de uma forma de energia em outra, é preciso que ela seja mantida por certo período de tempo. Por exemplo, um motor pode ter de acionar uma grande carga, porém, a menos que ele seja usado ao longo de um intervalo de tempo, não haverá conversão de energia. Ademais, quanto mais o motor for usado para acionar uma carga, maior será a energia utilizada (BOYLESTAD, 2012). Portanto, os cálculos de potência e energia são importantes na análise de circuitos elétricos.

2.5.2 Potência Elétrica e Energia Elétrica

A potência elétrica de um aparelho indica a quantidade de energia elétrica transformada em outras formas de energia, por unidade de tempo, ou seja, pode ser considerada como a quantidade de energia térmica que passa por ele durante uma quantidade de tempo, medida em *watts* ($W = 1\text{J}\cdot\text{s}^{-1}$) (ALEXANDER e SADIKU, 2013, p. 30). Deste modo, quanto mais energia for transformada em um menor intervalo de tempo, maior será a potência do aparelho. Portanto, podemos definir como potência a razão entre a energia elétrica transformada e o intervalo de tempo dessa transformação como observado na equação (1), na qual P é a potência em watts (W), W é o trabalho⁷ realizado, em joules (J) e t é o tempo em segundos (s).

$$P = \frac{W}{\Delta t} \quad (1)$$

De outra maneira, no contexto da eletricidade, na teoria dos circuitos elétricos, o fluxo de elétrons (corrente elétrica) é provocado pelo movimento de cargas elétricas. A carga é bipolar, o que significa que os efeitos elétricos são descritos em termos de taxas positivas e negativas, e os efeitos elétricos são atribuídos à separação de cargas e a seu movimento. A separação das cargas cria uma tensão elétrica (ou ddp), e o movimento destas produz uma corrente elétrica. Assim, se torna muito útil determinar a potência elétrica em função dos valores dessas duas grandezas (NILSSON e RIEDEL, 2015, p. 35), como descreve a Equação (2), em que V representa a tensão elétrica e i a intensidade de corrente elétrica.

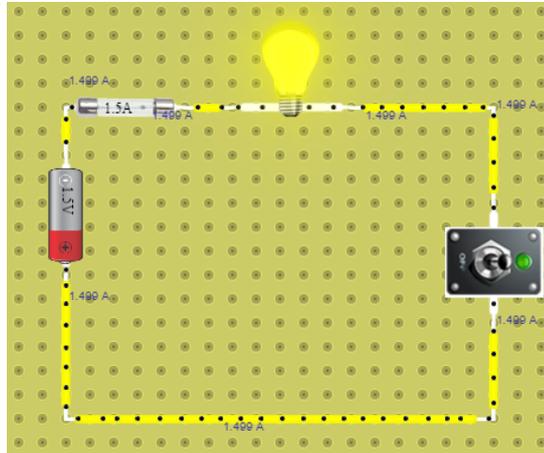
$$P = V \cdot i \quad (2)$$

Como exemplo, considere um bipolo (pilhas e lâmpadas são exemplos de bipolos, conforme figura 5), em um circuito elétrico, por onde o fluxo de elétrons chega em um polo e sai pelo outro. Entretanto, para os elétrons passarem por esses bipolos é necessário estabelecer uma diferença de potencial em seus terminais, representada pela pilha. O bipolo é atravessado por uma carga elétrica durante um intervalo de tempo e a passagem desta carga transfere para o bipolo uma energia,

⁷ Trabalho compreendido como grandeza física que representa a transformação de energia por meio da ação de uma força.

fazendo com que aconteça uma transformação de energia no circuito elétrico, neste caso de energia elétrica para energia luminosa (BOYLESTAD, 2012).

Figura 5: Circuito Elétrico com pilha e lâmpada



Fonte: O autor, 2017

Portanto, com a Equação 2, é possível determinar a potência dissipada e refletir sobre algumas hipóteses questionadas pelos alunos em sala de aula, tais como:

- “Quando colocamos a chave do chuveiro na posição inverno” aumentamos ou diminuimos a potência dissipada no chuveiro?

O chuveiro é ligado à tensão da rede elétrica, ou seja, uma tensão praticamente constante. Na posição de inverno, a água sai mais quente e por isso está havendo uma maior dissipação de energia. Se a tensão é constante, para ocorrer o aumento da potência é necessário aumentar a corrente elétrica sendo que, conforme a Equação 2, a potência é proporcional a corrente elétrica, resultando em maior consumo de energia (para o caso da ligação em paralelo).

Por outro lado, no que concerne ao conceito de energia elétrica, pode se notar que é um conceito de difícil definição. A compreensão de energia, pelos estudantes, é muito vaga, tendo diversas experiências, no cotidiano, que explicam formas diferentes sobre o conceito de energia, conhecido como concepções alternativas espontâneas do conceito de energia (SILVA, 2012). Assim, estas concepções são formas não científicas ou versões ultrapassadas de explicações de um fenômeno, criando dificuldades na construção de conceitos científicos (DELIZOICOV; ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2002).

Desta maneira, não se deve afirmar nada sobre a natureza da energia, esta pode existir de forma concreta ou ser apenas um artifício matemático utilizado pela ciência para facilitar a compreensão de determinado fenômeno (FEYNMAN, 2009). Todavia, percebe-se que a compreensão do conceito de energia está ligada à ideia de transformações energéticas. Na concepção de Bucussi (2007, p. 23):

A energia pode ser vista como uma propriedade que expressa as alterações ocorridas nos sistemas devido aos processos de transferência e transformação realizados através de interações. A energia é uma grandeza sistêmica e relativa, não pertencendo a um corpo ou objeto e sim a um sistema. Neste sistema as interações das forças internas criam configurações (parte potencial da energia) e movimento (parte cinética da energia) que podem alterar-se dentro do sistema nos dando acesso ao valor relativo da transformação final ocorrida.

Bucussi (2007) afirma ainda que a energia pode se manifestar sobre quatro formas básicas, nos mais diversos tipos de sistemas, que são: cinética (ligada ao movimento), potencial (ligada à configuração), de repouso (ligada à massa relativística) e de campo (ligada ao campo gravitacional e eletromagnético). Além das formas, a energia pode se apresentar de diversas maneiras, na qual cabe destaque à energia elétrica, à energia térmica e à energia eólica. Desta forma, há possibilidades de transformações energéticas em suas formas ou apresentações.

Assim, energia corresponde a um conceito desenvolvido, a partir de meados do século XIX, juntamente com a termodinâmica e utilizada para descrever uma ampla variedade de fenômenos físicos, como já mencionado. No entanto, a definição mais usual, encontrada em muitos livros didáticos, afirma que “energia é a medida da capacidade de efetuar trabalho”. Porém, esta definição não é totalmente correta, pois aplica-se apenas a alguns tipos de energia, que, em princípio, são totalmente conversíveis em outras formas de energia (HADDAD, 2004, p. 9).

Em 1872, Maxwell propôs uma definição diferente sobre energia, que pode ser considerada mais correta do que a anterior: “energia é aquilo que permite uma mudança na configuração de um sistema”. Esta definição refere-se a mudanças de condições, ou seja, a transformações energéticas (HADDAD, 2004, p. 9).

Enfim, a forma de energia que traz o contexto deste trabalho é a eletricidade que constitui de um tipo de energia que pode ser imediata e eficientemente transformada em qualquer outra, tal como em energia térmica, luminosa, mecânica ou química. A eletricidade pode ser produzida em diversas situações como, por exemplo, junto a quedas de água, nas quais a energia hidráulica está disponível,

perto de minas carboníferas ou de refinarias, onde o carvão ou o óleo podem ser utilizados ou, ainda, perto dos centros consumidores para onde o combustível pode ser economicamente transportado (HADDAD, 2004). O mesmo autor (p. 9) descreve que “a energia elétrica é transportável, com vantagens econômicas, a longas distâncias, até regiões nas quais possa ser mais bem utilizada, como em núcleos populosos, centros industriais, núcleos rurais etc”.

Ademais, como mencionado anteriormente, pode-se tratar, também, o conceito de energia como um artifício matemático utilizado pela ciência para facilitar a compreensão de determinado fenômeno, na qual pode ser obtido por meio da Equação (3).

$$E = Pot . \Delta t \quad (3)$$

Como a potência é medida em watts (ou joules por segundo) e o intervalo de tempo em segundos, a unidade de energia é o watt-segundo ou joule. Entretanto, a unidade watt-segundo é uma quantidade muito pequena para a maioria dos propósitos práticos, de modo que as unidades watt-hora (Wh) e *quilowatt-hora* (kWh) foram aquelas definidas pelas concessionárias de energia elétrica, em que 1Wh = 3.600J (BOYLESTAD, 2012).

2.5.3 Resistência Elétrica

Nos itens anteriores, foi descrito que a aplicação de uma tensão por meio de um condutor resulta em um fluxo de carga elétrica no mesmo. Entretanto, isso possibilita algumas reflexões: o que determina o nível do fluxo no condutor que resulta da aplicação de uma tensão em particular? Por que o fluxo de cargas elétricas é mais intenso em alguns circuitos do que em outros? As respostas a estas questões estão no fato de que há uma oposição ao fluxo de carga no sistema que depende dos componentes do circuito. Essa oposição ao fluxo de carga por meio de um circuito elétrico é chamada resistência elétrica, cuja a unidade é ohm (Ω), em homenagem ao físico alemão George Simon Ohm (BOYLESTAD, 2012), e está relacionada à dificuldade de movimentação dos elétrons livres por meio das

estruturas elementares aproximadamente fixas (átomos e moléculas) constituintes do material condutor.

A resistência elétrica se relaciona com a resistividade elétrica do condutor, que é uma propriedade de cada material. Por exemplo, nas mesmas condições o fio de cobre possui resistência menor do que o fio de alumínio, para a mesma bitola e comprimento, pois a resistividade do cobre é menor que a do alumínio. Por outro lado, a resistência elétrica também pode sofrer variação conforme a variação do fluxo de cargas de um condutor. Isso ocorre porque, quanto maior a intensidade deste fluxo, menor a dificuldade que os portadores de carga enfrentam para movimentar-se, ou seja, menor a resistência. Para valores constantes de resistência elétrica, a diferença de potencial V entre as extremidades de um condutor é proporcional à corrente (i) que o atravessa. A resistência é a constante de proporcionalidade entre elas e pode ser definida a partir da Primeira Lei de Ohm, como demonstrado na Equação (4).

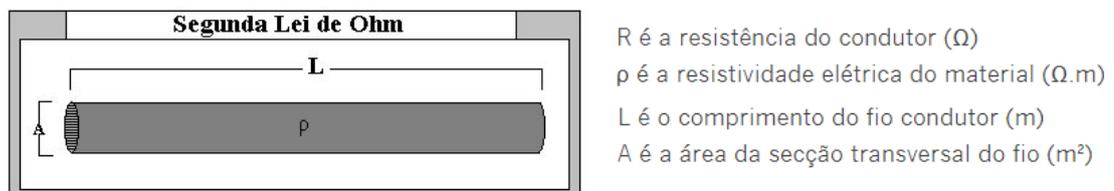
$$R = \frac{V}{i} \quad (4)$$

Essa Lei só é válida para materiais que possuem resistência elétrica constante, conhecidos como resistores ôhmicos.

Desta forma, quando um condutor é submetido a uma diferença de potencial (ddp), ele passa a ser percorrido por uma corrente elétrica, que é constituída pelo fluxo de carga, por unidade de tempo, no interior do condutor. Assim, quanto maior a dificuldade encontrada pela corrente elétrica em “atravessar” o condutor, maior a resistência elétrica deste condutor. Neste sentido, percebemos que a estrutura atômica do condutor determina quão facilmente a carga elétrica passará por este material. Além disso, quanto mais alta a temperatura dos materiais condutivos, maiores a vibração interna e o movimento dos componentes que formam a estrutura atômica do fio, e mais difícil os elétrons livres encontrarem um caminho pelo material (BOYLESTAD, 2012). Porém, apenas no caso dos metais que a resistência aumenta com o aumento da temperatura. Assim, nos materiais semicondutores, silício e germânio, por exemplo, a resistência diminui à medida que a temperatura aumenta, facilitando a condução daqueles materiais semicondutores.

No entanto, além da temperatura, a resistência elétrica também varia conforme o comprimento (L), a área de seção reta (A) e a natureza do material do condutor e todos esses fatores são relacionados por uma equação conhecida como Segunda Lei de Ohm, como mostra a Figura 6 e evidenciado na Equação 5.

Figura 6: Segunda Lei de Ohm.



Fonte: Mundo Educação

<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/segunda-lei-ohm.htm>

$$R = \rho \cdot \frac{L}{A} \quad (5)$$

2.5.4 Corrente Elétrica

A expressão “corrente elétrica” pode vir associada à concepção de que as cargas podem fluir num condutor, de forma análoga ao que ocorre num cano no qual pode fluir a água. Porém, esta analogia não é totalmente aceita, pois a corrente elétrica trata do movimento dos portadores de carga elétrica. Os materiais são classificados de acordo com seus portadores de carga em condutores, semicondutores e supercondutores (LARA; ARAUJO e SILVEIRA, 2014).

Assim, quando existem partículas dotadas de carga elétrica em movimento, tem-se uma corrente elétrica. Portanto, “corrente elétrica são cargas elétricas que se deslocam” (HADDAD, 2004, p. 12). Logo, é possível relacionar o termo corrente elétrica ao fluxo de cargas que se movimentam, ordenadamente, em um condutor, devido a uma diferença de potencial. Lembra-se que é um movimento que se sobrepõe ao movimento de natureza térmica dos materiais, que existem independentemente da presença ou não de uma diferença de potencial.

O símbolo de corrente elétrica é denominado pela letra “*i*” pelo fato de representar uma intensidade de cargas elétricas em movimento. Portanto, a intensidade de corrente elétrica equivale à razão entre a quantidade de carga que passa por uma seção reta de um condutor e o respectivo intervalo de tempo gasto, como descreve a Equação (6).

$$i = \frac{\textit{quantidade de carga}}{\textit{intervalo de tempo}} \quad (6)$$

Deste modo, a unidade de intensidade de corrente elétrica é o C/s (Coulomb por segundo) que, é atribuído como unidade usual o ampére (A), na qual 1 C/s=1A. Para efeito de análise, a corrente elétrica poderá circular em dois sentidos: o sentido real – resultante do movimento de cargas negativas e o sentido convencional – resultante do movimento de cargas positivas. Entretanto, a corrente convencional e a corrente real produzem o mesmo efeito elétrico.

Concluídos os fundamentos teóricos, passo a descrever a metodologia usada na pesquisa.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo é abordado a caracterização da pesquisa, seu delineamento e organização metodológica, o local em que ela foi desenvolvida, os sujeitos envolvidos, todas as atividades realizadas e os materiais utilizados durante a intervenção pedagógica.

3.1 Caracterização da pesquisa

Esta pesquisa é de natureza qualitativa. Conforme Prestes (2003, p. 30), a pesquisa qualitativa preocupa-se em analisar e interpretar os aspectos mais profundos descrevendo a complexidade do comportamento humano.

Já na concepção de Lakatos e Marconi (2010, p. 269) a metodologia fornece análise mais detalhada sobre as investigações, hábitos, atitudes, tendências de comportamento, etc.

Portanto, a escolha pela abordagem qualitativa justifica-se pela necessidade de analisar, interpretar e compreender as interações entre sujeitos e objeto de estudo. Na perspectiva de Moreira (2011a), esse tipo de análise interpretativa de dados gera proposições verdadeiras acerca do conhecimento, as quais podem ser publicadas pelo pesquisador sob a forma de um relatório ou artigo de pesquisa, enfatizando a importância da narrativa neste tipo de prática. Moreira (2011b, p. 51) ainda destaca:

O pesquisador enriquece sua narrativa com trechos de entrevistas, excertos de suas anotações, vinhetas, exemplos de trabalhos de alunos, entremeados de comentários interpretativos procurando persuadir o leitor, buscando apresentar evidências que suportem sua interpretação e, ao mesmo tempo, permitem ao leitor fazer julgamentos de modo a concordar ou não com as asserções interpretativas do pesquisador.

Para o levantamento dos dados qualitativos, foram anotadas observações em um diário de campo e registrado todas as atividades realizadas pelos alunos por meio de fotos e respostas a questionários. Do mesmo modo, a pesquisa também é de caráter exploratório. Para Gil (2002), pesquisas exploratórias podem proporcionar

maior familiaridade com o problema, visando torná-lo mais explícito e construir hipóteses, incluindo levantamento bibliográfico e entrevistas. Assim, tendo em vista os objetivos e a temática escolhida, pode ser considerado um estudo de caso, já que no estudo de caso é possível utilizar de diferentes fontes, como: entrevistas, documentos, arquivos, observação, gravações. Na concepção de Gil (2010, p. 37), o estudo de caso é “adequado para a investigação de um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto real, onde os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente percebidos”.

O presente estudo, além do caráter qualitativo e exploratório, também se caracteriza por uma pesquisa de análise descritiva, pois descreve um determinado fenômeno (GIL, 1999), evidenciando as respostas dos entrevistados. Para Mattar (1999), as pesquisas descritivas compreendem diferentes métodos de coleta de dados, tais como: entrevistas pessoais, questionários pessoais e observação. Ainda, em relação à pesquisa descritiva, Gil (1999, p. 46) afirma que esta “[...] tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre as variáveis”.

O propósito desta pesquisa é explorar as falas de alguns participantes na sua experiência vivida na prática pedagógica, que será expressa de forma descritiva. Segundo Marconi e Lakatos (2000, p. 77), os estudos descritivos têm como objetivo conhecer a natureza do fenômeno estudado e a forma como ele se constituiu. Nas pesquisas descritivas, o pesquisador procura conhecer e interpretar a realidade.

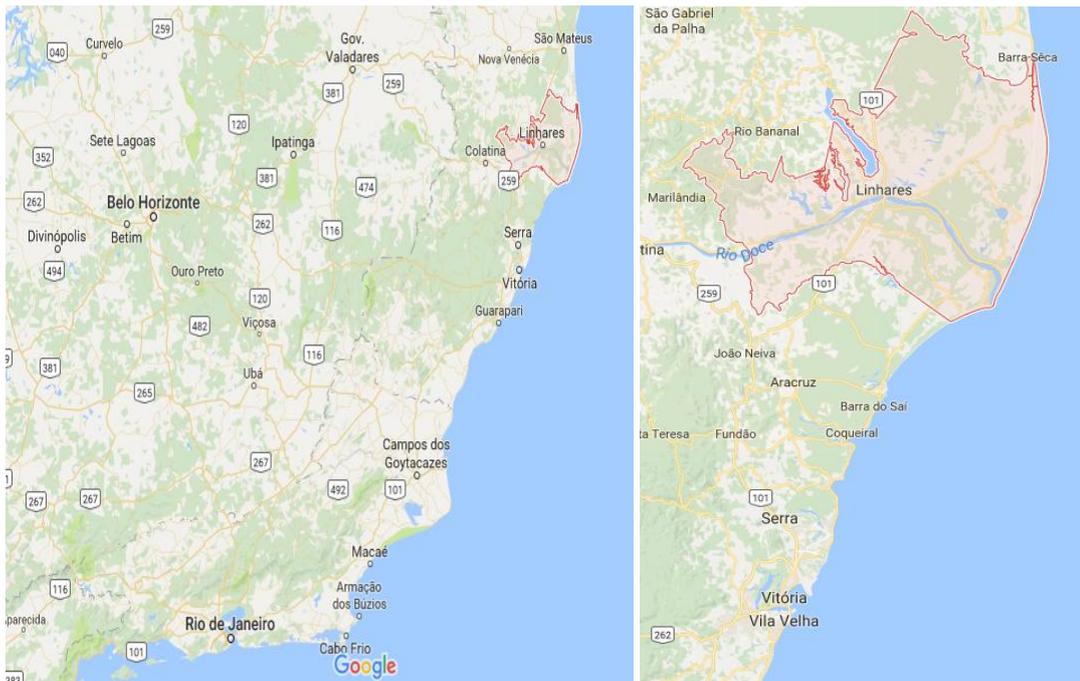
Ao adotar esses procedimentos metodológicos, buscou-se sobre as possibilidades que o uso das atividades experimentais e simulações computacionais poderiam trazer ao ensino de Eletricidade para o 3º ano do Ensino Médio, em particular, ao ensino de circuitos elétricos.

A escola selecionada para realizar a prática pedagógica foi uma instituição da rede pública estadual, situada na cidade de Linhares⁸, Espírito Santo. A Figura 7 representa a localização do município de Linhares. Esta pesquisa foi desenvolvida com dezoito alunos uma turma de 3º Ensino Médio Integrado da referida escola, abordando o conteúdo de Eletricidade, em especial análise de circuitos elétricos. A

Município brasileiro localizado ao norte do Espírito Santo, com população estimada em 166.491 habitantes, é a cidade com maior extensão litorânea e maior extensão territorial do estado, com cerca de 3.504,137 km² (IBGE, 2016).

escolha desta turma justificou-se pelo fato de ser a menor turma, em quantidade de alunos, daquela escola e, com isso, ficando mais acessível a realização da intervenção pedagógica nos laboratórios. As atividades tiveram duração de quatro semanas, ocorrendo, habitualmente, dois encontros por semana de cinquenta e cinco minutos, em um total de oito encontros.

Figura 7: Localização do município de Linhares, Espírito Santo.



Fonte: <https://www.google.com/maps>, 2017

A pesquisa foi realizada em um período maior do que o planejado previamente em minha qualificação, devido a alguns contratempos pertinentes ao planejamento daquela escola, tais como: feriado na qual coincidiu com aula naquela turma; provas disciplinares e multidisciplinares que coincidiram com as minhas aulas na turma participante desta pesquisa, dentre outras.

3.2 Organização da pesquisa

A ideia central desta pesquisa é investigar sobre as implicações do uso de simulações computacionais e das atividades experimentais no ensino de Eletricidade, em uma abordagem prática e conceitual da disciplina de Física, enfatizando conceitos relacionados à Eletricidade. Neste sentido, esta prática foi

organizada em seis momentos, sendo eles: assinatura do Termo de Concordância da Direção da Instituição de Ensino, assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos Pais, aplicação de questionário semiestruturado, desenvolvimento da intervenção pedagógica (atividades experimentais e simulações computacionais), aplicação de questionário da avaliação. Nos próximos itens, descrevo detalhadamente cada um desses momentos.

1º) Carta de Anuência para a Direção da Instituição de Ensino (APÊNDICE A)

Em um primeiro momento, foi agendada uma reunião com o Diretor para conversar sobre a possibilidade de realizar a pesquisa naquela escola e, ainda, explicar os objetivos, os procedimentos metodológicos, bem como informar a turma na qual seria realizada a intervenção pedagógica. No encontro, de imediato, o diretor demonstrou muito interesse pela prática que seria desenvolvida, ressaltando a sua importância para a aprendizagem dos alunos. O diretor sugeriu que a prática também fosse realizada nas outras turmas do terceiro ano. Ademais, o mesmo se mostrou disposto a ajudar, no que fosse necessário, a adquirir os materiais para a intervenção pedagógica. Assim, foi fornecido ao diretor o Termo de Concordância, Apêndice A, para a devida assinatura, esclarecendo quanto ao uso do nome da Instituição na dissertação. Após assiná-lo, reiterou estar muito satisfeito com a realização da pesquisa, especialmente pela escolha da turma.

2º) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B)

Ao receber a anuência da direção, reuni-me com a turma na qual aplicaria a prática e conversei com eles sobre a realização da pesquisa, seus objetivos, as atividades que seriam desenvolvidas, os recursos utilizados e a quantidade de encontros. No mesmo encontro, entreguei a todos os alunos o Termo de Consentimento Livre Esclarecido, conforme Apêndice B. Por serem menores de idade, levaram-no para casa para que os pais o lessem e assinassem. Informei-os, ainda, que a participação não era obrigatória, ou seja, o aluno poderia optar por participar ou não da investigação. Todavia, percebi, naquele momento, grande motivação dos alunos em participar desta pesquisa.

3º) Atividades de Simulação Computacional (APÊNDICE C)

Nesta etapa, foram desenvolvidas as simulações computacionais, no laboratório de informática da escola, com atividades direcionadas ao conteúdo de Eletricidade, cujo objetivo foi compreender os conceitos relacionados a circuitos elétricos, tais como: tensão elétrica, corrente elétrica, curto circuito, associações em série e paralelo, medidores de grandezas elétricas. A prática envolvendo simulação computacional foi contextualizada por meio de um roteiro de atividades, conforme apresentado no Apêndice C, segundo momentos pedagógicos distintos, na qual apresento a seguir, com base nas etapas atribuídas por Carraro e Pereira (2014):

I. Primeiro momento pedagógico: problematização inicial

O momento foi caracterizado pela compreensão dos alunos frente ao conteúdo que foi estudado. Foram apresentadas questões ou situações para se introduzir um conteúdo específico. A proposta foi feita com vistas a relacionar o conteúdo de Eletricidade com situações reais do cotidiano dos alunos, mas que não conseguiam interpretar corretamente, porque, provavelmente, não dispunham de conhecimentos científicos suficientes. Em seguida, foram apresentadas sugestões de atividades a serem desenvolvidas.

II. Segundo momento pedagógico: aplicação do conhecimento

Este momento se caracterizou pela aplicação do conhecimento até então construído, na análise e interpretação da problematização inicial, bem como em demais questões ou situações que surgissem durante o desenvolvimento das atividades propostas. Desta forma, aquele momento:

Destinou-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1994, p. 55; DELIZOICOV; ANGOTTI, 2002, p. 31).

Para analisar o momento, foram apresentadas aos alunos atividades que seriam desenvolvidas com a simulação. Cada atividade foi acompanhada de questões específicas, respondidas com base na simulação estudada. Para tais atividades, posicionou-se um aluno por computador. Para elaboração do roteiro de atividades, sendo estabelecidos os seguintes critérios:

- Selecionar os tópicos mais relevantes no ensino de Eletricidade para os alunos do 3º ano do Ensino Médio;
- Pesquisar sobre as simulações disponíveis na *Internet* e posterior análise das mesmas por meio de critérios como interatividade, acesso gratuito e facilidade de manuseio;
- Atribuir princípios norteadores para a criação e adequação de textos explicativos e atividades para cada simulação.

Da mesma maneira, na escolha da simulação os seguintes critérios:

Facilidade de utilização: o critério adotado para a escolha da simulação foi a que propusesse um fácil entendimento e compreensão pelo usuário, não oferecendo dificuldades ao aluno na realização de suas tarefas, bem como possibilidades de configurações. Se o aluno levasse muito tempo para aprender a manipulá-la, ela não seria utilizada. Assim, ao escolher as simulações, foi privilegiada aquela de fácil manuseio. Portanto, optou-se pela plataforma PhET por possuir ferramentas flexíveis que podem ser usadas de distintas maneiras e em diversas configurações.

Confiabilidade da origem: sugere-se animações aceitas pela comunidade científica.

Nesta fase, as atividades de simulação computacional foram exploradas em um ambiente virtual denominado *Kit de construção de Circuito DC*, desenvolvido pelo projeto *PhET* (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc), já mencionado em outro contexto desta pesquisa. As atividades desenvolvidas foram registradas por meio de fotos, filmagens e anotações em diário de campo, para fins de comprovação da prática pedagógica.

As atividades apresentadas na referida simulação seguiram roteiros que fizeram parte da proposta de ensino na qual o aluno interpreta uma situação e, a seguir, responde com base na manipulação da mesma. Desta forma, é possível auxiliar o aluno na compreensão de conceitos físicos da Eletricidade. Assim, a prática possibilitou a inserção de recursos computacionais nos processos de ensino de circuitos elétricos e favoreceu ao aluno a participação ativa neste processo.

4º) Questionário Semiestruturado (APÊNDICE D)

Após a realização da atividade computacional, os estudantes responderam a questões relacionadas ao tema, conforme visto na simulação *Kit de construção de Circuito DC*. Para tal, foi utilizada a plataforma *Socrative*⁹. A utilização do aplicativo *Socrative* auxilia o professor a diagnosticar, de forma imediata, as dificuldades dos estudantes sobre determinados temas ou assuntos, facilitando o trabalho do professor, uma vez que não há necessidade de corrigir os exercícios por aluno, ou seja, o aplicativo permite ao professor o ganho de tempo para outras tarefas em sala de aula. Assim, o uso de aplicativos como *Socrative* pode proporcionar ao professor uma otimização do seu tempo. Desta forma, por meio desse aplicativo, o professor pode visualizar em seu dispositivo móvel (ou desktop) as repostas das atividades dos alunos em sala de aula no exato instante em que são postadas, tais atividades podem ser: múltipla escolha, verdadeiro/falso, respostas curtas e questões dissertativas.

Por meio do *Socrative* o professor, de forma imediata, pode verificar a compreensão dos alunos em diferentes modelos de relatórios: visão geral da classe inteira, resultados específicos de cada estudante e o percentual de acertos por questão. Ademais, por meio dos relatórios disponibilizados pelo *Socrative*, o professor pode avaliar em qual contexto os alunos estão com mais dificuldades como, por exemplo, o relatório do percentual de erros por questão. Todos os relatórios podem ser enviados diretamente do aplicativo para o *e-mail* do professor ou para a pasta Google Drive a qualquer momento. O próprio aplicativo também armazena os relatórios na seção Reports. O questionário utilizado nesta etapa encontra-se no APÊNDICE D.

5º) Atividade Experimental (APÊNDICE E)

No quinto momento foram realizadas as atividades experimentais sobre conceitos básicos de Eletricidade, no Laboratório de Física da escola. Para estabelecer uma relação entre as atividades computacionais, foram exploradas experiências concretas com montagens de circuitos elétricos, em série e em paralelo, com lâmpadas e a geração por meio da rede elétrica, como pode ser

⁹ O **Socrative** é um site da web 2.0 que permite a criação de questionários com perguntas de escolha múltipla, verdadeiro ou falso e de resposta aberta, e a posteriori a sua dinamização na sala de aula com os alunos. Disponível em: <https://www.edgarcosta.net/recursos/socrative-aula-questionarios-dinamicos/>. Acesso em: set. 2018

observado na Figura 8. Os materiais utilizados nessa prática foram: fios de cobre, lâmpadas, suportes para lâmpadas e conexões.

Figura 8: Alunos realizando a atividade experimental



Fonte: O autor, 2017.

Em um primeiro momento foram realizadas as atividades experimentais sobre circuitos elétricos, na associação em série, na associação em paralelo e, a seguir, em uma associação mista. A teoria dos conteúdos e conceitos abordados permeou as atividades experimentais. Portanto, alguns conceitos foram trabalhados com a própria prática experimental.

Os estudantes receberam um roteiro semiestruturado, APÊNDICE E, e seguiram-no conforme mediação do professor. Foram desenvolvidas atividades envolvendo conceitos básicos de Eletricidade, tais como: tensão elétrica, corrente elétrica, resistência e potência. A turma organizou-se em grupos de até cinco alunos, para os quais foram disponibilizados os materiais.

Apesar de simples, a atividade permitiu discutir uma série de conceitos, como o de produção da energia luminosa, a diferença entre a ligação em série e a ligação paralela e, ainda, sobre as grandezas elétricas envolvidas no circuito elétrico. A atividade experimental foi compreendida como um complemento à atividade computacional.

6º) Questionário de avaliação (Apêndice F)

Enfim, no sexto e último momento, foi realizado o questionário de avaliação. Com sua aplicação, foi possível perceber a visão dos alunos em relação às atividades desenvolvidas. Por meio das respostas, procurei descobrir o quanto à intervenção pedagógica contribuiu para a aprendizagem de alguns conceitos de Eletricidade.

Sintetizando, no Quadro 1 é apresentado, detalhadamente, os conteúdos atividades e objetivos referentes à intervenção pedagógica desta pesquisa.

Quadro 1: Atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica

AULA	ATIVIDADES	OBJETIVOS
Aula 1	<ul style="list-style-type: none"> - Assinatura do Termo de Consentimento Livre Esclarecido: Apêndice B - Apresentação do Projeto de Pesquisa, dos materiais e <i>softwares</i> utilizados durante a prática pedagógica. - Manipulação de algumas simulações computacionais, com vistas a possibilitar a exploração do potencial da simulação <i>PhET</i>. Aqui foram realizadas apenas atividades para manusear o <i>software</i> objetivando a familiarização dos alunos com a ferramenta. 	<ul style="list-style-type: none"> - perceber a importância na participação da pesquisa. - entender o funcionamento da pesquisa. - entender o funcionamento e a importância da simulação computacional na aprendizagem.
Aulas 2 a 4	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação e manipulação, pelos alunos, da simulação computacional que foi usada nesta pesquisa. Esta atividade foi desenvolvida em um roteiro pré-determinado, conforme APÊNDICE C. 	<ul style="list-style-type: none"> - verificar, por meio da simulação <i>PhET Kit de construção de Circuito DC</i>, o nível de aprendizagem dos alunos em relação a conceitos básicos em eletricidade, tais como:

		corrente elétrica, diferença de potencial, resistência e curto circuito.
Aula 5	- Apresentação da plataforma Socrative . - Os alunos foram convidados a aplicar os conhecimentos adquiridos por meio da manipulação da simulação <i>PhET</i> .	- verificar, por meio de questionário, APÊNDICE D, no <i>Socrative</i> , os conhecimentos dos alunos com relação à temática apresentada.
Aulas 6 e 7	- Apresentação e manipulação, pelos alunos, de uma experiência em laboratório com conceitos voltados à eletricidade, APÊNDICE E.	- retomar conceitos sobre eletricidade por meio de situações experimentais.
Aula 8	- Aplicar o questionário de avaliação, APÊNDICE F.	- avaliar o grau de satisfação dos alunos quanto as atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica.

Fonte: Do autor, 2017.

3.3 Instrumentos de coletas de dados

Por se tratar de uma pesquisa qualitativa, os instrumentos de coleta de dados utilizados foram: questionários, observação participante, fotos e respostas das atividades experimentais e simulações computacionais. Em relação à observação participante da pesquisa, Lakatos e Marconi (2010, p. 277) afirmam que essa é uma das técnicas mais utilizadas por ter como objetivo “ganhar a confiança do grupo, fazer os indivíduos compreenderem a importância da investigação, sem ocultar o seu objetivo”.

As observações ocorreram durante a intervenção pedagógica, na qual foi observados os conhecimentos, estímulos e motivações dos discentes ao aprender os conteúdos de uma maneira ainda não explorada e, também, compreender as dificuldades e possíveis contribuições em sala de aula.

Todavia, além das observações realizadas, todos os questionários utilizados nesta pesquisa continham algumas questões abertas, oportunizando ao estudante a possibilidade de expor a própria percepção sobre a prática realizada.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são descritos os resultados decorrentes da intervenção pedagógica, apresentando os dados coletados. Assim, neste contexto, estão contidos o método usado na análise de dados; os resultados obtidos na simulação computacional e, também, na atividade experimental; e, por fim, são discutidas as informações resultantes do questionário sobre a avaliação da prática pedagógica. Para melhor compreensão, este capítulo está dividido em quatro seções. Na primeira seção, são apresentadas as técnicas de análise de dados que inspiraram a elaboração desta análise, que é descritiva; na segunda é feita uma análise dos dados acerca da intervenção realizada por meio da simulação computacional. Já na seção seguinte, relata-se a análise realizada com base nos dados coletados na etapa experimental. Enfim, na quarta e última seção é apresentado o questionário de avaliação, como instrumento de apreciação da prática utilizada neste trabalho.

4.1 Técnicas de análise de dados

De acordo com Alves e Silva (1993, p. 61), “a análise qualitativa de dados é um fenômeno recentemente retomado, que se caracteriza por ser um processo indutivo que tem como foco a fidelidade ao universo de vida cotidiana dos sujeitos, estando baseada nos mesmos pressupostos da chamada pesquisa qualitativa”. Seguindo a mesma linha de raciocínio, Gil (2002, p. 20) afirma que a pesquisa qualitativa é caracterizada por considerar:

[...] que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave.

Considerando que essa pesquisa tem abordagem qualitativa, a análise teve a pretensão de privilegiar a discussão em torno dos dados coletados. Nesse sentido, Martins Junior (2015, p. 138), apresenta a seguinte definição:

Análise qualitativa – É a descrição dos dados obtidos através de instrumentos de coleta dos dados, tais como: entrevistas, observações, descrição e relatos. Consiste em buscar a compreensão particular daquilo que se está investigando, não se preocupando com generalizações, princípios e leis.

Barros e Lehfeld (2007, p. 111) ao discorrerem sobre a análise dos dados explicam que essa “é a fase em que se examinam e se verificam a relevância e o significado dos dados em relação aos propósitos da pesquisa”. Nesse sentido, segundo os autores, “A interpretação é uma atividade que leva o pesquisador a dar um significado, mais amplo às respostas”.

Embora a interpretação dos dados analisados esteja sujeita à subjetividade do pesquisador, para Martins Júnior (2015, p. 139), “este não deve deduzir os fatos, mas sim descrevê-los corretamente”. Em outras palavras, nem sempre o pesquisador vai encontrar os resultados que esperava para a pesquisa, porém, mesmo assim, em respeito à ciência, os dados revelados precisam ser cuidadosamente analisados, sempre à luz das descrições coletadas. Assim, os resultados apresentados, se aproximarão da realidade vivenciada pelos sujeitos da pesquisa.

Com base nessas considerações, foi utilizada uma análise descritiva, com enfoque qualitativo, transcrevendo os dizeres dos participantes da pesquisa observados, evitando-se as respostas repetidas. Ressalta-se que a exibição dessas se deu por amostragem, considerando as falas mais recorrentes e as que mais representaram as ideias desses educandos nos contextos apresentados. Por esta razão apenas alguns alunos são citados. Assim, no próximo subcapítulo, são apresentadas essas análises com as referidas discussões.

4.2 Análises dos resultados da Simulação Computacional

Nessa seção são apresentadas as análises e discussões tecidas acerca das ações realizadas nas atividades de simulação computacional. Essas atividades foram realizadas no laboratório de informática da escola e de forma individualizada.

Antes de realizar as atividades computacionais, no primeiro encontro com os discentes, foi feita a apresentação do projeto de pesquisa, salientando a sua importância; os objetivos; os materiais e *softwares* utilizados, enfatizando que todas as questões, presentes no roteiro da prática, deveriam ser respondidas de forma sucinta. Também foram apresentadas algumas simulações computacionais, possibilitando a exploração do potencial da simulação *PhET* e a familiarização dos alunos com a ferramenta. Enfim, ainda no primeiro encontro, foi apresentado o planejamento das aulas aos discentes.

Esta prática pedagógica foi realizada em três aulas e ocorreu no segundo trimestre letivo, nos dias 31/07, 01/08 e 07/08 de 2017. O roteiro desta atividade, que foi desenvolvida com base nos conteúdos programáticos para o 3º ano do Ensino Médio, enfatizando conceitos básicos de Eletricidade, encontra-se no Apêndice C, e teve como objetivo oportunizar ao aluno a aprendizagem de conceitos sobre corrente elétrica, tensão elétrica, potência e, também, fazer uma relação com os circuitos elétricos em suas residências. A Figura 9 ilustra os alunos na prática computacional.

Figura 9: Estudantes na prática computacional.



Fonte: Do autor, 2017.

O roteiro desta atividade, Apêndice C, traz como “**Problematização Inicial**” a percepção do estudante quanto à ligação de lâmpadas em um circuito série. Em síntese, a primeira questão teve como intuito instigar o aluno sobre uma situação de seu cotidiano. Nesta etapa não foi utilizada a simulação, sendo feito apenas como teste inicial para avaliar o conhecimento do aluno. A questão trouxe a seguinte indagação: ***Se em uma associação de lâmpadas em série uma delas se queimar o que ocorrerá com as demais? Por quê?***

Abaixo são apresentadas algumas respostas referentes a esta questão. Os estudantes cujas falas foram selecionadas são nomeados por E₁, E₂, E₃ e assim sucessivamente. Nas respostas apresentadas pelos alunos, percebeu-se que a maioria deles mencionou que o não acendimento das outras lâmpadas, no circuito em série, se deve à abertura do circuito e conseqüente interrupção do fluxo de corrente, demonstrando uma alusão ao conhecimento do conceito de corrente elétrica, ainda que não o tenham mencionado explicitamente, exceto E₁₄. As respostas apresentadas por alguns alunos foram:

E₂: As demais não acenderão, porque o circuito estará aberto.

E₅: Se uma queimar, todas as outras vão parar de funcionar. Pois a corrente elétrica vai parar de passar.

E₆: Irão parar de funcionar, porque corta o circuito.

E₁₀: Todas param de funcionar, pois a energia não passará.

E₁₄: Não funcionará devido o circuito ficar aberto, não passará corrente.

Desta forma, percebeu-se que a maioria dos alunos pesquisados já tinham conhecimentos sobre o conceito inicial apresentado, pois, para muitos, em um circuito em série, as lâmpadas não acendem no caso de uma delas queimar, coerentes com Silva (2018), para quem a lâmpada nas condições postas acima não acende, pois não há passagem de corrente elétrica no circuito.

Porém, alguns estudantes ainda apresentaram respostas equivocadas com relação a esta questão, mostrando desconhecer o assunto abordado, como é possível se depreender a partir das respostas de E₁, E₃, E₇, e E₁₂.

E₁: Irá funcionar normal, porém com uma lâmpada a menos.

E₃: Vai queimar também, porque elas estão em série.

E₇: Continuam acesas, pois os elétrons continuam passando.

E₁₂: Vai queimar também, pois uma está conectada a outra por fios.

Nesta questão constatou-se que muitos alunos reconheceram que a existência de corrente elétrica está condicionada a um circuito fechado. A partir desta informação, foi possível levantar hipóteses sobre os conhecimentos que os alunos trazem. Para Mendes (2014, p. 29), “aprendemos a partir do que já sabemos”, e “ensinar a partir do que o aluno já sabe pode ser uma alternativa para o aprendizado efetivo [...]”. Então, após ter o conhecimento de que os alunos apresentavam algum conceito, ainda que superficial, sobre circuito elétrico, foi-lhes apresentada a simulação que foi utilizada na prática pedagógica, cuja tela inicial é mostrada na Figura 10.

Figura 10: Tela inicial da Simulação Computacional – Kit de construção de circuitos.



Fonte: Do autor, 2017.

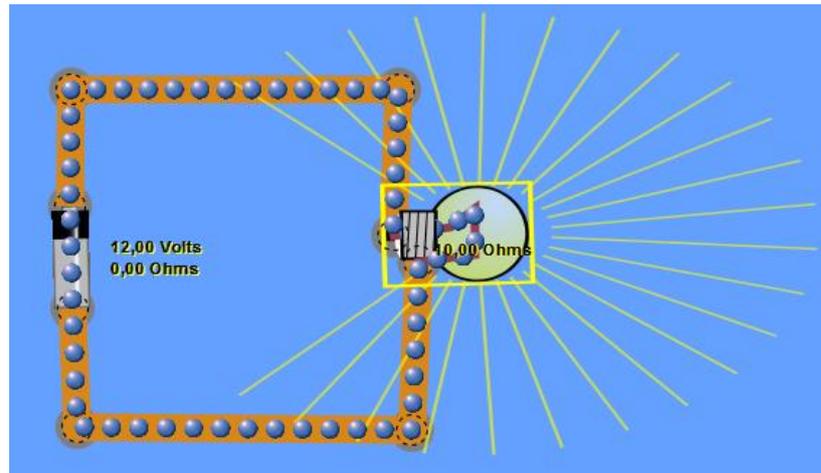
Antes de iniciar o roteiro da prática computacional, foi pedido para que os alunos manipulassem a simulação e montassem um simples circuito em série, com lâmpadas, de acordo com a problematização apresentada anteriormente. Na medida em que os alunos manipulavam as ferramentas da simulação computacional, foram observados alguns fatos interessantes. O aluno E₁₀ disse achar muito interessante aquele *software* e perguntou: “*Professor, com esta simulação eu posso simular qualquer tipo de circuito?*”. A resposta foi a seguinte:

a simulação proposta é para circuitos elétricos em CC (corrente contínua), com possibilidades apenas para este tipo de configuração. Entretanto, existem outras simulações, também na plataforma PhET, que podem simular circuitos em CC e, também, em CA (Corrente Alternada).

Já o estudante E₁₅ quis se apropriar das outras simulações do *PhET*, e disse: “*Professor, percebi que no PhET existem muitas outras simulações interessantes, e que devo utilizá-las para estudar para a prova do ENEM*”.

Voltando ao roteiro da simulação, os alunos se depararam com a primeira atividade a ser realizada por meio da simulação computacional, a qual foi denominada “**Acendendo uma Lâmpada**”. Na primeira simulação desta atividade o aluno elabora, por meio da simulação, um circuito elétrico simples com uma lâmpada ligada a uma bateria, como mostrado na Figura 11.

Figura 11: Atividade 1 - Primeira Simulação – circuito simples com uma lâmpada.



Fonte: Do autor, 2017.

Essa etapa pode conduzir os alunos à observação e compreensão da situação apresentada na **problematização inicial**. Na primeira questão desta simulação, apresentada na Figura 12, é solicitada uma descrição do aluno sobre o que faz a lâmpada acender.

Figura 12: Resposta dada à questão 1 (primeira simulação) pelo estudante E₁₇

Questão 1: Descreva o que acontece enquanto a lâmpada acende.

Os elétrons passam por ela através da corrente, acendendo a luz

Fonte: Do autor, 2017.

Pode-se perceber nesta escrita que o estudante E₁₇ mescla o conceito de elétrons ao de corrente elétrica, não evidenciando a diferenciação de que o fluxo de elétrons livres é a corrente. Alexander e Sadiku (2013, p. 6) destacam que:

Quando um fio condutor (formado por vários átomos) é conectado a uma bateria (uma fonte de força eletromotriz), as cargas são compelidas a se moverem; as cargas positivas se movem em uma direção, enquanto as cargas negativas se movem na direção oposta. A essa movimentação de cargas dá-se o nome de corrente elétrica.

Na ótica de alguns alunos, a lâmpada acende porque os elétrons saem da bateria, passam pela lâmpada e retornam para a bateria, fechando o circuito, fazendo com que ela acenda, como mostrado a seguir:

E₂: Passa uma corrente elétrica pelos fios, que estão ligados por uma pilha pelos dois polos.

E₆: Os elétrons circulam dentro da lâmpada, fazendo acender.

E₈: Os elétrons passam da bateria para a lâmpada, fazendo que ocorra um circuito elétrico.

E₉: A corrente passa pela lâmpada, fazendo com que ela acenda.

Percebeu-se, ainda, que alguns alunos trouxeram uma ideia equivocada de que os elétrons saem da lâmpada para a bateria, como pode ser notado nas respostas dos estudantes E₁, E₃ e E₄.

E₁: Os elétrons percorrem todo o circuito, saindo da lâmpada e passando pela bateria.

E₃: Os elétrons movem-se no fio, saindo da lâmpada para a bateria, fazendo com que a luz acenda.

E₄: Os elétrons fluem da lâmpada para a bateria, formando um circuito.

Além disso, outros relacionaram os elétrons em movimento à criação de uma corrente elétrica no circuito.

E₆: Os elétrons circulam dentro da lâmpada, fazendo acender.

E₉: A corrente passa pela lâmpada, fazendo com que ela acenda.

E₁₄: Os elétrons enfileirados formam a corrente elétrica.

E₁₅: Os elétrons se movimentam, passando pelo fio e a lâmpada, fazendo com que ela acenda.

Ao final os alunos começam a se apropriar do conhecimento sobre o conceito de “corrente elétrica e a sua relação com o movimento ordenado de elétrons em um circuito”, como diz Halliday (2006, p. 96).

A segunda questão da primeira simulação visou a conhecer os motivos que levaram a lâmpada acender, e abaixo estão transcritas algumas respostas:

E₁: A corrente elétrica que passa por ela.

E₂: Os elétrons.

E₈: A corrente elétrica passando pelo seu circuito (um fio de metal que é aquecido pela corrente elétrica), gerando luz.

E₁₀: Os elétrons que saem da bateria e vão para a lâmpada através dos fios.

E₁₄: A passagem de elétrons

E₁₈: Os elétrons vão da bateria pelos fios até chegar a lâmpada fazendo que ela acenda.

Para esta questão, percebeu-se que a maioria dos estudantes foi enfática ao afirmar que o acendimento da lâmpada se deu pela passagem dos elétrons por ela, ou seja, a corrente elétrica fez a lâmpada acender. Sabendo que em um circuito elétrico, a tensão aplicada, por meio da bateria, é o mecanismo de partida, e a corrente elétrica é uma reação à tensão aplicada (BOYLESTAD, 2012), sendo que corrente elétrica é o fluxo de carga (elétrons) por unidade de tempo (ALEXANDER e SADIKU 2013); analisando as respostas a esta questão, detectou-se que alguns alunos demonstraram conhecimentos sobre corrente elétrica, ainda que não tenham

entrado no mérito de que o “acender” implica um processo de transformação de energia.

Contudo, para alguns alunos, a bateria é a responsável em fazer a lâmpada acender, conforme denotam as respostas a seguir:

E₃: A tensão e a corrente saem da bateria, passa pelo condutor e chega na lâmpada. Depois volta para a bateria.

E₄: A bateria gera uma tensão que é transmitida através do fio, até chegar à lâmpada.

E₉: A bateria gera uma tensão que é transmitida através do fio, até chegar à lâmpada e acender.

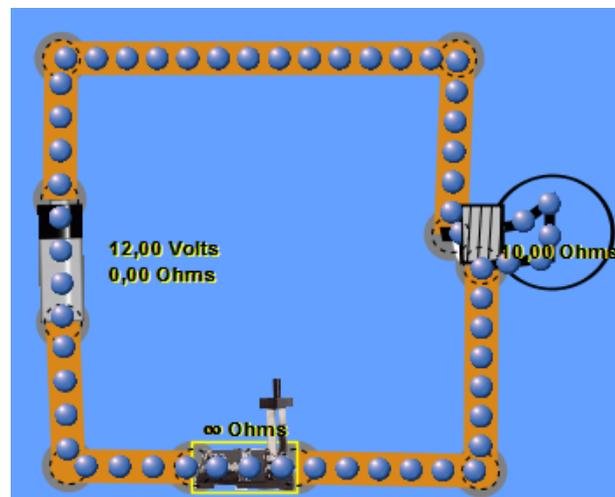
E₁₂: A quantidade de volts que passa pelos dois polos da lâmpada que estão ligados a uma pilha por fios.

É possível observar, nas respostas apresentadas pelos alunos E₃, E₄, E₉ e E₁₂, que o conceito de tensão elétrica não está constituído, pois aqueles alunos afirmam que a tensão é transmitida pelos fios, evidenciando uma indistinção comum entre os conceitos de corrente e de tensão. Ao falarem que a bateria é responsável, estão essencialmente corretos, pois sabem da necessidade de uma fonte de energia e de que é ela que produz diferença de potencial.

Neste sentido, percebe-se um equívoco nas respostas dos estudantes supracitados, pois a grandeza elétrica “*transmitida*” ao circuito é a corrente elétrica, e não a tensão elétrica, como afirmaram aqueles alunos.

Na segunda simulação, da mesma atividade, foi pedido aos alunos para elaborar em um circuito semelhante ao da primeira simulação, porém, com a inserção de uma chave interruptora, conforme ilustrado na Figura 13.

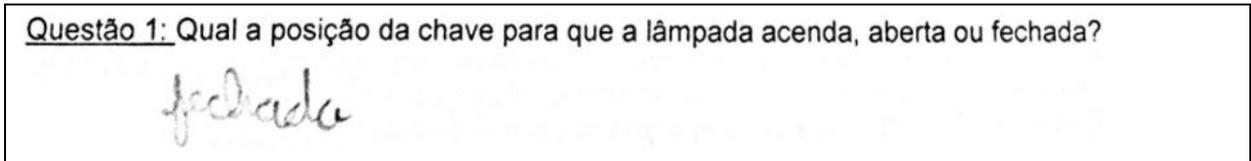
Figura 13: Atividade 1 - Segunda Simulação – circuito simples com chave geral.



Fonte: Do autor, 2017.

Seguiu-se com a Questão 1 desta simulação, conforme ilustrado na Figura 14, sobre a posição da chave para fazer a lâmpada acender. Nesta questão, detectou-se que os estudantes têm conhecimento sobre a função de uma chave interruptora em um circuito elétrico, pois todos os alunos responderam que a lâmpada só acende no caso da chave estar fechada.

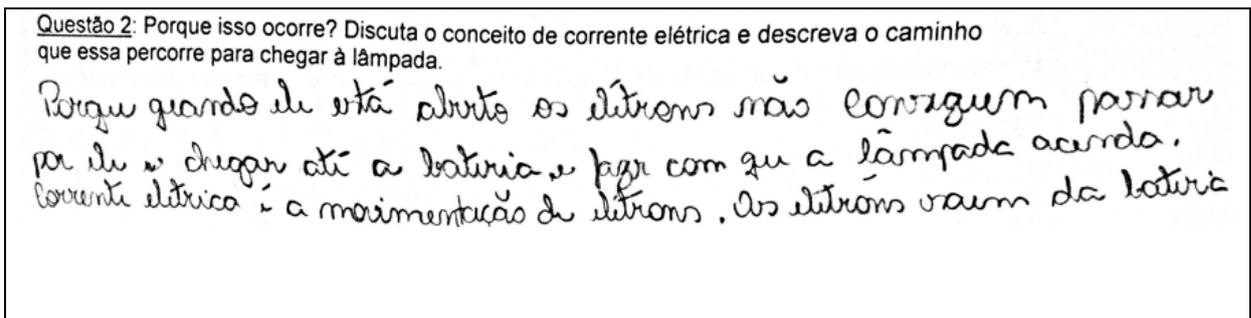
Figura 14: Resposta dada à Questão 1 (segunda simulação) pelo estudante E1



Fonte: Do autor, 2017.

Já na questão seguinte, mostrada na Figura 15, o aluno deve discorrer sobre o conceito de corrente elétrica.

Figura 15: Resposta dada à Questão 2 (segunda simulação) pelo estudante E₁₃



Fonte: Do autor, 2017.

Todos os alunos responderam que a chave no circuito é responsável pela interrupção, ou não, da passagem dos elétrons/corrente elétrica, conforme seguem algumas respostas:

E₂: Pois quando aberto não permite a passagem de elétrons passando da bateria aos fios para a lâmpada e interruptor. A corrente elétrica é uma sequência de elétrons no circuito.

E₄: Quando fechada, a corrente elétrica pode fazer o percurso fazendo com que acenda.

E₆: Os elétrons saem da pilha pelo polo negativo, passa pela chave fechada, chega à lâmpada (acendendo-a) e para no polo negativo. Os elétrons é o que representam a corrente elétrica.

E₇: Quando a chave é fechada, a corrente pode percorrer o percurso fazendo-a acender. A corrente elétrica são os elétrons que percorrem o circuito.

E₁₃: Por que quando ela está aberta, os elétrons não conseguem passar por ele e chegar até a bateria e fazer com que a lâmpada acenda. Corrente elétrica é a movimentação de elétrons. Os elétrons saem da bateria.

Analisando as respostas, é possível inferir que os estudantes apresentaram um bom conhecimento sobre o conceito de corrente elétrica, em concordância com o que postula Boylestad (2012, p. 29), para quem o fluxo de carga (corrente elétrica), através da lâmpada, provoca o aquecimento do filamento, por meio da fricção, até que ele fique incandescente, emitindo assim a luz desejada, e acendendo a lâmpada.

A terceira questão buscou fazer uma relação entre a chave utilizada no circuito da simulação com aquela usada nas residências, na tentativa de estabelecer uma ligação com o cotidiano do aluno, do seguinte modo: *“Há alguma chave geral em sua casa? Descreva sua função”*.

A partir desta questão, notou-se que alguns alunos disseram que a existência das chaves, nas residências, tem a função de ligar e desligar a energia, como foi mencionado pelos estudantes E₄, E₇, E₁₁ e E₁₈. Ao mesmo tempo em que conseguem identificar as chaves/interruptores existentes em sua residência, os alunos E₁, E₁₃ e E₁₆ foram capazes de identificar a sua função no controle dos aparelhos eletrônicos.

E₁: Sim. Desliga e liga a energia que deseja, por exemplo, ligar o ar condicionado quando deseja e depois desligá-lo sem precisar desligar tudo.

E₄: Sim. Serve para ligar e desligar a energia da casa.

E₇: Sim. Controlar o fluxo de energia que está sendo transmitida para a casa.

E₁₁: Sim. Ela controla a passagem de energia de toda a casa.

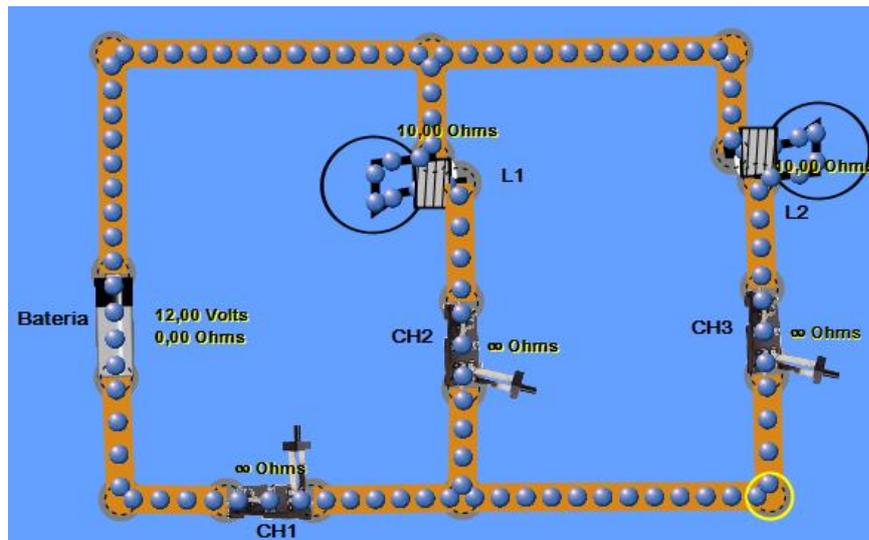
E₁₃: Sim, três, a do banheiro, que liga e desliga tudo do banheiro, a das tomadas, que desliga todas as tomadas da casa, e as das lâmpadas, que desliga todas as lâmpadas da casa.

E₁₆: Sim. Desliga a energia que se passa por todos os cômodos da casa individualmente.

E₁₈: Permite o controle (aberto ou fechado) da passagem da corrente geral da casa.

A terceira simulação do roteiro de atividades trouxe um circuito elétrico com duas lâmpadas e dois interruptores, como observado na Figura 16.

Figura 16: Atividade 1 - Terceira Simulação – circuito simples com chave geral.



Fonte: Do autor, 2017.

Esta simulação trazia duas questões, a primeira com a seguinte proposta e indagação: **Observe na simulação o caminho que a corrente elétrica precisa percorrer para acender cada uma das lâmpadas. Para que servem as chaves CH1 e CH2?**

Alguns relatos apresentados:

E₁: As chaves servem para permitir, ou não, que a corrente passe para as lâmpadas.

E₃: Para abrir ou interromper a passagem da corrente elétrica.

E₆: A CH1 serve como chave geral, se tiver desligada nenhuma lâmpada acende, mas se tiver aberta e as demais fechadas também nenhuma acende. A CH2 liga a lâmpada 1 se CH1 estiver fechada.

E₇: Para permitir a passagem de corrente elétrica. CH1 permite a passagem de corrente para CH2 e CH3, possibilitando as lâmpadas acenderem.

E₁₃: Para permitir ou não a passagem de corrente elétrica. Logo, acender/desligar a lâmpada.

E₁₇: As chaves servem para permitir e/ou interromper a passagem de corrente elétrica pelo fio condutor.

Os alunos foram enfáticos ao afirmar que as chaves, mostradas no circuito da Figura 17, são utilizadas para permitir, ou não, a passagem da corrente elétrica pelo circuito e, conseqüentemente, causar o acendimento da lâmpada, como pode ser observado nas respostas dos estudantes E₁, E₃, E₉, E₁₃ e E₁₇. Também ficou evidente que os alunos entenderam o funcionamento das chaves, como declarou E₆: “A CH1 serve como chave geral, se tiver desligada nenhuma lâmpada acende, mas se tiver aberta e as demais fechadas também nenhuma acende. A CH2 liga a lâmpada 1 se CH1 estiver fechada”.

Na segunda questão foi pedido aos alunos que fizessem uma analogia entre as chaves mostradas no circuito da simulação com circuitos similares, e se havia interruptores na residência, do seguinte modo: ***Cite exemplos de aplicações de circuitos similares a esse. Há interruptores em sua residência? Descreva sua função.***

Nesta questão os alunos demonstraram conhecimentos sobre o componente analisado, os interruptores ou chaves, e citaram sua função, bem como deram exemplos sobre a importância desses componentes nos circuitos elétricos residenciais, tais como: interruptores e disjuntores. Abaixo estão as transcrições de alguns dizeres de alunos:

E₂: A lâmpada do cômodo, por exemplo, somente será acesa pelo seu interruptor correspondente, não acendendo as demais lâmpadas. Sim, existem em minha casa, servem para acender e apagar as respectivas lâmpadas.

E₄: Sim, a função é ligar ou desligar os aparelhos da casa.

E₆: Sim, os interruptores de ventilador de teto e para as lâmpadas. Os interruptores servem para ativar ou desativar um circuito elétrico.

E₈: Sim. Uma chave geral de lâmpadas na qual possui interruptores para acendimento das lâmpadas.

E₁₀: Sim, Serve para ligar/desligar algo, lâmpadas ou aparelhos.

E₁₅: Sim, há uma das chaves lá em casa, o disjuntor, em que se desligado nenhuma lâmpada da casa acende.

E₁₆: Sim, para ligar as lâmpadas em casa. Interruptor liga/desliga, serve para deixar a corrente chegar à lâmpada, ou a interromper.

As transcrições dos alunos, citadas anteriormente, vão ao encontro do que prescreve a norma da ABNT, para interruptores, NBR 60669-1 (2004, p. 4), a qual indica que “o interruptor é um dispositivo concebido para fazer circular ou cortar a corrente em um ou vários circuitos elétricos”. Desta forma, foram terminadas as práticas da primeira atividade.

Na atividade dois, os alunos foram orientados a desenvolver circuitos elétricos, por meio da simulação, com lâmpadas associadas em série ou paralelo. Na primeira simulação desta atividade foi elaborado um circuito elétrico com a associação de três lâmpadas em série, como mostrado na Figura 17.

Figura 17: Atividade 2 - Primeira Simulação – circuito com três lâmpadas ligadas em série.



Fonte: Do autor, 2017.

Na primeira questão desta simulação foi solicitada ao aluno a desconexão de uma das lâmpadas do circuito, com vistas a verificar o ocorrido. Seguem as transcrições de algumas respostas dadas pelos estudantes:

E₁: Tudo se apaga, pois a ligação está em falta. E por estar em série, o resto irá parar.

E₃: Todas as lâmpadas apagam, pois os fios não estão mais interligados.

E₈: Todas as outras lâmpadas desligam também, porque o sistema é em série, uma depende da outra.

E₁₁: A passagem dos elétrons para, porque não há conexão.

E₁₅: As demais param de acender, pois a energia não passa para as outras lâmpadas.

E₁₆: Todas se apagam, pois elas estão em série e o caminho da corrente é interrompido.

Por meio do circuito série, elaborado com a simulação, percebe-se que os alunos começam a se apropriar do conhecimento, inclusive surgindo mudança de conceito para alguns deles, com relação à problematização inicial. Por exemplo, na concepção dos estudantes E₁ e E₃, antes de usar a simulação, o caso da retirada de uma lâmpada em um circuito em série, as outras continuam acesas, o que é uma interpretação errada nesta situação. Porém, com o uso da simulação, foi notada uma evolução na compreensão destes alunos, como pode ser visto nas transcrições anteriores.

Continuando com a Questão 2, foi feita uma analogia com os circuitos elétricos residenciais, com o seguinte questionamento: *Por que quando uma lâmpada*

“queima” ou é desconectada, as demais lâmpadas e aparelhos de uma residência não se apagam?”. Seguem as respostas de alguns alunos a esta questão:

E₄: Porque o circuito é em paralelo.

E₈: Porque estão em paralelo, não dependendo então uma da outra.

E₉: Porque a corrente não fica na lâmpada queimada, ela continua se propagando.

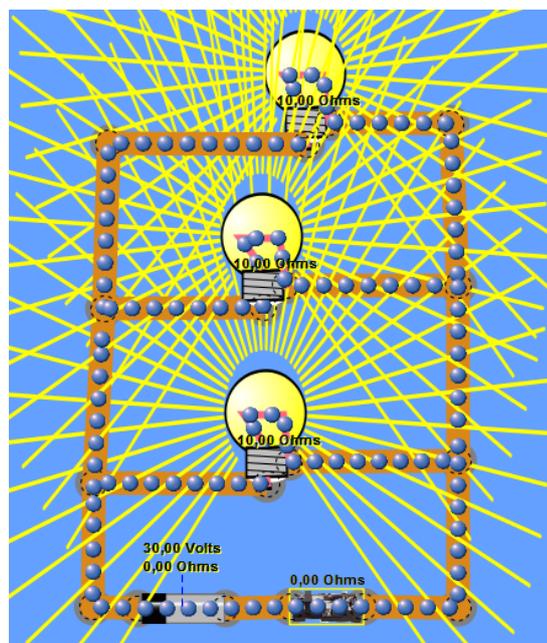
E₁₁: Pois a passagem dos elétrons para as demais lâmpadas não necessita de conexão dessa lâmpada.

E₁₃: Porque elas continuam conectadas e a energia ainda passa por elas.

Por meio das respostas dadas, foi possível identificar que os alunos têm uma boa noção sobre circuitos com ligação em série e paralelo, podendo relacioná-la, ainda, com circuitos elétricos residenciais. Os alunos responderam, na Questão 1, que a retirada de uma lâmpada em um circuito ligado em série faz com que as outras lâmpadas não acendam, pois não há mais passagem dos elétrons no circuito, corroborando o que diz Boylestad (2012, p. 141) para quem “se um elemento de uma combinação em série de elementos falhar, ele interromperá a resposta de todos os elementos em série”.

Em virtude disso, percebeu-se, também, que os alunos souberam diferenciar ligações em um circuito série e em paralelo.

Figura 18: Atividade 2 - Segunda Simulação – circuito com três lâmpadas ligadas em paralelo.



Fonte: Do autor, 2017.

A segunda simulação está pautada na elaboração de um circuito paralelo, composto por três lâmpadas, uma bateria e um interruptor. Na Questão 1, desta

simulação, foi solicitado ao estudante a retirada de uma das lâmpadas para verificar o ocorrido. Neste sentido, todos os alunos compartilharam da mesma opinião: se uma lâmpada for desconectada, as demais permanecerão acesas, por se tratar de uma ligação em paralelo. Assim, abaixo estão transcritas algumas respostas dadas:

E₂: As outras lâmpadas continuam acesas, porque o circuito está em paralelo.

E₄ Quando o circuito está em paralelo, uma lâmpada desconectada não faz diferença, e as outras lâmpadas continuam recebendo corrente.

E₁₇: As lâmpadas restantes continuam acesas, pois, se abrir o circuito naquele ponto, não impede que a corrente elétrica passa pelos outros pontos no circuito.

No entanto, a segunda questão pedia ao estudante a comparação dos resultados obtidos na primeira simulação (circuito série) com o da segunda simulação (paralelo), da seguinte forma: “Compare seu resultado com o obtido quando as três lâmpadas estavam ligadas em série. O que você conclui?”. Seguem as respostas de alguns alunos:

E₁: Para o funcionamento do circuito em série é necessário que ele esteja totalmente fechado.

E₄: Em um circuito série, quando se remove uma lâmpada, o circuito ficará aberto e não haverá passagem de corrente. Em paralelo, não passará corrente apenas pelo circuito da lâmpada retirada, nas outras lâmpadas continuará passando normalmente.

E₈: Quando o circuito está em paralelo, uma lâmpada desconectada não faz diferença, e as outras lâmpadas continuam recebendo corrente.

E₁₀: Um circuito em série depende do funcionamento de todos os dispositivos, o paralelo isto não acontece.

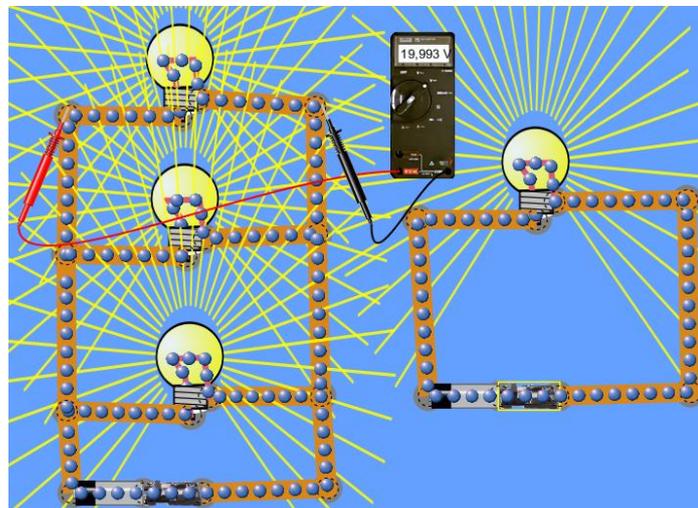
E₁₂: Que quando estão em série, o funcionamento de cada lâmpada é dependente, em paralelo não.

As respostas dos alunos a esta questão expressam a percepção dos alunos em relação aos circuitos elétricos, inclusive com a comparação entre o circuito série e o paralelo. Assim, pode-se inferir que os estudantes pesquisados demonstraram conhecimento sobre o assunto abordado, pois afirmaram que a retirada de uma lâmpada em um circuito em série faz as demais não acenderem. Já no circuito paralelo a retirada de uma lâmpada não afeta as demais. Isso se constata nas concepções de autores renomados, quando dizem

Se um fio entra em uma extremidade do soquete da lâmpada e sai na outra extremidade, então as lâmpadas estão em série. Se dois fios entram e saem do soquete, provavelmente as lâmpadas estão em paralelo. Normalmente, quando lâmpadas são conectadas em série, se uma queimar (o filamento partir e o circuito abrir), todas as lâmpadas se apagarão, já que o caminho para a passagem da corrente foi interrompido (BOYLESTAD, 2012, p. 142).

Seguindo com a terceira simulação desta atividade, pretendia-se avaliar a percepção do aluno em relação à luminosidade das lâmpadas, quando associadas em série e em paralelo. Nesta etapa foram implementados dois circuitos, o primeiro com três lâmpadas ligadas em paralelo (de mesma potência nominal) e o outro com apenas uma lâmpada. A referida simulação consta apenas da questão sobre o brilho das lâmpadas nos dois circuitos (série e paralelo), que é um indicador qualitativo da potência luminosa dissipada na lâmpada (Figura 19). A pergunta foi: “*Há diferença entre os brilhos das lâmpadas nos dois circuitos? O que você conclui desta observação?*”.

Figura 19: Atividade 2 - Terceira Simulação



Fonte: Do autor, 2017.

Nesta atividade, os estudantes começaram a ter contato, na simulação, com os instrumentos de medição como, por exemplo, o Voltímetro para medir a diferença de potencial nos terminais das lâmpadas e, assim, determinar a queda de tensão nas mesmas. A diferença de potencial entre dois pontos de um circuito é medida ligando as pontas de prova do voltímetro aos dois pontos em paralelo (BOYLESTAD, 2012, p. 42). Neste sentido, são transcritas, a seguir, as respostas de alguns alunos a esta questão, quanto à observação sobre a diferença de brilho das lâmpadas.

E₆: Não. A tensão é a mesma em todas as lâmpadas.

E₈: Não, quando as lâmpadas estão em paralelo não há mudança de tensão, não tendo diferença de brilho entre as lâmpadas.

E₁₂: Não há diferença de luminosidade, pois a tensão é a mesma no circuito com apenas uma lâmpada e o circuito com 3 lâmpadas.

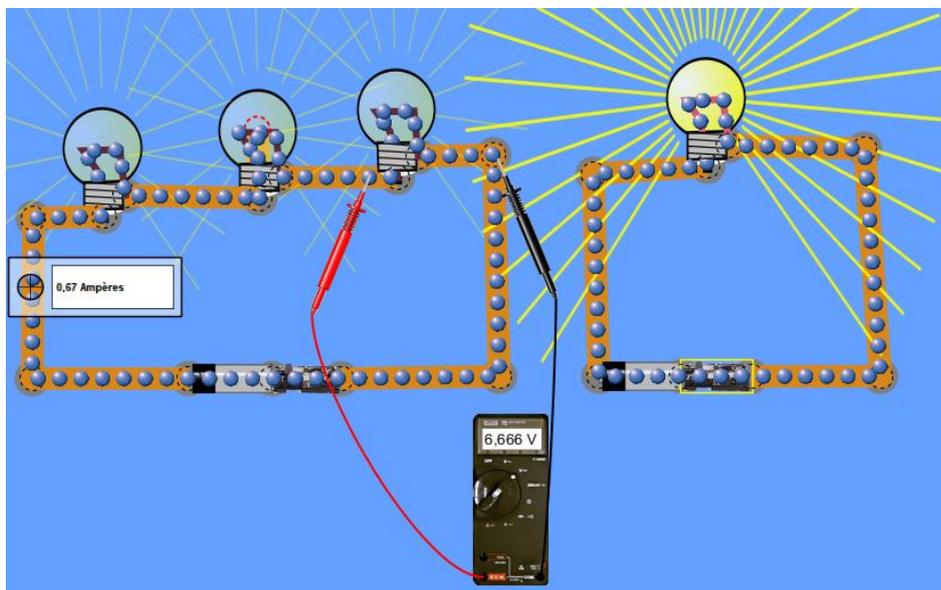
E₁₅: Não, pois a diferença de potencial é a mesma.

E₁₇: Não. Pois a tensão nas lâmpadas é a mesma.

Com base nas respostas dadas a esta questão, percebe-se que todos os estudantes conseguiram reconhecer que inexistência de diferença de brilho entre as lâmpadas, pois a tensão elétrica (ddp) é a mesma para todas. Nesta simulação foi possível se perceber, ainda, a habilidade dos alunos em fazer medidas elétricas, usando a simulação.

Continuando com a quarta simulação cuja diferença está nos circuitos realizados, sendo implementados um circuito com três lâmpadas ligadas em série, e outro com apenas uma lâmpada, conforme representado na Figura 20.

Figura 20: Atividade 2 - Quarta Simulação



Fonte: Do autor, 2017.

Esta atividade teve como objetivo fazer um comparativo com a atividade anterior e, com isso, saber diferenciar um circuito com associação em série com o paralelo. Na Questão 1 foi perguntado sobre a diferença de luminosidade entre as lâmpadas nos dois circuitos.

Eis algumas das respostas a esta questão.

E₂: Sim, a corrente que passa nas três lâmpadas no circuito em série será menor, pois a resistência é maior pelo fato de ter três lâmpadas em uma associação série. Já no circuito com uma lâmpada a corrente será maior, pois a resistência será de apenas uma lâmpada.

E₄: Há diferença, pois, neste caso, é um circuito em série e outro em paralelo. Assim, a tensão se divide para cada lâmpada, o que faz com que as lâmpadas brilhem menos no circuito série.

E₉: Sim, pois as lâmpadas em série dividem a tensão entre as três, temos mais resistência, em relação ao segundo circuito. Portanto, o brilho no circuito 2 será maior.

E₁₃: Onde há apenas uma lâmpada o brilho é maior, pois a corrente que passa no de uma lâmpada é maior do que o circuito com três lâmpadas.

E₁₈: Sim. Conclui que pelo fato da corrente do circuito com apenas uma lâmpada ser maior, faz com que a intensidade luminosa aumente.

A partir das falas dos alunos, percebeu-se uma boa influência dos medidores nas respostas dadas, pois todos os alunos responderam, de alguma forma, que há diferença entre os brilhos das lâmpadas, nos dois circuitos, evidenciando que isso foi provocado pela diferença da corrente elétrica ou, também, pela queda de tensão nos terminais das lâmpadas. Desta forma, fica evidente que as respostas foram dadas por meio das medições feitas pelos instrumentos, voltímetro e amperímetro. Assim, infere-se que esta atividade teve significativa importância, para que os alunos tivessem familiaridade com os instrumentos de medição elétrica.

Observa-se, porém, que o estudante E₁₅ apresentou uma resposta equivocada em relação a este contexto, quando escreveu: “*Sim, há diferença de brilho nos dois circuitos, pois, quando o circuito está em série a tensão é diminuída de acordo com o que passa pelas lâmpadas, **passando menos corrente** e diminuindo o brilho, diferente do circuito paralelo, em que a tensão é a mesma e o brilho não diminui*”. Portanto, a resposta dada por E₁₅ está parcialmente correta, estando grifado o equívoco da sua resposta. O aluno considera que a corrente diminui ao passar pela lâmpada. Como já mencionado antes, em um circuito com associação série, a corrente é a mesma em todos os elementos resistivos.

Na segunda questão desta simulação foi solicitado à turma que fizesse uma comparação com a análise feita na terceira simulação. As respostas dadas por alguns alunos foram:

E₂: No circuito em série, a corrente que passa em cada lâmpada será a mesma. Já no circuito paralelo, a tensão em cada lâmpada é a mesma.

E₄: Que em um circuito em série, a tensão se divide para cada lâmpada fazendo com que há um brilho menor. E em um circuito em paralelo, a tensão é a mesma para todas as lâmpadas.

E₉: As lâmpadas da terceira simulação possuíram mais brilho, em relação a quarta simulação, pois estão em paralelo e possuem a mesma tensão da fonte. Na quarta simulação, as lâmpadas estão em série, dividindo a tensão entre elas, ficando com menor brilho.

E₁₃: A diferença é de que no caso da 3ª simulação, temos que a corrente se divide entre as lâmpadas. E na simulação 4 temos que a tensão se divide entre as lâmpadas.

E₁₈: Que no caso do paralelo a corrente se divide entre as lâmpadas, e no caso da série a tensão se divide entre as lâmpadas.

Percebe-se que a maioria dos alunos relacionou o brilho das lâmpadas com a tensão elétrica nos terminais da mesma, ao afirmar que o brilho das lâmpadas está intimamente relacionado à forma como está a configuração do circuito; se a associação é em paralelo, as lâmpadas têm maior brilho por possuir a mesma tensão da fonte em seus terminais, se for associado em série, a tensão se divide entre as lâmpadas, diminuindo, assim, a luminosidade das mesmas. Porém, é fato que o brilho das lâmpadas está relacionado com a potência.

Após os alunos realizarem as atividades computacionais, foram verificadas, por meio de um questionário na plataforma *Socrative*, os conhecimentos adquiridos pelos estudantes após o uso da simulação computacional. Desta forma, no próximo item serão mostradas as respostas dadas ao questionário e, ainda, a ênfase sobre os conceitos que não ficaram bem compreendidos pelos estudantes.

4.2.1 Análise de questionário: *Socrative*

O questionário semiestruturado, APÊNDICE D, com perguntas do tipo múltipla escolha, foi utilizado como instrumento da coleta de dados, e visou identificar os conhecimentos dos estudantes envolvidos na pesquisa, adquiridos por meio da atividade computacional. O questionário foi estruturado com a utilização do aplicativo *Socrative*, e constou de dez perguntas relacionadas a conceitos básicos de Eletricidade. Com o uso do aplicativo, os resultados foram apresentados no momento em que os alunos finalizaram a atividade e, assim, foi possível analisar rapidamente os dados. A rapidez da apresentação dos resultados é importante para o professor porque, como descreve Moran (2015), quando um exercício é aplicado na forma escrita a sua correção torna-se cansativa, portanto, o professor não terá muito tempo para realizar tarefas mais prazerosas, como as de tirar dúvidas, aprofundar e redirecionar o aprendizado.

Na sequência, a Figura 21 traz um relatório extraído do aplicativo *Socrative*, na qual é apresentada a quantidade de respostas que convergiram e as que divergiram, no que concerne aos conceitos básicos de Eletricidade.

Figura 21: Questionário, Socrative, realizado pelos alunos.

Nome ↑	Nota (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
*****	80% ✓	A	C	C	A	B	A	D	B	D	C
*****	70% ✓	A	C	A	A	D	A	D	C	D	B
*****	40% ✓	A	C	B	B	D	C	B	C	A	C
*****	60% ✓	C	B	C	A	D	A	D	C	C	C
*****	40% ✓	C	C	B	B	D	B	D	C	A	C
*****	50% ✓	A	C	B	B	D	C	D	C	A	C
*****	50% ✓	C	C	A	A	D	A	D	D	D	B
*****	20% ✓	A	A	B	B	B	C	C	C	B	B
*****	70% ✓	B	C	A	A	C	A	D	C	D	C
*****	70% ✓	B	C	A	A	C	A	D	C	D	C
*****	60% ✓	A	B	C	A	D	A	D	C	B	A
*****	70% ✓	B	C	C	A	C	B	D	C	D	C
*****	70% ✓	B	C	A	A	C	A	D	C	D	C
*****	60% ✓	C	C	D	B	D	A	D	C	D	C
*****	40% ✓	A	B	C	B	C	C	D	B	C	C
*****	40% ✓	B	B	B	B	D	A	D	C	D	B
*****	70% ✓	A	A	C	A	C	A	D	C	C	C
*****	80% ✓	B	C	C	A	C	A	D	C	D	C
Total da sala		44%	67%	39%	61%	0%	67%	89%	83%	56%	72%

Fonte: Socrative, 2017. Disponível em: <https://socrative.com/>

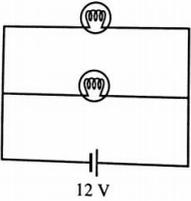
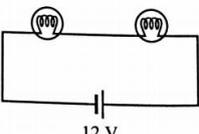
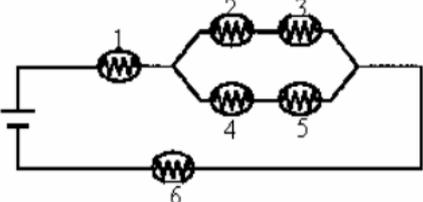
Com base nas respostas dadas ao questionário, a questão três foi a que apresentou um dos menores índices de respostas corretas, tendo somente 39% de acertos, entre os estudantes pesquisados. Ela teve como enunciado: “*Uma corrente de intensidade i circula através de uma lâmpada de filamento. Suponha que um fio seja ligado nos terminais da lâmpada, o que acontecerá com a corrente?*”. Como respostas a esta questão, a maioria dos estudantes optou pela alternativa “B”, a qual afirmava que “*metade da corrente circulará através do fio e a outra metade continuará circulando pela lâmpada*”. Por meio das respostas dadas, percebeu-se, também, que para alguns alunos o conceito de corrente elétrica ainda não estava bem estabelecido. Isso evidencia, em alguma medida, a complexidade em compreender a fundo o conceito de corrente.

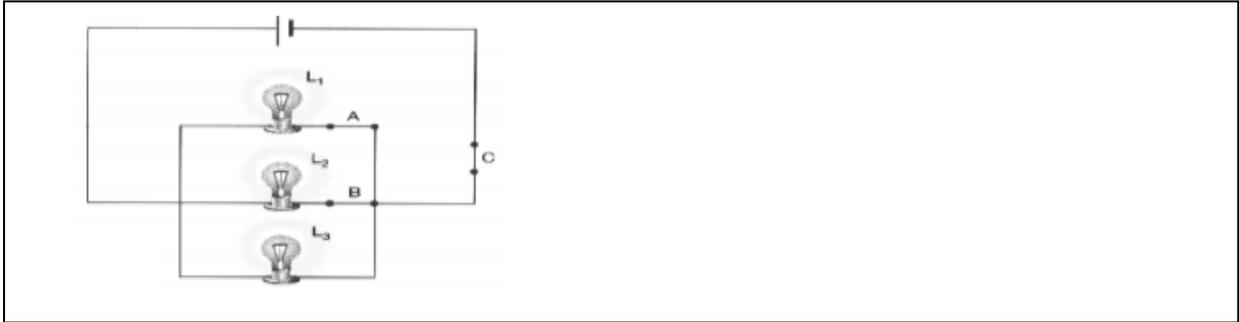
A rigor, a resposta esperada seria que o movimento ordenado dos elétrons sofreria um desvio pelo fio, devido à sua baixa resistência. A partir da análise da questão três, ficou evidente a dificuldade dos estudantes em conceituar os efeitos da corrente elétrica em um circuito elétrico. Uma das causas para o baixo índice de acertos a esta questão pode estar o fato de que, durante as atividades de simulação,

alguns alunos não souberam se apropriar do conceito de corrente elétrica, talvez por falta de discernimento em relação à ferramenta apresentada, na qual não relacionaram adequadamente a maior ou menor corrente com a variação da resistência.

Por outro lado, percebe-se que as questões seis (67%), sete (89%), oito (83%) e dez (72%) foram as que apresentaram resultados mais favoráveis com relação ao contexto apresentado. Foram observadas algumas semelhanças nos enunciados das referidas questões, ou seja, todas as questões fazem referência ao brilho das lâmpadas, como apresentado no Quadro 2.

Quadro 2: Questões mais pontuadas no questionário SOCRATIVE

<p>(6) Se as quatro lâmpadas de filamento da figura forem idênticas, qual circuito apresentará maior luminosidade?</p> <p>(A) I.</p> <p>(B) Nos dois circuitos, as duas emitem a mesma quantidade de luz.</p> <p>(C) II.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>circuito I</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>circuito II</p>  </div> </div>
<p>(7) Uma árvore de Natal é iluminada com um circuito de lâmpadas semelhantes, conforme indica a figura. Considerando que a lâmpada 2 se queima, quais as lâmpadas que permanecerão acesas?</p> <p>(A) Todas as outras</p> <p>(B) As lâmpadas 1, 4 e 5</p> <p>(C) As lâmpadas 1 e 6</p> <p>(D) As lâmpadas 1, 4, 5 e 6</p> <div style="text-align: center;">  </div>
<p>(8) Considerando o circuito mostrado na figura abaixo, assinale a questão CORRETA:</p> <p>(A) se a lâmpada L1 queimar, as lâmpadas L2 e L3 apagarão.</p> <p>(B) se a lâmpada L1 queimar, a lâmpada L2 apagará.</p> <p>(C) se a lâmpada L1 queimar, as lâmpadas L2 e L3 continuarão funcionando normalmente.</p> <p>(D) Se a chave C for interrompida, o circuito continuará funcionando normalmente.</p>



Fonte: Do autor, 2018

Desta forma, o alto índice de alunos que acertaram esta questão pode ser justificado pelo fato de que, na atividade de simulação computacional, foram utilizados circuitos com associação de lâmpadas e, com isso, os estudantes tinham a possibilidade de visualizar o brilho das mesmas.

Além das questões já mencionadas, observa-se, ainda, que a situação mais crítica se relacionou às respostas dadas à questão cinco, à qual nenhum estudante respondeu corretamente. A referida questão trazia o seguinte enunciado:

Quadro 3: Questão 5 do questionário

- (5) Em um circuito em paralelo, a potência dissipada pelas lâmpadas é diretamente proporcional:
- (A) à tensão da fonte e da corrente em cada Lâmpada
 - (B) à tensão da fonte e da resistência de cada lâmpada
 - (C) à resistência de cada lâmpada.
 - (D) À corrente em cada lâmpada.

Fonte: Do autor, 2018

O questionário, aqui analisado foi realizado para verificar a aprendizagem adquirida por meio da atividade computacional. Todavia, a questão cinco, acima mencionada, foi colocada propositalmente, sabendo que se tratava de um assunto relacionado a conceitos de Potência, assunto esse não mencionado durante a prática computacional. Então, o resultado negativo, obtido na questão cinco, se justifica. Porém, as simulações permitiram analisar, qualitativamente, a potência por meio do brilho das lâmpadas, em um circuito série ou paralelo.

Em síntese, as respostas dadas ao questionário evidenciam que nem sempre os alunos conseguiram se apropriar dos assuntos abordados sobre corrente elétrica, o que poderia levar a dificuldades em entender conceitos intrínsecos relacionados a circuitos elétricos. Por outro lado, as questões com maior índice de assertivas se relacionavam a assuntos conceituais sobre o brilho das lâmpadas nos circuitos elétricos, as quais estão relacionadas, intuitivamente, à tensão elétrica. Assim,

inference-se que os alunos conseguiram abstrair que a tensão elétrica pode estar relacionada ao brilho da lâmpada, mas que o conceito de corrente elétrica ainda não figura como algo plenamente satisfeito para a análise de circuitos elétricos, pois muitos alunos apresentaram respostas equivocadas sobre o referido assunto.

Finaliza-se a análise do questionário *Socrative* concluindo que muitos alunos estavam com dificuldades em relacionar o conceito de corrente elétrica aplicado a um circuito elétrico. Em função dos resultados obtidos e levando em consideração o planejamento realizado, na próxima etapa, é descrita a análise de dados relacionados à prática experimental, direcionada para o ensino de circuitos elétricos com intervenções pontuais sobre este aspecto, ou seja, direcionando a prática em conceitos relacionados à corrente elétrica.

4.3 Análises das atividades experimentais

A atividade experimental foi realizada no laboratório de Física da escola. A turma organizou-se em cinco grupos, considerando o número de bancadas disponíveis para o trabalho de Laboratório, como mostrado na Figura 22. Os grupos foram nomeados por G_1 , G_2 , e assim sucessivamente, sendo três grupos de quatro alunos e dois grupos com três estudantes. O roteiro desta atividade, que foi desenvolvida em grupos, encontra-se no Apêndice E.

Figura 22: Prática experimental realizada em laboratório de Física



Fonte: Do autor, 2017.

A prática por meio de experiência não foi utilizada como uma metodologia de ensino desagregada à simulação computacional, mas como um complemento desta. As atividades experimentais são importantes como complemento das aulas de simulação computacional, tendo em vista que algumas demonstrações só são possíveis via recursos computacionais. De acordo com as ideias expostas por Moro, Neide e Rehfeldt (2015), os alunos podem não perceber diretamente a propagação de calor ao longo de uma haste metálica, segurando o cabo de uma colher que está no fogo, pois queimarão seus dedos. No entanto, quando cores são inseridas podem perceber a propagação ao longo da haste metálica, fato este que pode ser observado pela simulação computacional e que não oferece riscos à saúde.

Como informado na seção anterior (questionário do Socrative), ao chegar a esta etapa, os estudantes ainda não dispunham de um conceito bem estruturado sobre corrente elétrica. Portanto, a utilização de experimentos foi feita com a ideia de suprir algumas lacunas que ainda existiam após o uso da simulação computacional. Nesta atividade, diferentemente da simulação computacional, foram feitas intervenções pontuais durante a prática, instigando os alunos a analisarem os efeitos da corrente elétrica em um circuito, visto que seu conceito não se encontrava bem definido para alguns discentes.

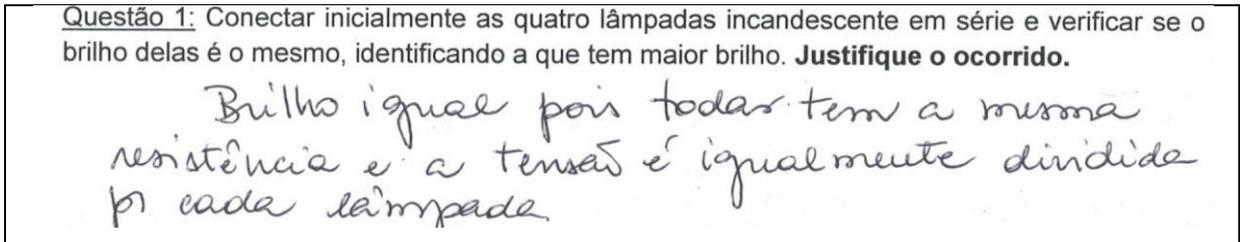
Na primeira atividade foi solicitado aos grupos, com o uso de uma bancada didática, a construção de um circuito elétrico com associação em série de quatro lâmpadas incandescentes idênticas e, a seguir, na Questão 1, a verificação do brilho das mesmas, conforme ilustrado nas Figuras 23 e 24.

Figura 23: Prática experimental de um circuito em série



Fonte: Do autor, 2017.

Figura 24: Resposta dada à Questão 1 pelo grupo G1



Fonte: Do autor, 2017.

Todos os grupos perceberam que, em um circuito em série, as lâmpadas terão o mesmo brilho, se tiverem a mesma potência nominal¹⁰. A justificativa dada pelos estudantes se referiu ao fato de as lâmpadas serem idênticas (mesma resistência), ou pela configuração série, ou porque a tensão elétrica se divide por igual entre as lâmpadas (conceito firmado por meio da atividade computacional). As afirmações dos grupos estão de acordo ao que afirma Boylestad (2012, p. 126):

A tensão através de elementos resistivos em série vai se dividir proporcionalmente ao valor de cada resistência em relação ao valor total da série.

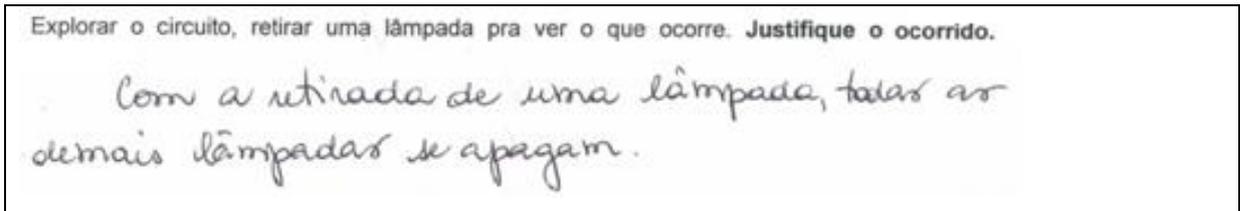
Em um circuito resistivo em série, quanto maior a resistência, maior será a tensão capturada.

De acordo com as respostas dadas, como a tensão se divide proporcionalmente ao valor da resistência e as lâmpadas são idênticas, conseqüentemente, terão o mesmo brilho. A partir desta primeira análise, os alunos foram induzidos a pensar sobre os efeitos da corrente no circuito estudado, com o seguinte questionamento: “Em um circuito com associação série, como se comporta a corrente elétrica?”. Para todos os grupos, a resposta foi que corrente elétrica é a mesma em todas as lâmpadas. Isso está de acordo com o que diz Boylestad (2012, p. 116), “a corrente é a mesma em todos os pontos de um circuito em série”, o que corrobora as respostas dos alunos.

Seguindo com a Questão 2 desta atividade, mostrado na Figura 25, foi solicitado aos estudantes a retirada de uma lâmpada no circuito série e, a seguir, a descrição do ocorrido.

¹⁰ As lâmpadas domésticas possuem inscrições dos fabricantes, indicando os valores da potência e da tensão a que devem ser submetidos. Esses valores são chamados de nominais, por exemplo 40W – 110V.

Figura 25: Resposta dada à Questão 2 pelo grupo G1



Fonte: Do autor, 2017.

A explicação dada por todos os grupos foi de que, ao retirar qualquer lâmpada do circuito, todas as demais lâmpadas se apagarão. Neste sentido, foi interessante debater com os alunos e aprofundar o contexto desta questão, perguntando aos estudantes porque as lâmpadas se apagam e qual o efeito da corrente. Para todos os grupos, em um circuito série, as lâmpadas se apagaram, porque o circuito elétrico foi interrompido, não havendo mais corrente elétrica. Assim, percebe-se que os alunos começaram a se apropriar dos conceitos de corrente elétrica.

Seguindo com a Questão 3, com vistas a utilização de lâmpadas não idênticas, foi solicitado aos grupos a substituição de uma lâmpada incandescente por uma lâmpada de LED. A seguir estão transcritas as respostas, por grupos, dos alunos a esta questão.

G₁: O brilho das lâmpadas incandescentes diminui. O brilho da lâmpada de LED é maior, pois a resistência da lâmpada de LED é maior.

G₂: Somente a LED acendeu. Pois a resistência dela é maior, consumindo toda Energia.

G₃: A de LED acendem e as outras não, pois a resistência é maior.

G₄: A LED brilha mais.

G₅: Diminuem e a de LED aumenta. Porque a de LED possui características diferentes da incandescente.

Em síntese, os grupos identificaram que, ao trocar uma lâmpada incandescente pela de LED, esta última brilha muito mais que a incandescente. Os estudantes afirmaram que, como o brilho da lâmpada se relaciona à tensão elétrica, a de LED teria uma maior tensão elétrica e, conseqüentemente, maior resistência.

Terminada a atividade do circuito em série, foi solicitado ao grupo a construção de um circuito paralelo, como mostrado na Figura 26. Seguindo o roteiro de atividades, a Questão 1, a prática com circuito paralelo trazia o seguinte comando: “Conectar inicialmente as quatro lâmpadas incandescentes em paralelo e verificar se o brilho delas é o mesmo, identificando a que tem maior brilho”.

Figura 26: Prática experimental de um circuito paralelo

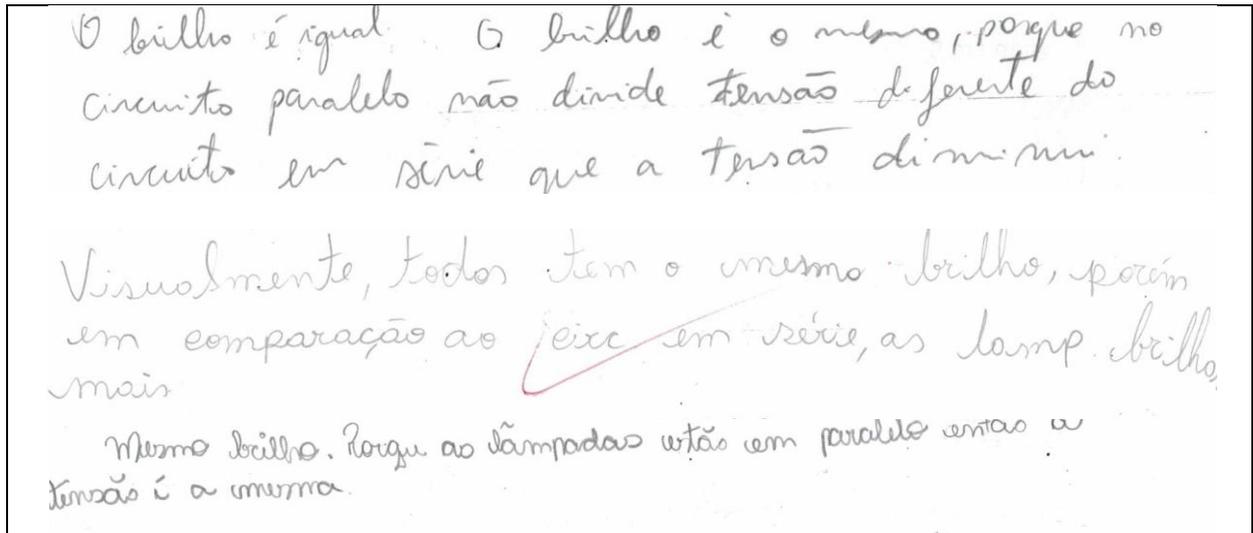


Fonte: Do autor, 2017.

Os grupos perceberam que, na ligação em paralelo, as lâmpadas possuíam o mesmo brilho, pois em uma configuração em paralelo todas as lâmpadas possuem a mesma diferença de potencial (ddp). Neste contexto, depreende-se que os estudantes traziam conhecimentos adquiridos na simulação computacional, já que, em um circuito paralelo, a tensão é a mesma em todos os dispositivos resistivos. Como diz Halliday (2006, p. 151), uma combinação de resistências está em paralelo quando a diferença de potencial por meio de cada uma das resistências é igual à diferença de potencial aplicada através da combinação.

A Figura 27 apresenta algumas respostas referentes a esta questão.

Figura 27: Resposta dada à Questão 1 pelos grupos G₁, G₃ e G₄.



Fonte: Do autor, 2017.

Nas respostas apresentadas, alguns alunos fizeram comparação com a ligação em série, com o seguinte argumento: “Em um circuito série a lâmpada brilha menos, porque a tensão se divide entre as lâmpadas, o que não acontece no paralelo já que a tensão é a mesma para todas as lâmpadas da combinação.” Na segunda questão o grupo deveria retirar uma das lâmpadas da associação em paralelo e verificar o ocorrido. Diferentemente do que aconteceu em um circuito série, os alunos perceberam que as demais lâmpadas continuavam acesas, no caso da retirada de uma delas do circuito. Os estudantes notaram, ainda, que, além de continuarem acesas, o brilho das lâmpadas não mudava após a retirada de uma lâmpada. Ao analisar os circuitos série e paralelo, os alunos ficaram mais convictos de que o brilho das lâmpadas, de alguma forma, fazia referência ao conceito de tensão elétrica, ou diferença de potencial e ou, também, ao conceito de potência dissipada.

Como foi feito na atividade do circuito em série, na terceira questão foi solicitada a substituição de uma lâmpada incandescente por outra de LED, como mostrado na Figura 28.

Figura 28: Prática experimental de um circuito paralelo, lâmpada incandescente e LED.



Fonte: Do autor, 2017.

Esta questão deixou alguns alunos confusos ou intrigados, pois, afinal, mesmo recebendo a mesma tensão elétrica, o brilho das lâmpadas de LED superava ao das incandescentes.

A partir da inquietação dos alunos, foi feita uma intervenção pontual no sentido de fazê-los refletirem sobre o contexto apresentado. Nesse contexto, o estudante E_3 do grupo G_1 perguntou: “*professor, será que tem a ver com as características das lâmpadas?*” e recebeu a seguinte resposta: “*seu questionamento faz sentido*”.

É sabido que a vantagem na utilização de LEDs em sistemas de iluminação dá-se em função da alta eficácia luminosa e longa vida útil, alcançando cerca de 100 lumens/W, sendo superior às lâmpadas incandescentes, com 15 lumens/W e as fluorescentes, com 80 lumens/W (OSRAM, 2007). A vida útil de um LED pode atingir 60.000 horas enquanto lâmpadas incandescentes e LFC alcançam 1.000 horas e 6.000 horas, respectivamente. Outra vantagem do LED é seu tamanho reduzido,

além de resistência a choques e vibrações, por não possuírem gás ou filamentos em seu interior (OLIVEIRA, 2007).

Essa discussão aconteceu no grande grupo, sendo um momento importante para compartilhar informações e hipóteses, podendo inferir que, durante este procedimento, os estudantes estabeleceram semelhanças e diferenças. Com o término da atividade experimental, foram feitos alguns questionamentos, oralmente, para todos os alunos, tais como:

- Pelas experiências realizadas, o que define o brilho da lâmpada?
- De que maneira um circuito elétrico é ligado nas residências? Série ou paralelo?
- Nas residências, qual o tipo de lâmpada seria mais indicado, levando em consideração o consumo?

Após a análise das experiências realizadas, os estudantes concluíram que o brilho da lâmpada faz referência à tensão, ou diferença de potencial, estabelecida nos terminais. Porém, foi explicado aos alunos que, na verdade, o brilho da lâmpada está diretamente ligado à potência consumida por ela, considerando os tipos de circuitos:

- Circuito série: a corrente é a mesma para todas as lâmpadas, mas a tensão se divide em quedas de tensão nos dispositivos resistivos, com o valor proporcional a resistência. Então, como a corrente elétrica permanece a mesma, o brilho da lâmpada vai ser determinado pela tensão nos terminais da lâmpada, ou seja, a que tiver maior tensão terá maior potência e, conseqüentemente, maior brilho.
- Circuito paralelo: a tensão é a mesma em qualquer lâmpada, porém a corrente se divide inversamente proporcional à resistência dos dispositivos resistivos. Então, como a tensão elétrica permanece a mesma, o brilho da lâmpada vai ser determinado pela corrente elétrica que flui pela lâmpada, ou seja, a que tiver maior corrente elétrica' terá maior potência e, conseqüentemente, maior brilho.

Com relação ao tipo de instalação nas residências, os estudantes responderam que a ligação é a paralela, porque a tensão deve ser a mesma em todos os circuitos da instalação e, como já mencionado, a melhor opção de

lâmpadas a serem instaladas nas residências são as de LED, devido aos motivos já expostos.

4.4 Análises do questionário de Avaliação

Nesta seção são apresentadas algumas opiniões, por meio das escritas dos estudantes, sobre a intervenção pedagógica realizada. No encerramento das atividades, os discentes foram convidados a responder a um questionário, conforme APÊNDICE F, que objetivou avaliar as percepções dos alunos em relação às atividades desenvolvidas. Para não intimidar os estudantes e buscando sinceridade nas respostas dos alunos foi-lhes solicitado que não se identificassem. O questionário contém quatro questões e foi respondido pelos alunos no último encontro, após as atividades da intervenção pedagógica. No Quadro 4, está transcrita a questão 1 do referido questionário.

Quadro 4: Questão 1 do questionário de avaliação

1. Em sua opinião, as atividades desenvolvidas ajudou você a compreender melhor os conceitos básicos de Eletricidade? Escolha apenas uma opção!

() sim
 () não
 () não faz diferença
 () outro opinião. Qual? _____

Justificar a resposta escolhida:

Fonte: Do autor, 2018

A essa pergunta, todos os alunos responderam “SIM”. Alguns declararam, ainda, que com o desenvolvimento das atividades computacionais e também das experimentais, foi possível “*visualizar o funcionamento de um circuito elétrico, e da circulação dos elétrons*”, no caso da simulação computacional; “*entender melhor o funcionamento do circuito, verificar falhas e esclarecer dúvidas*”. Acrescentaram também que é “*bem mais fácil compreender o conteúdo ministrado em sala de aula, por meio da forma didática apresentada*”. Eis abaixo outras respostas:

E₂: Porque foi possível colocar na prática a teoria aprendida em sala de aula, o que facilitou para as aulas experimentais no laboratório de Física.

E₅: Foi muito importantes, pois ajudou a entender o funcionamento dos circuitos elétricos, facilitando muito a aprendizagem.

E₉: Sim, pois com a prática foi possível esclarecer dúvidas que ainda tinha em relação ao conteúdo.

E₁₂: Sim, pois colocando a teoria em prática as atividades ficam mais fáceis de serem compreendidas, fazendo com que o aluno adquira uma boa aprendizagem.

E₁₈: Com esses tipos de aulas é possível compreender melhor o que acontece nos circuitos. A atividade no laboratório de Física foi boa para entender o que não aprendi na simulação.

Ao observar esses comentários, percebe-se que os alunos ratificam a aceitação e expressam contentamento com a proposta apresentada, simulação computacional e experimental, apresentadas a eles. Esses discursos permitem perceber um sentimento de apropriação dos assuntos estudados, quando os discentes conseguem identificar o quanto estas práticas auxiliam no entendimento dos conteúdos ministrados em sala de aula. A fala de E₂, por exemplo, representa bem esse pensar, quando diz que, com as atividades realizadas, é possível pôr em prática a teoria aprendida em sala de aula.

A segunda questão do instrumento trouxe a seguinte pergunta: **Como você avalia o uso de metodologias diferenciadas como esta no contexto escolar?**

Ao verificar as respostas dadas, detectou-se que maioria dos alunos respondeu oscilando entre o “*muito bom*” e “*ótimo*”. Com isso, foi possível identificar uma tendência positiva com relação às atividades realizadas com os alunos. Neste contexto, dentre as justificativas que mais se apresentaram foram as seguintes: *as metodologias apresentadas facilitaram o entendimento da matéria, na sala de aula; com as metodologias diferenciadas o aluno não fica só na teoria, podendo colocar em prática o que é aprendido em sala de aula.* Para corroborar a afirmativa anterior, são apresentadas, a seguir, algumas respostas dadas pelos alunos:

E₄: Muito bom, é algo inovador e diferente. As atividades desenvolvidas nos mostra a teoria desenvolvida na prática.

E₅: Ótimo, pois o aluno iniciante tem a possibilidade da interação com o mundo da elétrica.

E₈: Ótimo, porque permite o aluno fixar melhor o conteúdo dado pelo professor.

E₁₁: Ótimo, pois essas metodologias tornam o aprendizado muito melhor.

E₁₅: Muito bom. O uso de atividades diferentes auxilia bastante no estudo, porque mostra várias formas de aplicar o conteúdo da disciplina.

E₁₈: Ótimo, pois quando as aulas são diferenciadas ficam mais interessantes.

As falas dos alunos são compatíveis com o que foi observado em sala de aula: os alunos ficaram muito satisfeitos com as atividades desenvolvidas e com a aprendizagem adquirida. Prosseguindo com a análise do questionário, na terceira

questão foi apresentada as seguintes perguntas: ***Em sua visão, você acredita que essa prática pode auxiliar o professor nas questões atuais vivenciadas nas salas de aula? Quais as vantagens/benefícios que você observou?***

O intento desta questão era chegar ao objetivo geral deste trabalho, que propõe que o aluno relacione a prática realizada com as outras questões vivenciadas em sala de aula, de maneira a identificar em quais pontos a o uso de simulação computacional e experimental, pode auxiliar o professor no ensino de Física, sobretudo o de Eletricidade. Neste sentido, são mostradas, a seguir, as opiniões de alguns alunos acerca desta questão:

E₁: Sim, pode auxiliar muito. A grande vantagem é que o aluno pode vivenciar na real, de uma maneira visual, o funcionamento dos circuitos elétricos.

E₄: Sim. Com as práticas, observei que o professor consegue identificar melhor nossas dificuldades em relação ao conteúdo explicado de maneira teórica.

E₈: Sim, porque muitas vezes os alunos não entendem o que é explicado na teoria. Quando aplicamos a prática, facilita a explicação do professor e no entendimento do aluno.

E₁₁: Sim, porque a atividade experimental é para complementar a aprendizagem dos alunos e as explicações teóricas do professor. Neste caso, ambos saem beneficiados, o professor terá facilidade em explicar mostrando, e os alunos facilidade em aprender ao ver e mexer nos experimentos.

E₁₅: Sim, a vantagem foi que eu passei a ter muito mais facilidade na matéria de elétrica, entendendo como os circuitos funcionam na prática.

E₁₇: Sim. Melhora a interação do professor com o aluno, maior satisfação de ambas as partes e coloca o aprendizado em prática.

E₁₈: Sim. A prática é sempre melhor que a teoria. Com esses tipos de aulas, computacional e experimental, tenho mais interesse no conteúdo.

A partir das respostas dos alunos, foi possível observar que eles se sentiram bem à vontade em realizar as práticas propostas e a satisfação deles foi evidente. De uma maneira geral, os alunos afirmaram que as práticas pedagógicas foram interessantes e motivadoras, como se abstrai de declarações como: “a prática é melhor que a teoria”, “com a prática é possível entender melhor a matéria dada em sala de aula”, “a prática possibilita uma melhor interação entre professor e aluno”, dentre outras. Portanto, como propõe o objetivo geral desse trabalho, foram identificados alguns aspectos que evidenciam que, realmente, o uso das duas práticas pedagógicas, de simulação computacional e experimental, pode auxiliar o professor no ensino de Eletricidade.

Enfim, na quarta e última questão foi solicitado ao discente uma avaliação, de maneira genérica, sobre as práticas desenvolvidas e, ainda, pediu-se sugestões sobre algo que devesse ser melhorado. Neste sentido, de acordo com as falas dos alunos, eles ficaram plenamente satisfeitos, não havendo muitas melhorias a serem realizadas, a não ser pelo fato de, na prática experimental, as bancadas de elétrica serem insuficientes, como se consta nas respostas a seguir:

E₂: Poderia ser adicionadas mais bancadas e colocadas em um espaço maior para facilitar a utilização.

E₅: As práticas foram muito boas, não tendo nada a melhorar em questões de didática. Talvez melhorasse colocando mais bancadas.

E₁₀: Está sendo muito bom, é necessário sair da rotina e apresentar novas propostas para um bom desempenho.

E₁₁: O que poderia ser melhorado é ter mais aula deste tipo.

E₁₄: A princípio está ótimo, melhoraria em nada. Porém, ajudaria muito tendo mais bancadas.

As respostas atestam que os alunos aprovaram os recursos utilizados para a aprendizagem dos conteúdos de Física, em especial os da Eletricidade. Pode-se inferir que as atividades experimentais, reais ou virtuais são uma possibilidade para envolver os alunos e motivá-los, bem como, uma alternativa para sair das aulas tradicionais centradas em quadro, giz e livros, conforme (Moro, 2015) recomenda.

Diante dos resultados obtidos, no próximo capítulo são tecidas as considerações finais inerentes à referida pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao avaliar, nessa pesquisa, as possibilidades e desafios de inserir metodologias de ensino que vão além da sala de aula e, ao mesmo tempo, investigar sobre a influência dessa inserção no processo do ensino de Física, em especial conceitos básicos de eletricidade, foi possível avaliar a própria trajetória do pesquisador como docente de Física, e, também, perceber o quanto o curso de Mestrado de Ensino em Ciências Exatas, UNIVATES, contribuiu, dando subsídios para realizar este trabalho. Nesta perspectiva, é possível afirmar, com toda a certeza, que todas as disciplinas estudadas durante o curso tiveram, de alguma forma, sua importância para a realização deste trabalho, principalmente *Ferramentas Tecnológicas no Ensino e Atividades Experimentais*.

A partir desse trabalho, percebe-se que a Física ganha sentido quando estudada, vivida e incorporada pelo estudante nos fenômenos que ele vê, constata e manipula. Deste modo, o professor de Física deve priorizar e valorizar as diferentes maneiras encontradas pelos estudantes na resolução de problemas, bem como fazer a ligação entre o concreto e o abstrato e, inclusive, relacionar os conteúdos com o cotidiano dos estudantes, como recomenda Moro (2015).

A utilização de metodologias de ensino diversificadas na educação, principalmente as práticas computacionais e experimentais, aumentam a predisposição dos alunos em aprender, conforme constatou-se nesse estudo, e o professor precisa oportunizar aos discentes conhecimentos práticos que, de certo modo, estimulem esses alunos a continuar estudando. Outra questão importante constatada foi ter proporcionado aos estudantes uma transposição do habitual ambiente de sala de aula, para um espaço didático novo e diferente como, por exemplo, o laboratório de informática. Ressalta-se, porém, que ambientes informatizados e espaços virtuais, também podem trazer situações inesperadas e desconfortáveis, principalmente quando mal planejadas.

O problema que norteou este trabalho consistiu em identificar as implicações, na prática pedagógica, do uso de simulações computacionais e de atividades

experimentais no ensino de Eletricidade para o 3º ano do Ensino Médio em uma escola da rede pública estadual, na cidade de Linhares, ES?

Nesse estudo, em razão do problema levantado, buscou-se inspiração em relatos de alguns trabalhos relacionados com a área de pesquisa. Por meio dos estudos e atividades realizadas durante a investigação percebeu-se que as práticas experimentais e as simulações computacionais, quando exploradas de forma complementares, são favoráveis à aprendizagem.

Ao comparar os resultados das atividades computacionais com o questionário *Socrative* e, a seguir, as respostas dadas para as atividades experimentais, foram observados indícios de que novos conceitos acerca das grandezas elétricas foram elaborados, ou seja, a ampliação dos conhecimentos dos estudantes. Esses novos conceitos foram perceptíveis principalmente durante as atividades computacionais, no momento de conceituar as grandezas elétricas, principalmente corrente elétrica. Os alunos sabiam identificar a corrente de elétrons em um circuito, por meio da manipulação da simulação, porém traziam respostas equivocadas em relação a alguns conceitos, tal como: *“os elétrons saem da lâmpada para a bateria”*. Portanto, os alunos apresentavam habilidades para trabalhar com circuitos elétricos, mas o conceito de corrente elétrica ainda não estava bem definido. Esta percepção ficou notória na etapa seguinte da investigação, o questionário do *Socrative*, que tinha a intenção de avaliar a prática computacional. Analisando os dados obtidos no questionário ficou comprovada a dificuldade dos estudantes em conceituar os efeitos da corrente elétrica em um circuito elétrico. Ou seja, durante as atividades de simulação, os alunos não souberam se apropriar do conceito de corrente elétrica, o que evidencia a complexidade em compreender a fundo tal conceito.

Com a percepção de que, para muitos alunos, o conceito de corrente elétrica ainda não figurava como algo plenamente satisfeito para a análise de circuitos elétricos, pois apresentaram respostas equivocadas sobre o referido assunto foi desenvolvida a atividade experimental; ao final da intervenção, nas atividades experimentais, foi possível identificar as diferentes percepções apresentadas pelos estudantes. Na prática experimental foram feitas intervenções pontuais, com vistas a instigar os alunos a analisarem os efeitos da corrente elétrica em um circuito elétrico, visto que este conceito não se encontrava bem definido. Uma das questões abordava, o comportamento da corrente elétrica em um circuito associado em série;

uma outra questão o fazia em um circuito paralelo. A partir das falas dos alunos, foi possível perceber que estavam começando a se apropriar do conceito de corrente elétrica, pois isso ficou comprovado no final da experiência, permitindo depreender que um novo conceito foi elaborado pelos estudantes em questão.

Um fato a ressaltar na atividade experimental é que o seu desenvolvimento foi realizado em grupos. Os trabalhos em grupo possibilitaram a troca de ideias, informações e conhecimentos, de forma colaborativa e cooperativa. Apesar das divergências ocorridas entre componentes do grupo, originando conflitos e discussões, o consenso surgia com o diálogo e, sobretudo, quando foi necessária a intervenção ou a mediação do professor. Assim, no decorrer desse estudo, além da satisfação em compartilhar conhecimentos, também foi possível o aperfeiçoamento da prática docente.

Ao concluir a pesquisa, constatou-se a relevância de os docentes saberem utilizar metodologias de ensino, que desenvolvam práticas diferentes das usuais em sala de aula, optando por trabalhar os conteúdos de forma interativa e lúdica.

Retomando os objetivos do estudo, especificamente o geral, cujo alcance permitiria **a análise das contribuições da simulação computacional e da exploração de atividade experimental, como auxílio no ensino de Eletricidade.** foi possível, por meio das atividades realizadas, perceber evidências de que os estudantes estavam bem mais motivados e predispostos para trabalhar com as atividades experimentais e as simulações, sendo que ambas favoreceram a compreensão dos conteúdos apresentados em sala de aula. As práticas computacionais e experimentais, por meio de um roteiro de atividades, possibilitaram coletar dados qualitativos, os quais evidenciaram alguns conceitos que passaram a ter significado para os alunos, conforme especificados em relatos prévios. Os alunos, por sua vez, ficavam na expectativa de que lhes seriam oferecidas mais aulas práticas, diferentes das tradicionais e com novas propostas educacionais. Isso pode ser comprovado por meio de suas respostas no questionário de avaliação, que foi a última etapa da intervenção.

Para analisar e compreender essas contribuições, foram estabelecidos três objetivos específicos. No primeiro deles **buscou-se desenvolver uma atividade pedagógica de circuito elétrico com alunos do 3º ano do Ensino Médio, por meio de simulação computacional.** O objetivo foi atingido com as atividades de

simulações computacionais realizadas, durante a intervenção pedagógica, por meio da qual foi possibilitada aos estudantes a visualização dos fenômenos que, muitas vezes, eles observam no seu cotidiano sem inferirem que, verdadeiramente, se tratam de fenômenos físicos. Isso permitiu, também, que eles se apropriassem de conceitos referentes às grandezas elétricas, principalmente corrente e tensão elétrica. As atividades foram desenvolvidas no laboratório de informática, conforme roteiro pré-estabelecido pelo pesquisador.

Para alcançar o segundo objetivo específico, foi desenvolvida **uma atividade de laboratório sobre circuito elétrico, por meio de atividade experimental**. A prática experimental foi realizada no laboratório de física, seguindo um roteiro de atividades, e serviu como atividade complementar e integradora da simulação computacional. O alcance do terceiro e último objetivo específico, que visava a **analisar as implicações da prática pedagógica proposta no ensino de conceitos básicos de Eletricidade**, foi possível da seguinte forma: no decorrer das aulas, foram coletados dados, por meio dos objetos já mencionados, que apontaram algumas implicações decorrentes do uso de atividades experimentais e simulações computacionais como estratégia de ensino para a referida temática. Os alunos foram convidados a responder a um questionário de avaliação sobre a prática apresentada, utilizado como instrumento de simulação de efetiva satisfação ou não dos participantes, bem como os efeitos causados pela intervenção pedagógica realizada. De uma maneira geral, os alunos demonstraram grande satisfação em participar desta pesquisa, como se infere a partir de algumas falas de alunos, tais como: *“este tipo de aula permite o aluno fixar melhor o conteúdo dado pelo professor”*; *“essas metodologias tornam o aprendizado muito melhor”*. Ressalta-se, entretanto, que, neste mesmo contexto, foram expressas algumas observações indicando melhorias, como, por exemplo, o número de bancadas didáticas insuficientes para a realização das atividades experimentais.

A constatação de um maior envolvimento dos alunos nas práticas apresentadas, de mais motivação e de pré-disposição por parte dos alunos para estudar conteúdos de Física, foi gratificante, pois, antes do desenvolvimento dessa pesquisa não era habitual ver os alunos assumirem posturas mais ativas ao refletirem sobre o contexto do ensino em Física. Em seus relatos, os alunos

reconheceram que as ferramentas de ensino propostas são produtivas e facilitadoras do processo de aprendizagem.

Neste sentido, pode-se inferir que a elaboração de propostas metodológicas potencializam o trabalho do professor, visando à aprendizagem dos estudantes. Dessa forma, espera-se que possam ser desenvolvidas como parte do cotidiano da sala de aula e, inclusive, com aplicações em outras temáticas da disciplina de Física, proporcionando ao estudante uma nova forma de aprender. Acredita-se que foi produzido um “aprendizado por meio do fazer, do colocar a mão na massa”, conforme sugere Valente (2001, p. 34). Certamente, o estímulo à reflexão sobre as práticas que ocorriam na intervenção oportunizou novos olhares sobre estas novas formas de aprender.

Durante as atividades, também surgiram obstáculos. Um deles, em relação à atividade computacional, estava relacionado às assiduidades, à pontualidade e à assiduidade de alguns alunos, que chegavam atrasados às aulas e/ou faltavam. A ausência dos alunos impactava, de forma negativa, o desenvolvimento das atividades, embora não impedisse que esta fosse realizada. O desinteresse de alguns poucos estudantes em participar das atividades, talvez pelo fato de serem alunos do 3º ano e se sentirem prestes a concluir o Ensino Médio, foi outra dificuldade enfrentada.

Finda a investigação, e chegando à conclusão de que o uso de atividades experimentais e simulações computacionais contribuíram para a evolução da aprendizagem de conceitos básicos sobre circuitos elétricos. Assim, fica a certeza de que as atividades experimentais e as simulações computacionais farão parte, definitivamente, dos planos de aula deste pesquisador, nos mais diversos conteúdos, pois proporciona ao estudante uma nova forma de aprender, aumentando a criatividade, a predisposição, a autoestima, e o desenvolvimento do raciocínio lógico, entre tantas outras habilidades mentais.

Para trabalhos futuros, a proposta é a utilização da experimentação e simulação também em outras áreas do conhecimento, tais como a Química, Matemática e Biologia, permitindo ao estudante a participação ativa em seu próprio aprendizado.

6 REFERÊNCIAS

ALEXANDER, Charles K.; SADIKU, Matthew N. O. **Fundamentos de Circuitos Elétricos**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

ALVES, Zélia M. M. B.; SILVA, Maria Helena G. F. D; **Análise qualitativa de dados de entrevista: uma proposta**. Ribeirão Preto, SP, Jul, 1993.

ANDRADE, J.A.N. **Contribuições formativas do laboratório didático de física sob o enfoque das racionalidades**. 2010. 146 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010.

ARAGÃO, Maria José. **História da Física**. Rio de Janeiro, RJ. Editora Interciência, 2006.

ARANTES, Alessandra Riposati; MIRANDA, Márcio Santos; STUDART, Nelson. **Objetos de Aprendizagem no Ensino de Física: usando simulações do PhET**. A Física na Escola, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 27-31, 2010.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. **Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176 – 194, jun. 2003.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. **Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. Revista brasileira de ensino de Física, vol. 25 n.2, junho, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 60669-1. **Interruptores para instalações elétricas fixas domésticas e análogas**. São Paulo: ABNT, 2004.

BARROS; A. J. da S.; LEHFELD, N. A. de S. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

BIZZO, Nelio. **Ciências: Fácil ou Difícil?**. São Paulo, SP: Ática, 2001;

BONADIMAN, Helio. **A aprendizagem é uma conquista pessoal do aluno. O aluno como mediador, oferece condições favoráveis e necessárias para está caminhada**. UNIJUÍ – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2005.

BORGES, A. Tarciso. **Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências.** Caderno Brasileiro do Ensino de Física. v. 19, n. 3, p. 291-313, dez 2002.

BOYLESTAD, Robert L. **Introdução à análise de circuitos.** Prentice Hall/Pearson, 12ª Edição, 2012.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL, MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**, Conhecimento de Física – Brasília, 1999.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio.** Bases Legais, p. 18, 2000.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

BUCUSSI, A. A.. **Texto de Apoio ao professor de Física: introdução ao conceito de energia.** Porto Alegre: UFRGS, 2007.

CARRARO, Francisco Luiz; PEREIRA, Ricardo Francisco. **O uso de simuladores virtuais do PHET como metodologia de ensino de Eletrodinâmica.** In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE, 2014. Curitiba: SEED/PR. Volume 1. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uem_fis_artigo_francisco_luiz_carraro.pdf. Acesso em 17/05/2018.

CAVALCANTE, Édes Leite; ZANATA, Shalimar Calegari. **Práticas e experimentos – do real ao virtual: a ciência que nos encanta e nos transforma.** Caderno PDE. v. 1, dez 2013.

COSTA, Mário Jorge Nunes. **Realização de prática de Física em bancada e simulação computacional para promover o desenvolvimento da aprendizagem significativa e colaborativa.** 2013, 220f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Educação, da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

DAMASCENO, Elexhane Guimarães. **Metodologias e o Ensino de Física.** 2011, 73f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), Licenciatura em Física – Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná, 2011.

DELIZOICOV; D.; ANGOTTI, J. A. P. **Física.** 2. ed. São Paulo: Cortez, 2003. 184 p.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. **Metodologia do ensino de ciências**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1994. 208 p.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2003.

DORNELES, Pedro Fernando Teixeira. **Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral**. 2010, 367f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

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.

DORNELES, P.F.T., ARAUJO, I.S., VEIT, E.A. **Atividades Computacionais e Experimentais como recursos instrucionais que se completam: um estudo exploratório no Ensino de Eletromagnetismo em Física Geral**. UNIPAMPA-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

DORNELES, P.F.T., ARAUJO, I.S., VEIT, E.A. Atividades Computacionais e Experimentais como recurso instrucional no Ensino de Eletromagnetismo em Física Geral. **Revista Ciência & Educação**, v. 18, n. 1, p. 99-122, 2012.

FEYNMAN, R. P. **12 lições de física**. Rio de Janeiro, Ediouro, 2009

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: O Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. **Revista Brasileira do Ensino da Física**, v.25, n. 3, p. 259-272, setembro de 2003.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: atlas, 2010.

HADDAD, Jamil. **Eficiência Energética Industrial. Energia Elétrica: conceitos, qualidade e tarifação**. Rio de Janeiro: 2004. Disponível em <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Energ_Elet_Conceitos_Qualid_Tarif_Eletr_Procel-04.pdf>. Acesso em 5 de maio de 2018.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. **Fundamentos de Física 3: Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

HEIDEMANN, Leonardo Albuquerque. **Crenças e atitudes sobre o uso de atividades experimentais e computacionais no ensino de física por parte de professores do ensino médio**. 2011, 135f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

HERNANDES, C. L.; CLEMENT, L. ; TERRAZZAN, E. A. . **Uma atividade experimental investigativa de roteiro aberto partindo de uma situação do cotidiano**. In: VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2002, Águas de Lindóia/SP. Atas do VIII Encontro de pesquisa em ensino de física. São Paulo/SP: SBF, 2002.

JAAKKOLA, T.; NURMI, S. Fostering elementary school students' understanding of simple electricity by combining simulation and laboratory activities. *Journal of Computer Assisted Learning*, Oxford, v.24, n.4, p.271-283, Aug. 2008.

JIMOYIANNIS, A.; KOMIS, V. Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion. *Computers & Education*, 36, p. 183-204. 2001.

JUNIOR, Elival M.R.; SILVA, Otto H.M. Atividades experimentais: uma estratégia para o ensino da física. *Cadernos Intersaberes*. vol. 1, n.2, p.38-56, jan. – jun. 2013.

LABURÚ, C. E. Fundamentos para um experimento cativante. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 23, n. 3, p. 382-404, dez. 2006.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Técnicas de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

LARA, A. C. **Ensino de Conceitos Básicos de Eletricidade através da Análise do Consumo de Energia Elétrica em uma Escola de Ensino Médio**. 2014. 130 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2014.

LIMA, Felipe Diego Araújo. **As Disciplinas de Física na Concepção dos Alunos do e Ensino Médio na Rede Pública de Fortaleza/CE**. Monografia (Graduação em Física) Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia. Fortaleza, 2011, p.13,21.

MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G. Simulações computacionais como ferramentas auxiliares ao ensino de conceitos básicos de eletricidade. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, 2009, Vitória. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2009. p. 1-12.

MARTINS JUNIOR, Joaquim. **Como escrever trabalhos de conclusão de curso: instruções para planejar e montar, desenvolver, concluir, redigir e apresentar trabalhos monográficos e artigos.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999. V1.

MEDEIROS A. e MEDEIROS C. F., Possibilidades e Limitações das simulações Computacionais no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 2002.

MENDES, Elys da Silva. **Modelagem computacional e simulações em física usando o software Modellus: uma abordagem alternativa no ensino de cinemática.** 2014. 157f. Dissertação de Mestrado profissional em Ensino de Ciências Exata, Centro Universitário Univates. Lajeado (RS).

MORAN, J. M. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda.** 2015 Disponível em: <file:///C:/Users/terez/Pictures/metodologias_moran1%20(2).pdf>. Acesso em: 03 mai. 2018.

MOREIRA, Marco Antônio. **Uma abordagem Cognitiva ao Ensino de Física: A teoria de aprendizagem de David Ausubel como sistema de referência para a organização do ensino de ciências.** Porto Alegre: UFRGS, 1983.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e texto complementares.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011a.

MOREIRA, Marco Antônio. **Metodologias de Pesquisa em Ensino.** 1ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011b.

MORO, Fernanda Teresa. **Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de Energia Térmica no Ensino Médio.** 2015, 156f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado-RS, 2015.

MORO, Fernanda T.; NEIDE, Italo G. e REHFELDT, Marcia J. H. Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de propagação do calor no Ensino Médio. In: **Anais da VIII Mostra do Mestrado em Ensino de Ciências Exatas**, Lajeado, Rio Grande do Sul, 2015a.

NEUMANN, Rodrigo; BARROSO, Marta F. **Simulações Computacionais e Animações no Ensino de Oscilações**. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. Jan 2005.

NILSSON, James W.; RIEDEL, Susan A. **Electric Circuits**. Tenth Edition. Boston. Prentice Hall Pearson, 2008.

OSRAM, 2007. Disponível em: <<https://www.osram.com.br>>. Acesso em: 20 de agosto de 2018.

Oliveira, A. A. M. de. Distributed Emergency Lighting System LEDs Driven by Two Integrated Flyback Converters. **Industry Applications Conference IAS**, 2007.

PEDROSO, Luciano Soares. **Articulação entre laboratório investigativo e virtual visando a aprendizagem significativa de conceitos de Eletromagnetismo**. 2014, 225f. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2014.

PIETROCOLA, Maurício. **Linguagem e Estruturação do Pensamento na Ciência e no Ensino de Ciências**. In: Pietrocola, Maurício;. (Org.). Filosofia, Ciência e História. 1 ed. São Paulo: Discurso editorial, 2005.

PINHO ALVES, J. Fo. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. 2000. 302 f. Tese (Doutorado) – Centro de Ciências da Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

PRESTES, Maria Luci de Mesquita. **A pesquisa e a construção do conhecimento científico: do planejamento aos textos, da escola à academia**. 2. ed. São Paulo: Rêspel, 2003.

RAMOS, Isabel C. P. N.; **Construção e Interpretação de Gráficos de Cinemática com o Software Modellus: Um Estudo com Alunos do 11º ano de Escolaridade**. Ciclo de Estudos Conducente ao Grau de Mestre em Educação. Universidade de Lisboa-Portugal, 2011.

SANTOS, J. N. S.; SILVA, R. T. Animação interativa como organizador prévio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003, Curitiba. **Atas do Simpósio Nacional de Ensino de Física**. Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 2333-2342.

SANTOS, Gutemberg Silva dos. **A eletricidade básica no Ensino Médio: interações cotidianas para potencializar o aprendizado**. Monografia. Graduação em Licenciatura Plena em Física. Ji-Paraná-RO, 2010.

SILVA, D. P. G., **O Ensino de Energia e o Livro Didático de Física: um olhar através do construtivismo humano**, 2012, Dissertação de Mestrado profissional, Programa de Pós-graduação em ensino de ciências e matemática, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

SILVA, Reinaldo Nunes da. **Ensino-aprendizagem da Física no Ensino Médio: perspectivas e desafios**. 2014, 49f. Monografia . Especialização Fundamentos da Educação, Campina Grande – PB, 2014.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. "**Circuito Simples**"; *Brasil Escola*. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/circuito-simples.htm>>. Acesso em 10 de agosto de 2018.

SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice. **Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio**. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química. Curitiba-PR, 2008.

TAJRA, Sanmya Feitosa. **Informática na Educação**: Novas ferramentas pedagógicas para o professor na atualidade. 4 ed. São Paulo: ÉRICA, 2012.

TEODORO, V. D.; VEIT, E. A.; Modelagem no ensino/aprendizagem de física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 86 – 96, Jun. 2002.

THOMAZ, Marília Fernandes. A experimentação e a formação de professores de ciências: uma reflexão. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.17, n.3: p.360-369, 2000.

VALENTE, J. A. **O uso inteligente do computador na educação**. Pátio Revista Pedagógica. Editora: Artes Médicas Sul, ano 1, no 1, págs. 19-21, 1997.

VALENTE, J. A. **Formação de educadores para o uso da informática na escola**. Campinas: [s.n.], 2001.

VYGOTSKY, L.S. **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

XAVIER, J. C. Ensino de Física: presente e futuro. **Atas do XV Simpósio Nacional Ensino de Física**, 2005.

ZACHARIA, Z. C. Comparing and combining real and virtual experimentation: an effort to enhance students' conceptual understanding of electric circuits. **Journal of Computer Assisted Learning**, Oxford.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de Concordância da Direção da Instituição de Ensino

Ao senhor Diretor da escola.

Eu, **Roniedison Scarpati**, aluno regularmente matriculado no Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu*, **Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas** da Universidade Vale do Taquari, Lajeado - RS, venho solicitar a autorização para coletar dados neste estabelecimento de ensino, para a realização de minha pesquisa de Mestrado, intitulada: “**ATIVIDADES COMPUTACIONAIS E EXPERIMENTAIS COMO FERRAMENTAS DE ENSINO DA ELETRICIDADE**”.

Tendo como objetivo geral analisar as contribuições da atividade computacional aliado à experimental, como estratégia pedagógica, no ensino de Eletricidade em alunos do 3º ano do Ensino Médio.

Afirmo ainda, que as coletas de dados serão realizadas por meio de observações e questionários junto a alunos de uma turma da terceira série do Ensino Médio integrada nesta escola, e que o nome da escola poderá ser utilizado em publicações.

Desde já, agradeço a disponibilização, visto que a pesquisa contribuirá para o desenvolvimento do ensino de Física e, conseqüentemente, buscará melhorar o rendimento dos alunos participantes da referida pesquisa.

Pelo presente termo de concordância declaro que autorizo a realização da pesquisa prevista nesta escola, inclusive podendo usar de quaisquer dependências e recursos midiáticos da escola.

Data____/____/____

Direção da Escola

Roniedison Scarpati
Mestrando em Ensino de Ciências Exatas – UNIVATES

APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido

Com o intuito de alcançar o objetivo proposto para este projeto: **“Atividades Computacionais e Experimentais como ferramentas de ensino da Eletricidade”**, venho, por meio deste documento, convidar-lhe a participar desta pesquisa que faz parte de minha dissertação de mestrado desenvolvida no programa de Pós Graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas da Universidade Vale do Taquari, Lajeado – RS, tendo como orientadora a professora Dra. Márcia Jussara Hepp Rehfeldt e como coorientadora a professora Sonia Elisa Marchi Gonzatti. Deste modo, no caso de concordância em participar desta pesquisa ou deixar participar (alunos menores), ficará ciente de que a partir da presente data:

- os direitos da entrevista gravada ou respondidas (questionários) realizada pelo pesquisador, será utilizada integral ou parcialmente, sem restrições;
- Estará assegurado o anonimato nos resultados dos dados obtidos, sendo que todos os registros ficarão de posse do pesquisador por cinco anos e após esse período serão extintos.

Será garantido também:

- Receber a resposta e/ou esclarecimento de qualquer pergunta e dúvida a respeito da pesquisa;
- Poderá retirar seu consentimento a qualquer momento, deixando de participar do estudo, sem que isso traga qualquer tipo de prejuízo.

Assim, mediante o **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**, declaro que autorizo minha participação nesta pesquisa, por estar esclarecido e não me oferecer nem um risco de qualquer natureza. Declaro ainda, que as informações fornecidas nesta pesquisa podem ser usadas e divulgadas neste curso Pós-graduação *stricto sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, bem como nos meios científicos, publicações eletrônicas e apresentações profissionais.

Participante da pesquisa ou responsável

Pesquisador: Roniedison Scarpatti

Linhares-ES, _____ de _____ de 2017.

APÊNDICE C – Atividade computacional

LABORATÓRIO VIRTUAL DE FÍSICA – ROTEIRO DE ATIVIDADES

Aluno:

Turma:

Contextualização

Esta produção está baseada em cinco atividades exploratórias a partir de um Objeto de Aprendizagem¹¹, por meio da metodologia PhET, disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab, de livre acesso. As atividades propostas fazem parte de uma avaliação de aprendizagem na qual o aluno interpreta e responde com base na manipulação do referido Objeto de Aprendizagem e, com isso, auxilia na compreensão de conceitos físicos da Eletricidade. Nesse sentido, acredito proporcionar a inserção de recursos computacionais nos processos de ensino e de aprendizagem em circuitos elétricos e favorecer ao aluno participar ativamente nesse processo.

O recurso computacional aqui apresentado pode possibilitar, por meio de seus vários recursos, a aprendizagem da Eletricidade de forma interativa.

Objetivos

Instigar os alunos a comparar conteúdos teóricos com os conceitos apresentados por meio do Objeto de Aprendizagem.

Explorar a utilização de recursos computacionais como alternativa para a aprendizagem de conceitos de Eletricidade, enfatizando circuitos elétricos.

Detalhamento das atividades

Neste tópico serão apresentadas as atividades a serem desenvolvidas com os alunos. As cinco atividades exploratórias serão desenvolvidas com base no Objeto de Aprendizagem *“Kit de Construção de Circuito (DC), Laboratório Virtual”*. Assim sendo, para que as atividades tenham eficiência, faz-se necessário que o professor tenha conhecimentos básicos em informática.

Nesta intervenção pedagógica foi selecionado um aplicativo, de forma criteriosa, que permitisse a elaboração de atividades com o objetivo de auxiliar o desenvolvimento do raciocínio lógico acerca do conteúdo de circuitos elétricos.

¹¹ Objeto de Aprendizagem (OA): é uma unidade de instrução/ensino reutilizável. De acordo com o *Learning Objects Metadata Workgroup*, **objetos de aprendizagem** (*Learning Objects*) podem ser definidos por "qualquer entidade, digital ou não digital, que possa ser utilizada, reutilizada ou referenciada durante o aprendizado suportado por tecnologias".

Atividade 1 – Acendendo uma lâmpada

Problematização inicial.

Se em uma associação de lâmpadas em série uma delas se queimar, o que ocorrerá com as demais? Por quê?

Portanto, para instigar a curiosidade dos alunos, o professor pode utilizar lâmpadas instaladas na própria sala de aula, fazendo o aluno refletir sobre o tipo de ligação, série ou paralelo, em uma instalação elétrica residencial.

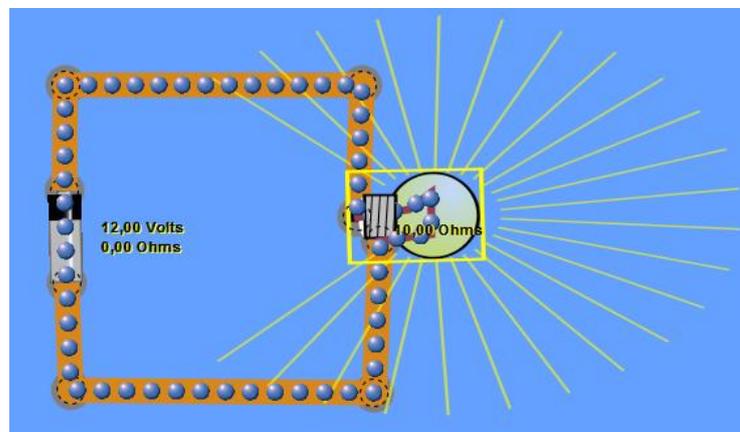
Organização do conhecimento

É sugerido trabalhar com os alunos as três simulações de montagens experimentais, sugeridas a seguir, discutindo as questões propostas. Essa etapa pode conduzir os alunos à observação e compreensão da situação apresentada na problematização inicial.

1ª simulação:

Utilize a simulação para montar um circuito semelhante ao esquematizado na Figura 1.

Figura 1 – Circuito simples.



Fonte: Print Screen do aplicativo, 2017

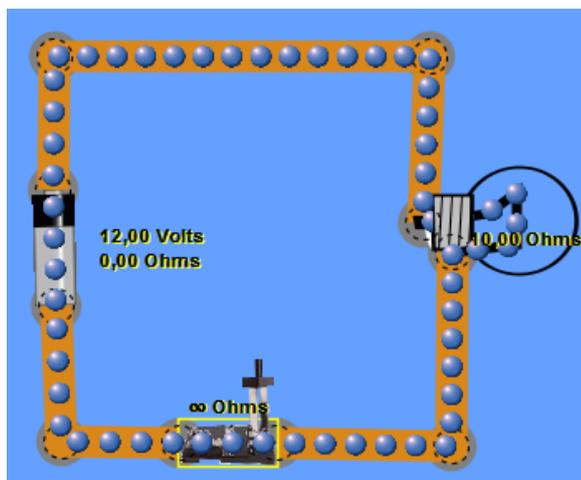
Questão 1: Descreva o que acontece enquanto a lâmpada acende.

Questão 2: Especifique o que faz a lâmpada acender.

2ª simulação:

Utilize a simulação para montar um circuito semelhante ao esquematizado na Figura 2.

Figura 2 – Circuito simples com chave geral.



Fonte: Print Screen do aplicativo, 2017

Questão 1: Qual a posição da chave para que a lâmpada acenda, aberta ou fechada?

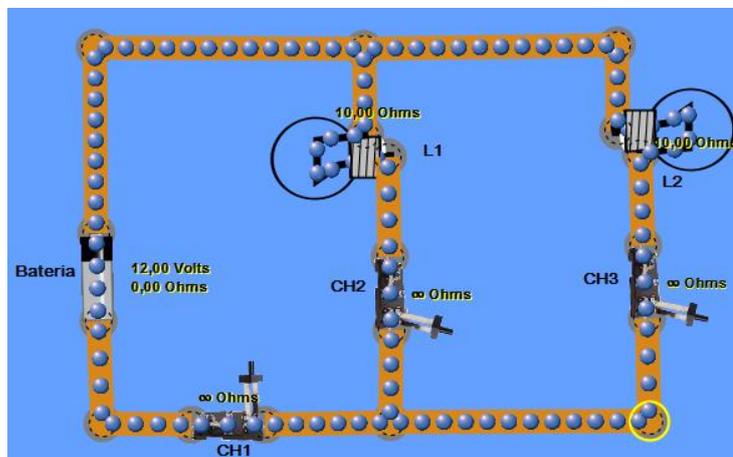
Questão 2: Porque isso ocorre? Discuta o conceito de corrente elétrica e descreva o caminho que essa percorre para chegar à lâmpada.

Questão 3: Há alguma chave geral em sua casa? Descreva sua função.

3ª simulação

Utilizando a simulação, monte um circuito constituído por três chaves (CH1, CH2 e CH3) e duas lâmpadas ligadas em paralelo, como mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Circuito de lâmpadas em paralelo.



Fonte: Print Screen do aplicativo, 2017

Verifique o que acontece nas seguintes situações, descrevendo o caminho da corrente:

Chave CH1 aberta, CH2 e CH3 fechadas. Qual(is) lâmpada(s) acende(m)?

Chave CH1 fechada, CH2 e CH3 abertas. Qual(is) lâmpada(s) acende(m)?

Chave CH1 fechada, CH2 fechada e CH3 aberta. Qual(is) lâmpada(s) acende(m)?

Chave CH1 fechada, CH2 aberta e CH3 fechada. Qual(is) lâmpada(s) acende(m)?

Chave CH1 fechada, CH2 e CH3 fechadas. Qual(is) lâmpada(s) acende(m)?

Questão 1: Observe na simulação o caminho que a corrente elétrica precisa percorrer para acender cada uma das lâmpadas. Para que servem as chaves CH1 e CH2?

Questão 2: Cite exemplos de aplicações de circuitos similares a esse. Há interruptores em sua residência? Descreva sua função.

Atividade 2 – Lâmpadas ligadas em série e paralelo

1ª simulação: Monte um circuito constituído por três lâmpadas ligadas em série, como mostrado na Figura 4. Alterar a resistência da lâmpada para o valor de 10Ω e da tensão na bateria para 30V.

Figura 4 – Circuito com três lâmpadas ligadas em série.



Fonte: Print Screen do aplicativo, 2017

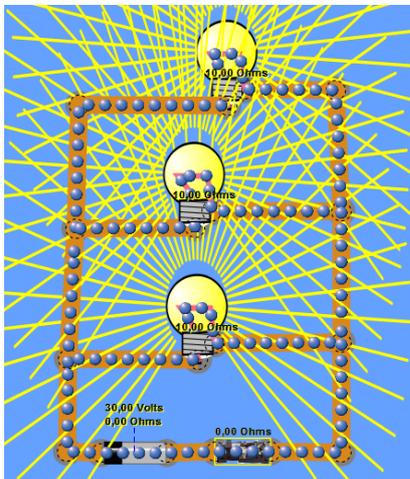
Com as três lâmpadas acesas, desconecte uma das lâmpadas. Para isto clique com o botão esquerdo do mouse sobre a lâmpada e selecione remover.

Questão 1: Descreva o que ocorre. Explique.

Questão 2: Porque quando uma lâmpada “queima” ou é desconectada, as demais lâmpadas e aparelhos de uma residência não se apagam?

2ª simulação: Monte um circuito constituído por três lâmpadas ligadas em paralelo, como mostrado na Figura 5. Alterar a resistência da lâmpada para o valor de 10Ω e da tensão na bateria para 30V.

Figura 5 – Circuito com três lâmpadas ligadas em paralelo.



Fonte: Print Screen do aplicativo, 2017

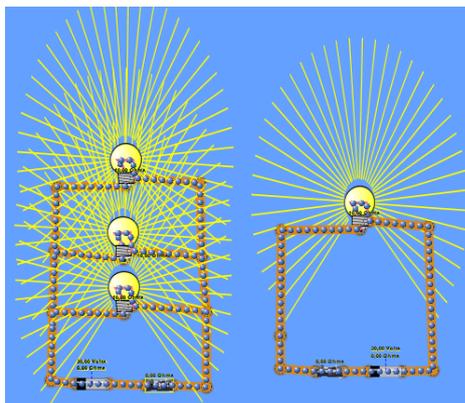
Com as três lâmpadas acesas, desconecte uma das lâmpadas. Para isto clique com o botão esquerdo do *mouse* sobre a lâmpada e selecione remover.

Questão 1: Descreva o que ocorre. Explique.

Questão 2: Compare seu resultado com o resultado obtido quando as três lâmpadas estavam ligadas em série. O que você conclui?

3ª simulação: Usando baterias de mesma tensão e lâmpadas idênticas (de mesma resistência interna) alimentar um circuito com uma só lâmpada e outro circuito com três lâmpadas ligadas em paralelo, com o sugerido na Figura 6.

Figura 6 – Circuito com uma e três lâmpadas em paralelo.

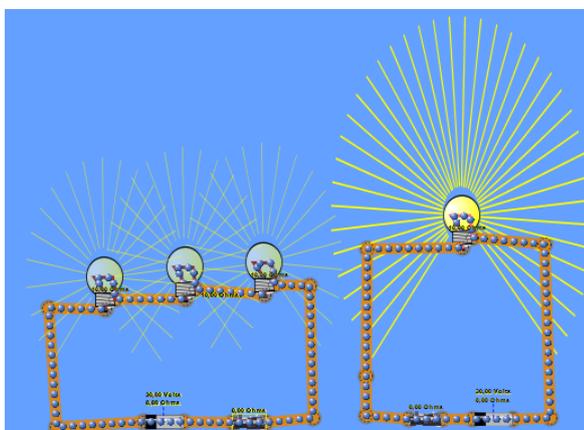


Fonte: Print Screen do aplicativo, 2017

Questão 1: Há diferença entre os brilhos das lâmpadas nos dois circuitos? O que você conclui dessa observação?

4ª simulação: Usando baterias de mesma tensão e lâmpadas idênticas (de mesma resistência) alimentar um circuito com uma só lâmpada e outro circuito com três lâmpadas ligado em série, como sugerido na Figura 7.

Figura 7 – Circuito com uma e três lâmpadas em série.



Fonte: Print Screen do aplicativo, 2017

Questão 1: Há diferença entre os brilhos das lâmpadas nos dois circuitos? O que você conclui dessa observação?

Questão 2: Compare seu resultado com o obtido na terceira simulação. O que você conclui?

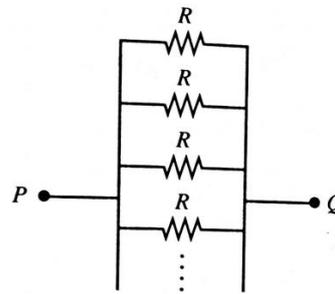
APÊNDICE D – Questionário 1 (Socrative) – após atividade computacional

1. Considere dois resistores idênticos conectados em série (um atrás do outro). Se houver corrente elétrica circulando através da combinação, a corrente no segundo resistor será.....corrente no primeiro resistor.

- (A) Igual à
 (B) Metade da
 (C) Menor (mas não necessariamente a metade) do que a

2. No circuito paralelo mostrado abaixo, quando resistores idênticos R são acrescentados, a resistência total entre os pontos P e Q

- (A) Aumenta
 (B) Permanece a mesma
 (C) Diminui



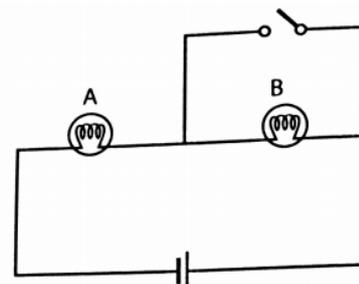
3. Uma corrente de intensidade I circula através de uma lâmpada de filamento. Suponha que um fio seja conectado à lâmpada como está mostrado abaixo. Quando o fio é ligado

- (A) Toda a corrente continuará circulando através da lâmpada.
 (B) Metade da corrente circulará através do fio e a outra metade continuará circulando através da lâmpada.
 (C) Toda a corrente circulará através do fio
 (D) Nenhuma acima

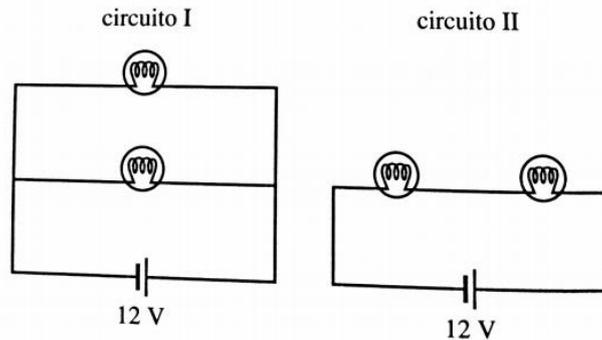


4. O circuito abaixo consiste de uma única bateria de 12V e duas lâmpadas de filamento idênticos brilhando com a mesma intensidade. Quando a chave é fechada, o brilho da lâmpada A

- (A) Aumenta.
 (B) Permanece inalterado.
 (C) Diminui.

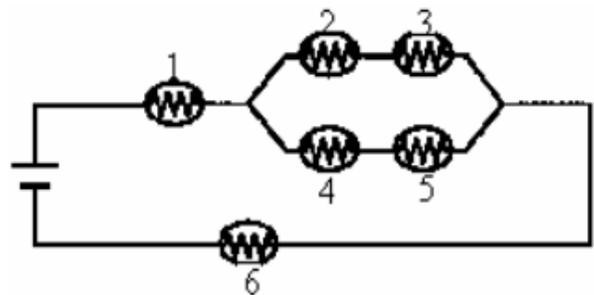


5. Em um circuito em paralelo, a potência dissipada pelas lâmpadas é diretamente proporcional:
- (A) à tensão da fonte e da corrente em cada Lâmpada
 - (B) à tensão da fonte e da resistência de cada lâmpada
 - (C) à resistência de cada lâmpada.
 - (D) À corrente em cada lâmpada.
6. Se as quatro lâmpadas de filamento da figura forem idênticas, qual circuito apresentará maior luminosidade?
- (A) I.
 - (B) Nos dois circuitos, as duas emitem a mesma quantidade de luz.
 - (C) II.



7. Uma árvore de Natal é iluminada com um circuito de lâmpadas semelhantes, conforme indica a figura. Considerando que a lâmpada 2 se queima, quais as lâmpadas que permanecerão acesas?

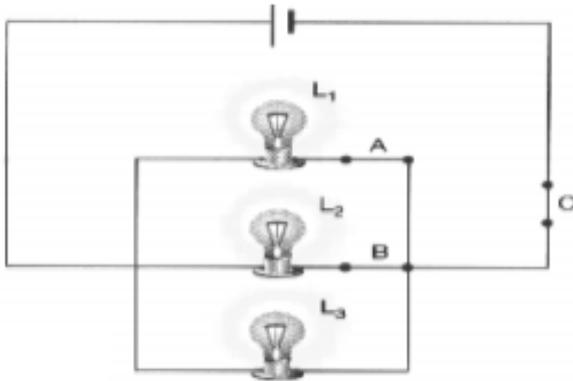
- (E) Todas as outras
- (F) As lâmpadas 1, 4 e 5
- (G) As lâmpadas 1 e 3
- (H) As lâmpadas 1, 4, 5 e 6



8. Considerando o circuito mostrado na figura abaixo, assinale a questão **CORRETA**:

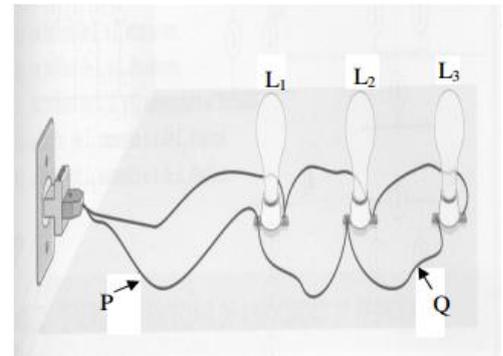
- (A) se a lâmpada L1 queimar, as lâmpadas L2 e L3 apagarão.
- (B) se a lâmpada L1 queimar, a lâmpada L2 apagará.
- (C) se a lâmpada L1 queimar, as lâmpadas L2 e L3 continuarão funcionando normalmente.

(D) Se a chave C for interrompida, o circuito continuará funcionando normalmente.



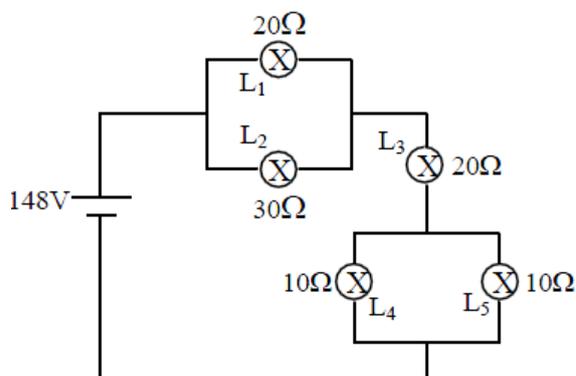
9. A figura ilustra a forma como três lâmpadas estão ligadas a uma tomada. A corrente elétrica no ponto P do fio é i_p e no ponto Q é i_q . Em um determinado instante, a lâmpada L2 se queima. Pode-se afirmar que:

- (A) As duas correntes não se alteram.
- (B) As duas correntes se alteram.
- (C) A corrente i_p não se altera e i_q se altera.
- (D) A corrente i_p se altera e i_q não se altera.



10. O circuito elétrico abaixo representa uma associação mista de lâmpadas incandescentes, com os valores de suas resistências elétricas consideradas constantes. O circuito é alimentado por uma fonte ideal (resistência interna nula) de 148 V.

A lâmpada que apresenta maior luminosidade é aquela que dissipa maior potência. Mostre qual delas apresenta maior luminosidade. Justifique a resposta!



APÊNDICE E - Atividade Experimental

Objetivos

- Analisar circuitos com associação de lâmpadas.
- Comparar os resultados obtidos na experiência com a simulação computacional.

Material usado

- Fios e interruptores.
- Bancada didática.
- Lâmpadas diversas: incandescentes, e LEDs.
- Chave de fenda para conexões.

Roteiro de atividades

Atividade 1: associação em série

Questão 1: Conectar inicialmente as quatro lâmpadas incandescentes em série e verificar se o brilho delas é o mesmo, identifique a que tem maior brilho. **Justifique!**

Questão 2: Explorar o circuito, retirar uma lâmpada pra ver o que ocorre. **Justifique!**

Questão 3: Substitua uma lâmpada incandescente por uma LED e observe o ocorrido. O que acontece com o brilho das lâmpadas? **Justifique!**

Atividade 2: associação em paralelo

Questão 1: Conectar inicialmente as quatro lâmpadas incandescentes em paralelo e verificar se o brilho delas é o mesmo, identificando a que tem maior brilho. **Justifique o ocorrido, fazendo uma relação com o circuito em série.**

Questão 2: Explorar o circuito, inicialmente ligando as lâmpadas em paralelo e, a seguir, retirar uma lâmpada pra ver o que ocorre. **Justifique!**

Questão 3: Substitua uma lâmpada incandescente por uma de LED e observe o ocorrido. O que acontece com o brilho das lâmpadas? **Justifique!**

Atividade 3: associação mista

Questão 1 : Conectar inicialmente as quatro lâmpadas incandescentes no circuito, sendo duas em série e duas em paralelo e verificar se o brilho delas é o mesmo, identificando a que tem maior brilho. **Justifique o ocorrido!**

Questão 2: Explorar o circuito da questão anterior retirar uma lâmpada do circuito em série para ver o que ocorre. Justifique fazendo uma análise com as experiências anteriores.

Questão 3: Explorar o circuito, retirar uma lâmpada do circuito paralelo e ver o que ocorre. Justifique!

APÊNDICE F – Questionário de avaliação aplicado no final da intervenção

1. Em sua opinião, as atividades propostas ajudou você a compreender melhor os conceitos básicos de Eletricidade? Escolha apenas uma opção!

() sim

() não

() não faz diferença

() outro opinião. Qual? _____

Justificar a resposta escolhida:

2. Como você avalia o uso de metodologias diferenciadas como esta que utilizou das atividades computacionais e experimentais no contexto escolar? Escolha apenas uma opção!

() ruim

() bom

() muito bom

() ótimo

() poderia ser melhor nestes aspectos: _____

Justificar a resposta escolhida:

3. Em sua visão, você acredita que essa prática pode auxiliar o professor nas questões atuais vivenciadas nas salas de aula? Quais as vantagens/benefícios que você observou?

4. Em relação ao apresentado nesta prática, dê sua opinião sobre o desenvolvimento da mesma. Quais sugestões você daria para melhorar esta prática, ou seja, o que você entende que poderia ser melhorado?
