INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO RIO GRANDE DO NORTE
IFRN *CAMPUS* SANTA CRUZ
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

MARCIO MAGNOS JACINTO FERREIRA

# PROPOSTA DE ATIVIDADE DE VERIFICAÇÃO DE APRENDIZAGEM SOBRE ASSOCIAÇÃO DE LÂMPADAS COM USO DO SIMULADOR PhET.

SANTA CRUZ-RN
2019

MARCIO MAGNOS JACINTO FERREIRA

# PROPOSTA DE ATIVIDADE DE VERIFICAÇÃO DE APRENDIZAGEM SOBRE ASSOCIAÇÃO DE LÂMPADAS COM USO DO SIMULADOR PhET.

Monografia apresentada como Trabalho de Conclusão de Curso ao Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte *Campus* Santa Cruz, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Me. Roney Roberto de Melo Sousa

SANTA CRUZ - RN
2019

Divisão de Serviços Técnicos.
Catalogação da publicação na fonte.
IFRN/SC / Biblioteca Mons. Raimundo Gomes Barbosa

Ferreira, Marcio Magnos Jacinto
Proposta de atividade de verificação de aprendizagem sobre associação de lâmpadas com uso do simulador PhET / Marcio Magnos Jacinto Ferreira. – Santa Cruz, 2019.
77 f.

Orientador: Prof. Me. Roney Roberto de Melo Sousa

Monografia (Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte).

1. Ensino de física. 2. Avaliação da aprendizagem. 3. Circuitos elétricos. 4. Simuladores. I. Sousa, Roney Roberto de Melo. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnológica do Rio Grande do Norte. III. Título.

IFRN-SC/MRGB CDU 53:37

MARCIO MAGNOS JACINTO FERREIRA

**PROPOSTA DE ATIVIDADE DE VERIFICAÇÃO DE APRENDIZAGEM SOBRE ASSOCIAÇÃO DE LÂMPADAS COM USO DO SIMULADOR PhET.**

Monografia apresentada como Trabalho de Conclusão de Curso ao Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte *Campus* Santa Cruz, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Física.

Trabalho de Conclusão apresentado e aprovado em ___/____/____, pela seguinte Banca Examinadora:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Roney Roberto de Melo Sousa – Orientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Luiz Jorge Negri-1ª Examinador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Me. Giulliano José Segundo Alves Pereira – 2º Examinador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Dedico este trabalho a minha família, amigos e minha esposa, pelo incentivo e apoio em todos os momentos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus por estar sempre me abençoando e dando ânimo e coragem para superar as dificuldades enfrentadas durante essa jornada.

Aos meus familiares por toda dedicação e apoio. Apesar de todos os obstáculos, eles sempre estiveram me dando suporte e ânimo que foram de extrema importância nessa trajetória durante o curso.

Agradeço a minha esposa que me incentivou a buscar novos conhecimentos, que esteve presente me ajudando nos estudos. A ela em especial por estar ao meu lado me dando forças para continuar firme e me dando total apoio na parte psicológica.

Ao meu orientador por toda a paciência e compreensão durante todo o período em que esteve orientando-me.

Agradeço a todos os professores do curso de Licenciatura em Física.

# RESUMO

Este trabalho tem como objetivo a verificação da aprendizagem dos alunos com relação ao conteúdo de associações de lâmpadas utilizando o simulador PhET como recurso didático e a aplicação de um roteiro de atividades, dirigido aos alunos do Ensino Médio de uma forma geral. Porém, foi executado com alunos do IFRN Campus Santa Cruz na modalidade integrada, no qual foi utilizado o kit de construção de Circuitos elétricos (AC – DC) da plataforma PhET, da Universidade do Colorado. Fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto PhET (*Physics Educacional Technology*) cria simulações interativas de Física, química, matemática, ciências da terra e biologia. Trata-se, essencialmente, de recursos digitais em diferentes formatos: áudio, vídeo, animação e simulação computacional com características específicas no processo de ensino e aprendizagem. As simulações interativas constituem hoje um mecanismo eficiente para apresentar conceitos científicos e contribuir para tornar os professores facilitadores e os alunos autônomos no processo de ensino e aprendizagem O trabalho foi desenvolvido em uma sequência de 4 questionários, onde em cada um deles foi disponibilizado um tutorial para montar as simulações propostas. Na primeira etapa da atividade o aluno construiu um circuito de uma associação em série com 3 lâmpadas; na segunda etapa construiu um circuito de uma associação em paralelo com 3 lâmpadas; na terceira etapa e quarta etapas da atividade o aluno verificou quais são os parâmetros que determinam os brilhos das lâmpadas a partir da análise de grandezas como tensão elétrica, corrente elétrica, resistência elétrica e potência dissipada. Essas sequências de atividades no simulador devem desenvolver no aluno uma melhor compreensão acerca do conteúdo que foi abordado referente a associação de lâmpadas. Pretende-se utilizar essa atividade como uma estratégia de ensino em sala de aula. O intuito da atividade de verificação de aprendizagem utilizando o simulador PhET foi justamente fazer com quer os alunos tivessem maior interesse pelo conteúdo e motivação para procurar as informações que se pedia nos questionários através das construções das simulações que foram propostas que podem ser vistas no tópico 8 dos anexos. Os resultados obtidos na atividade diagnóstica antes da aula e na aplicação da atividade de verificação da aprendizagem mostrou que a proposta aqui apresentada é eficiente do ponto de

vista do Ensino de Física com ênfase no tópico de eletricidade, pois, grande parte dos alunos demonstrou compreensão acerca dos conhecimentos referentes aos tipos de associação de lâmpadas. Espera-se que o trabalho aqui desenvolvido contribua com o ensino de Física apresentando-se como uma alternativa de pesquisa aos docentes e estudantes da área, fornecendo subsídios para a discussão em torno do uso de simuladores em sala de aula.

**Palavras-chaves:** Ensino de Física. Avaliação da Aprendizagem. Circuitos Elétricos. Simuladores.

**ABSTRACT**

This paper aims to verify students' learning regarding the content of lamp associations using the PhET simulator as a didactic resource and the application of an activity script, aimed at high school students in general. However, it was carried out with students from IFRN Campus Santa Cruz in the integrated mode, using the PhET platform building kit from the University of Colorado PhET platform. Founded in 2002 by Nobel laureate Carl Wieman, the PhET (Physics Educational Technology) project creates interactive simulations of physics, chemistry, mathematics, earth science and biology. These are essentially digital resources in different formats: audio, video, animation and computer simulation with specific characteristics in the teaching and learning process. Interactive simulations are today an efficient mechanism to present scientific concepts and contribute to make teachers and students autonomous in the teaching and learning process. The work was developed in a sequence of 4 questionnaires, where in each of them a tutorial was made available. assemble the proposed simulations. In the first stage of the activity the student built a circuit of a series association with 3 lamps; In the second stage, he built a circuit of an association in parallel with 3 lamps; In the third and fourth stages of the activity the student verified what are the parameters that determine the brightness of the lamps from the analysis of quantities such as electrical voltage, electrical current, electrical resistance and dissipated power. These sequences of activities in the simulator should develop in the student a better understanding about the content that was addressed regarding the association of lamps. It is intended to use this activity as a classroom teaching strategy. The purpose of the learning verification activity using the PhET simulator was precisely to make the students more interested in the content and motivation to search the information that was required in the questionnaires by constructing the proposed simulations that can be seen in topic 8. of the annexes. The results obtained in the pre-class diagnostic activity and the application of the Learning showed that the proposal presented here is efficient from the point of view of Physics Teaching with emphasis on the topic of electricity, because most students demonstrated understanding about the knowledge regarding the types of lamp association. The work developed here is expected to contribute to the teaching of physics presenting itself as a research alternative to

teachers and students in the area, providing subsidies for the discussion around the use of simulators in the classroom.

**Keywords:** Physics teaching. Learning Assessment. Electric circuits. Simulators.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES


| | | |
|---|---|---|
| Figura 1 | Uma corrente convencional é tratada como um fluxo de cargas positivas | 28 |
| Figura 2 | Em um condutor metálico as cargas elétricas são elétrons | 28 |
| Figura 3 | Fluxo ordenado de cargas elétricas | 29 |
| Figura 4 | Lâmpada sendo percorrida por uma diferença de potencial e corrente elétrica | 32 |
| Figura 5 | Circuito em série | 36 |
| Figura 6 | Circuito em paralelo | 38 |
| Figura 7 | Brilho das lâmpadas em uma associação em série | 39 |
| Figura 8 | Brilho das lâmpadas em uma associação em paralelo | 40 |

## LISTA DE TABELA

Tabela 1 Submúltiplos da Corrente elétrica 29

## LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---|---|
| IFRN | Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte |
| PhET – *Interactive Simulations* | Simulações Interativas da Universidade do Colorado |
| *Google Forms* | Formulário do Google |

**SUMÁRIO**


1. INTRODUÇÃO ..... 14

2. REFERENCIAL TEÓRICO ..... 17

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA ..... 23

4. CONTEÚDO ABORDADO NA PESQUISA ..... 26

4.1 CORRENTE ELÉTRICA E CIRCUITO ELÉTRICO ..... 26

4.2 A DIREÇÃO E O SENTINDO DO FLUXO DA CORRENTE ..... 27

4.3 RESISTÊNCIA ELÉTRICA ..... 30

4.4 A LEI DE OHM ..... 30

4.5 POTÊNCIA ELÉTRICA ..... 31

4.6 RELAÇÃO ENTRE POTÊNCIA, DIFERENÇA DE POTENCIAL E INTENSIDADE DE CORRENTE ..... 33

4.7 POTÊNCIA DISSIPADA EM UM RESISTOR: DERIVAÇÕES DE OUTRAS EXPRESSÕES MATEMÁTICAS PARA A POTÊNCIA. ..... 34

4.8 CIRCUITOS ELÉTRICOS ..... 35

4.9 ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE ..... 35

4.11 RELAÇÃO ENTRE POTÊNCIA E BRILHO DAS LÂMPADAS ..... 38

4.12 LÂMPADAS ASSOCIADAS EM PARALELO ..... 40

5. PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DO SIMULADOR PhET (*Interactive Simulations*) EM SALA DE AULA ..... 41

5.1 BREVE RESUMO SOBRE O PhET ..... 41

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS ..... 44

6.1 ATIVIDADE DIAGNÓSTICA ..... 44

6.2 ANÁLISE DE DADOS DA APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES ..... 48

6.3 QUESTIONÁRIO ..... 49

6.4 QUESTIONÁRIO ..... 54

6.5 QUESTIONÁRIO ..... 58

6.6 QUESTIONÁRIO ..... 59

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 63
REFERÊNCIAS ..... 65
ANEXOS..... 68

# 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho consiste em verificar a aprendizagem dos alunos referente ao conteúdo de eletrodinâmica e mais precisamente os conteúdos de associação de lâmpadas e a análise dos brilhos das mesmas, através do uso de um simulador de circuitos elétricos com associação de lâmpadas. Para tanto, foi utilizado o simulador PhET da Universidade do Colorado, em conjunto com a aplicação de uma atividade de verificação de aprendizagem sobre associação de lâmpadas. Propomos uma atividade que utiliza uma estratégia que se distingue das práticas mais comuns em sala de aula. A proposta é levar ao aluno algo que se diferencie das metodologias fundamentadas em uma aprendizagem mecânica, e em processos de reprodução e repetição de procedimentos de memorização. Especificamente para o ensino de física básica, observa-se uma ênfase na resolução de exercícios baseados na aplicação de “formulas” e decorebas. Verifica-se o posicionamento institucional a favor de mudanças no processo de ensino de física, conforme é apresentada na citação abaixo.

> Muitas vezes o ensino de Física inclui a resolução de inúmeros problemas, onde o desafio central para o aluno consiste em identificar qual fórmula deve ser utilizada. Esse tipo de questão, que exige, sobretudo, memorização, perde sentido se desejamos desenvolver outras competências. (BRASIL, 2006).

Corroborando com este pensamento, apresentamos um trabalho de McDermott onde o mesmo relata que:

> O critério mais utilizado no ensino de Física como uma medida do domínio de um conteúdo é o desempenho em problemas padrão quantitativos. Como as notas finais nas disciplinas atestam, muitos estudantes que concluem um curso introdutório típico podem resolver satisfatoriamente esses problemas. No entanto, eles frequentemente são dependentes de fórmulas memorizadas e não desenvolvem uma compreensão funcional da física, isto é, a habilidade de fazer o raciocínio necessário para aplicar os conceitos e os princípios físicos apropriados em situações não encontradas previamente. (MECDERMOTT, 1993, p.295).

Os computadores e as tecnologias da informação devem, por exemplo, apresentarem-se no processo de ensino de física como uma ferramenta ajudando nas demonstrações das experiências que eventualmente não possam ser realizadas no laboratório da instituição, resoluções de problemas, hipertextos e aquisições de dados, simulações etc. Em outros termos, o computador, em paralelo

com seus aplicativos, pode ser inserido no ambiente escolar como um complemento para o processo de aprendizagem. Recursos tecnológicos têm sido utilizados para melhorar a qualidade do processo ensino e aprendizagem, mais especificamente na área de física, onde os estudantes podem visualizar o que está sendo estudado como, por exemplo, simulações e modelagem de fenômenos e experimentos e, assim, compreender melhor os conteúdos.

Segundo Macêdo (2012), atualmente o conhecimento segue em um percurso que leva a um processo aberto de aprendizagem, onde as pessoas que estão engajadas possuem, em boa medida, iguais oportunidades de acesso à informação. Nesse sentido, é de extrema importância que o processo de ensinar física deva seguir a realidade das novas tecnologias da informação, adotando tais procedimentos em sala de aula e fora dela também.

A humanidade e em especial os alunos do Ensino Médio (em consequência da faixa etária) passam por uma revolução tecnológica nunca vista até o presente momento. A informação e a comunicação nesse contexto alcançam um plano primordial na vida de cada indivíduo. No mundo atual, cada vez mais as decisões políticas de peso tendem a girar ao redor de problemas e questões relacionados direta ou indiretamente com o conhecimento científico e tecnológico. Desta forma, o domínio desse conhecimento constitui componente importante não apenas para a construção de uma visão de mundo apropriada, mas também para o exercício da própria cidadania. Por isso, “é inegável que a escola precisa acompanhar a evolução tecnológica e extrair o máximo dos benefícios que esta é capaz de proporcionar” (BRASIL, 2002, p. 88).

Nossa pretensão dentro desta pesquisa é propor uma atividade que possibilite a verificação da aprendizagem dos alunos utilizando o PhET como recurso didático. Dentro dessa atividade proposta os objetivos foram de: verificar o conhecimento prévio dos alunos em relação a associação de lâmpadas (resistores) em série e em paralelo e a percepção deles em relação ao brilho das lâmpadas nessas associações.

O capítulo 1 traz algumas citações falando sobre tecnologias, computadores e no que consiste o trabalho. Por fim, o objetivo do trabalho. No capítulo 2 falamos de alguns referenciais teóricos propondo uma discussão sobre o uso dos

simuladores no ensino de Física. No capítulo 3 tratamos sobre o uso dos computadores e simuladores no ensino de Física a partir de uma pesquisa bibliográfica. No capítulo 4 abordamos o conteúdo da pesquisa. No capítulo 5 falamos sobre o uso do simulador PhET em sala de aula. No capítulo 6 apresentamos a análise dos resultados. No capítulo 7 fizemos as considerações finais referentes ao trabalho.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste tópico propomos uma discussão sobre o potencial das simulações computacionais no ensino de Física. Neste item identificamos alguns referenciais teóricos que embasam a utilização dos computadores no ensino de Física, em especial os simuladores.

Conforme Fiolhais e Trindade (2003) quando analisamos o ensino de física no Brasil, verificamos que existem diversas dificuldades de aprendizagem e a maioria dos alunos não tem interesse por essa área. Quando fazemos uma comparação entre a chamada sociedade da informação, composta por pessoas que vivem conectadas aos ambientes virtuais, e o ambiente de ensino tradicional, nota-se uma discrepância entre o uso das diversas tecnologias disponíveis (notebook, celulares, *ipad* entre outros). A maioria das salas de aula, pelo menos no contexto local, ainda está desconectada. Se formos analisar do ponto de vista tradicional temos uma escola onde o professor leciona suas aulas em um quadro negro e giz, sendo visto pelos alunos como o dono da informação e do conhecimento científico, isso de certa forma é bastante ruim, visto que desestimula a criatividade e a compreensão dos alunos. Segundo Heckler, Saraiva e Filho (2007), para a grande maioria dos alunos a física é composta apenas por fórmulas matemáticas. No entanto, esses estudantes não conseguem fazer uma ligação entre a física que eles aprendem e o mundo ao seu redor. Vale salientar que esse ponto negativo no aprendizado se dá devido à ausência de uma metodologia adequada do ponto de vista pedagógico e também tecnológico.

De acordo com Campos, Rocha e Campos (1998), devido ao rápido crescimento da tecnologia da informação e comunicação faz-se necessária a escolha por mudanças significativas no processo de ensino e aprendizagem nas escolas. O uso da informática na escola propicia ao aprendiz um novo processo educativo, permitindo aos alunos parar, voltar, revisar e aperfeiçoar o que foi visto em sala de aula. Porém, eles podem no decorrer desse percurso criar suas investigações e interpretações sobre o conteúdo abordado de acordo com outras informações consultadas ou discutidas através de diferentes autores ou colegas, com o uso da internet.

Conforme Petitto (2003), o computador é uma ferramenta extremamente potente no auxílio do ensino e aprendizagem, sendo uma excelente solução na busca do conhecimento. Pode ser usado como uma ferramenta para o auxílio no desenvolvimento cognitivo do estudante:

> Onde aluno e professor desenvolvam aprendizagens colaborativas, ativas, facilitadas, que proporcionam ao aprendiz construir sua própria interpretação acerca do assunto, interiorizando as informações e transformando-as de forma organizada, ou seja, sistematizando-as para construir determinado conhecimento. (PETITTO, 2003).

Acreditamos que as animações e simulações são excelentes ferramentas que auxiliam na solução de vários problemas que os professores de física enfrentam quando explicam para seus alunos fenômenos abstratos que se tornam difíceis de serem visualizados através da oralidade e das figuras que tentam reproduzir no quadro. Elas permitem que os alunos observem um fenômeno que poderia levar horas, dias ou anos. O aluno poderá fazer essa observação diversas vezes até chegar à conclusão de que entendeu determinado conhecimento. (TAVARES, 2008).

De acordo com Medeiros e Medeiros (2002) as simulações e animações são mais agradáveis do que as imagens que os professores reproduzem no quadro, as chamadas figuras estáticas. É preciso tomar bastante cuidado, pois este meio pode servir, também, para passar imagens distorcidas da realidade com eficiência igualmente maior do que as figuras estáticas. Quando fazemos o uso de simuladores é importante que tanto o professor quanto o aluno estejam cientes que eles são um modelo simplório da realidade, podendo haver um grande risco de ser assimilado uma concepção errônea do fenômeno em estudo.

Conforme Martinho e Pombo (2009), a utilização da tecnologia da informação e comunicação motiva os alunos, criando assim um local de trabalho onde os educandos demonstram melhor entusiasmo e responsabilidade, melhorando os resultados nas avaliações.

Santos (2007), defende que os principais benefícios do uso das Tecnologia da Informação e Comunicação no ensino das ciências exatas são que: (1) o ensino das ciências torna-se mais atrativo, verdadeiro e relevante; (2) possui um tempo

maior dedicado à observação, discussão e análise; (3) existem mais chances para implementar situações de comunicação e colaboração.

Encontramos diversas maneiras de utilizar as simulações nas escolas. Dessa forma, no ensino de Física verifica-se que a utilização de simulações é a prática mais comum. “[...] devido haver uma grande vantagem que têm de servir como ponte entre o estudo do fenômeno da maneira tradicional utilizando quadro, giz e experimentos de laboratório” (COELHO, 2002, p. 39).

Conforme Coelho (2002), podemos encontrar dois tipos de simulações: as interativas e as não interativas. Quando utilizamos as simulações não interativas o usuário não consegue alterar os parâmetros da mesma. “Os simuladores não interativos servem para mostrar e ilustrar a evolução temporal de algum evento ou fenômeno” (HECKLER, 2004, p.24). Por outro lado, nas simulações interativas, o usuário consegue modificar diversos parâmetros da simulação, explorando ao máximo a situação física representada, consegue-se verificar as implicações das modificações que ocorreram no comportamento do fenômeno estudado (COELHO, 2002). Destacamos que em algumas simulações, o grau de interação é bastante pequeno, portanto, a capacidade de simular qualitativamente o fenômeno é extremamente extensa.

É preciso estar ciente que as simulações não podem ser substituídas por atividades concretas. A modelagem computacional possui um caráter importante que contribui para resolver parte da defasagem que os alunos apresentam em Matemática e Física, aprimorando assim, a sua aprendizagem. Deste modo:

> A modelagem computacional aplicada a problemas de Física transfere para os computadores a tarefa de realizar os cálculos – numéricos e/ou algébricos – deixando o físico ou o estudante de Física com maior tempo para pensar nas hipóteses assumidas, na interpretação das soluções, no contexto de validade dos modelos e nas possíveis generalizações/expansões do modelo que possam ser realizadas (VEIT; ARAUJO, 2005, p. 5).

Quando a experiência não pode ser reproduzida pelos alunos, as simulações ajudam bastante. Podemos citar exemplos de algumas situações: “uma aterrissagem na Lua, uma situação de emergência em uma usina nuclear ou mesmo um evento histórico ou astronômico” (RUSSEL, 2001, *apud* MEDEIROS; MEDEIROS, 2002). Experimentos perigosos ou com custo muito elevado são casos

típicos para uso de simuladores como alternativa. Os experimentos que envolvam fenômenos bastante lentos ou excessivamente rápidos estão, também, incluídos dentro da classe de eventos a serem trabalhados com o uso de simulações computacionais no ensino da Física (SNIR *et al,* 1988, *apud* MEDEIROS; MEDEIROS, 2002).

Conforme descrito por Medeiros e Medeiros (2002), nos últimos tempos, diversos autores apresentaram-se contra e a favor da utilização de simulações computacionais no ensino de Física. Apesar de muito úteis, as simulações carregam certas desvantagens, que muitas vezes são negligenciadas pelos professores. É de fundamental importância saber que um sistema real é bastante complexo e a maior parte das simulações que o descrevem tendem a ser baseadas em representações que simplificam e aproximam da realidade.

> As modernas técnicas computacionais têm tornado as representações visuais e simulações computacionais fáceis e verdadeiramente espetaculares. Ao mesmo tempo, contudo, elas têm criado uma tendência perigosa de um uso exagerado de animações e simulações considerando-as como alternativas aos experimentos reais, como se tivessem o mesmo status epistemológico e educacional (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p. 80).

A ideia é que o professor deva planejar as aulas e escolher as simulações com as quais vai realizar o trabalho proposto, assim como os conteúdos abordados, pois:

> 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. Tais danos tornar-se-ão ainda maiores se o modelo contiver erros grosseiros (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p. 81).

Os avanços tecnológicos permitem e facilitam a inserção, no processo de ensino e aprendizagem, de recursos que possibilitam aos alunos observarem o fenômeno ali existente, o chamado recurso visual. A observação dos modelos e dos processos que ocorrem na natureza é um dos métodos utilizados em ciência (GILBERT, 2005) e que pode ser utilizado no ensino de forma objetiva. Os recursos visuais apresentam-se como um excelente instrumento para o processo de ensino e aprendizagem.

Devem ser priorizadas as simulações que permitem aos alunos uma maior interação, pois acredita-se que esse tipo de simulação possibilita melhores momentos de aprendizagem. É o que afirma Lopes e Feitosa (2009). Infere-se, assim, que uma estratégia inovadora no ensino de Física poderá atrair e estimular os alunos a participarem da aula. O aluno deve ser alertado que as animações reproduzem a realidade de forma esquemática e bastante simplória e que, assim, os experimentos reproduzidos por meio de simulações não são semelhantes aos experimentos reais. Porém, alguns podem ter um grau considerável de semelhança. O estudante deve não perder de vista o significado físico que existe por trás da animação. Portanto, evitando utilizá-lo como se fosse um simples jogo.

Neste trabalho utilizamos alguns traços da teoria da aprendizagem significativa, visto que abordamos alguns conteúdos referentes à corrente elétrica, associações de lâmpadas em série, em paralelo e, por fim, trabalhos com os brilhos das lâmpadas. Foram explanados esses conteúdos como forma de conhecimentos prévios para que os alunos pudessem obter uma boa base para responder aos questionários que foram aplicados e analisados.

A teoria da aprendizagem de Ausubel e colaboradores (Ausubel et al, 1980; *in* Ausubel, 2003) apresentam as bases para o entendimento de como o ser humano cria significados e desta forma ter um norte para a elaboração de estratégias de ensino que facilitem uma aprendizagem significativa

De acordo com Tavares (2004) quando o aluno se depara com um novo corpo de informações o estudante pode decidir reter esse conteúdo de maneira literal, ou seja, a sua aprendizagem será mecanizada, porque ele só conseguirá reproduzir esse conteúdo de maneira idêntica à aquela que lhe foi exposta. Diante disso não existiu um entendimento da estrutura da informação que lhe foi apresentada e o aluno não conseguirá transferir o aprendizado da estrutura dessa informação apresentada para a solução de problemas equivalentes em outros casos ou contextos.

O autor citado acima relata que:

> Quando o aprendiz tem pela frente um novo corpo de informações e consegue fazer conexões entre esse material que lhe é apresentado e o seu conhecimento prévio em assuntos correlatos, ele estará construindo significados pessoais para essa informação, transformando-a em

> conhecimentos, em significados sobre o conteúdo apresentado. Essa construção de significados não é uma apreensão literal da informação, mas é uma percepção substantiva do material apresentado, e desse modo se configura como uma aprendizagem significativa (Tavares, 2004, p.94).

Conforme o que foi exposto acima, na aprendizagem significativa o estudante deixará de lado a aprendizagem mecanizada que podemos chamá-la de literal. Logo, o estudante utilizará uma percepção substancial e será nessa percepção que o aluno vai internaliza-la como uma aprendizagem significativa.

Moreira e Masini (2006) relatam que os significados são pontos principais para a atribuição de outros significados, constituindo-se em pontos elementares de ancoragem dos quais criam-se a estrutura cognitiva.

David Ausubel explica que a aprendizagem significativa é:

> É o processo pelo qual um novo conhecimento se relaciona de maneira não arbitrária e não literal à estrutura cognitiva do estudante, de modo que o conhecimento prévio do educando interage, de forma significativa, com o novo conhecimento que lhe é apresentado, provocando mudanças em sua estrutura cognitiva. (AUSUBEL, 1973).

Segundo Ausubel (1973, p. 25), subsunçor é uma estrutura própria na qual uma nova informação pode se integrar ao cérebro humano, que é extremamente ordenado e detentor de uma hierarquia conceitual, que armazena vivências prévias do aluno. “Em Física, por exemplo, se os conceitos de unidades de medida já existirem na estrutura cognitiva do estudante, esses conceitos servirão de subsunçores para novas informações referentes aos conceitos de velocidade e aceleração”.

## 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Reste capítulo trataremos sobre o uso dos computadores e simuladores no ensino de Física a partir de uma pesquisa bibliográfica em artigos de revistas e trabalhos científicos que tratam especificamente do tema.

Conforme Macêdo, Dickman e Andrade (2012), verificou-se que houve uma melhora sensível na aprendizagem dos alunos referente ao uso do simulador. Tanto no primeiro momento quanto no segundo momento quando responderam ao questionário que foi proposto, observou-se que eles se mostraram muito mais motivados e interessados.

Para Heckler, Fátima e Souza (2007), os materiais que foram desenvolvidos em seu trabalho**,** referente aos conteúdos de óptica apresentaram-se de uma forma mais atraente e ilustrativa comparado aos exercícios propostos ou as descrições de fenômenos efetuadas na maioria das aulas tradicionais, assegurando assim o maior envolvimento dos discentes nas aulas de física. Outro ponto importante é que o uso de animações e simulações permite uma abordagem de um número bastante significativo de fenômenos em um curto intervalo de tempo. Tal vantagem pode ter influência na constatação, através da pesquisa dos referidos autores, que a ferramenta utilizada despertou um maior interesse pelas aulas de Física, atingindo um índice de mais de 90% de alunos interessados pelo tema. Portanto, os alunos, despertaram interesse pelas aulas a partir do recurso que foi utilizado através de um CD-ROM.

Conforme Antunes, Gomes e Silva (2012), das diversas possibilidades de uso da informática no ensino de Física utilizam-se as simulações computacionais, por se admitir que estas verificam a interação dos estudantes com o processo de construção e análise do conhecimento científico, fazendo com que compreendam melhor os modelos físicos. A tarefa primordial do professor como educador é de facilitar a aprendizagem, e para esse fim poderá empregar vários recursos, entre eles as simulações. O professor deve conhecer as possibilidades e limitações das animações que propõe, no intuito de promover atividades que proporcionem uma melhor aprendizagem e que faça sentido para os alunos. Por fim, os autores citados anteriormente verificaram que a aplicação das atividades utilizando simuladores mostrou-se bastante eficaz no que tange ensinar conteúdos de física

de uma maneira agradável, fazendo com que os alunos possam se envolver no aprendizado e concomitantemente, provocando uma mudança conceitual nos alunos.

Segundo Augusto, Estevão e Gonçalves (2015), verificou-se que ao abordar o tema espectroscopia percebeu-se que os alunos despertaram interesse e interação com o professor durante a atividade que foi realizada para aprofundar o conceito de meia-vida e discutir a natureza aleatória dos decaimentos dos núcleos, foi utilizado o simulador "Jogo da Datação Radioativa. Sobre a utilização dos simuladores os autores destacam que:

> A utilização do simulador "Jogo da Datação Radioativa" contribuiu para que os estudantes visualizassem, de maneira relativamente simples e efetiva, como ocorre o processo de decaimento radioativo e que a meia-vida é o tempo para que metade de uma amostra radioativa decaia do átomo pai para o átomo filho. Além disso, o fato deste simulador apresentar o gráfico do decaimento radioativo nas abas "Medidas" e "Jogo da Datação" permitiu fazer uma relação direta com a função matemática do modelo de decaimento. (AUGUSTO; ESTEVÃO; GONÇALVES, 2012, p.928).

Conforme análise do trabalho citado acima os estudantes dessas turmas, de forma geral, bem como o docente responsável pela disciplina de física, relataram que o uso dos simuladores possibilitou aos estudantes uma melhor visualização do fenômeno e incentivou os alunos a se interessarem pelo tema exposto levando-os a fazerem mais perguntas sobre o conteúdo abordado e, assim, fazendo com que houvesse mais interação com o docente. Eles relataram que seria interessante utilizar os simuladores em outras disciplinas. Ao fazer uso dos recursos computacionais na apresentação e discussão de temas consegue-se promover vários momentos de interação.

Para Canzian, (2015, p.986), "A simulação permite que o usuário controle alguns parâmetros do sistema (altura de lançamento, raio e massa da esfera e intervalo de amostragem de dados), apresentando gráficos e tabelas de suas variáveis cinemáticas e dinâmicas (posição, velocidade, aceleração e energia em suas diversas manifestações). As tabelas geradas pela simulação contêm uma grande quantidade de dados que podem ser analisados e combinados de várias maneiras, possibilitando a compreensão do fenômeno a partir de diferentes perspectivas, eventualmente auxiliando na incorporação, por parte do aluno, do significado das grandezas físicas exploradas". Neste trabalho foi analisado em

profundidade o *looping*, um clássico aparato encontrado em muitos laboratórios didáticos e de demonstrações de fenômenos físicos. Foi demonstrado como obter as equações da trajetória da esfera no *looping* utilizando o formalismo *lagrangiano*, que as minorias dos licenciados em física não tiveram a oportunidade de dominar. Após obter as equações, foi implementada uma simulação computacional do sistema visando sua utilização como uma estratégia para o ensino de física no Ensino Médio ou nas fases iniciais da graduação em Física.

Analisando os trabalhos que foram elencados neste capítulo, é possível verificar que o uso do computador por meio das simulações vem sendo amplamente defendido como uma contribuição satisfatória para o processo de ensino e aprendizagem. Contudo, na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é previsto utilizar as tecnologias com o objetivo de que os alunos a utilizem de maneira crítica e consciente ao longo de toda Educação Básica. Vale lembrar que através desta revisão encontramos muitas justificativas e motivações para o seu uso nas escolas, tendo em vista que está havendo na atualidade uma modernização da prática educativa em sala de aula com o uso da tecnologia mais precisamente com as ferramentas de animações e simulações. Além disso, elas aproximam os conteúdos escolares da realidade cotidiana vivida pelo discente, que se encontra imersa nas ferramentas tecnológicas. Nesta pesquisa de revisão bibliográfica sobre o uso de simuladores no ensino de física não foi encontrada a proposta de utilização deste recurso como verificação da aprendizagem. Então, a proposta apresentada neste trabalho pode ser considerada, em parte uma inovação metodológica.

# 4. CONTEÚDO ABORDADO NA PESQUISA

Neste Capítulo trataremos dos tópicos: Corrente elétrica, circuito elétrico, resistência elétrica, Lei de Ohm, potência elétrica, associação em série e associação em paralelo dentro do conteúdo de Física, abordados pelo simulador PhET (kit de construção de Circuitos elétricos AC +DC).

## 4.1 CORRENTE ELÉTRICA E CIRCUITO ELÉTRICO

Podemos entender que a corrente elétrica é um movimento ordenado de cargas elétricas que ocorre ao longo de um percurso que forma um circuito fechado, esse denomina-se circuito elétrico.

De acordo com a análise feita no livro Física III Eletromagnetismo (Young e Freedam). Um circuito elétrico é:

> Basicamente um caminho para transferir energia de um local para outro. À medida que as partículas carregadas fluem através do circuito, a energia potencial elétrica é transferida de uma fonte (tal como uma bateria ou gerador) até um dispositivo no qual essa energia é armazenada ou então convertida em outras formas de energia: em som de um sistema estéreo, em calor de uma torradeira ou em luz de uma lâmpada. Do ponto de vista tecnológico, os circuitos elétricos são uteis porque permitem que a energia seja transportada sem partes móveis (além do movimento das próprias partículas carregadas). Os circuitos elétricos desempenham um papel crucial em lanternas, aparelhos de CD, computadores, sistemas de transmissão e recepção de rádio e TV. Os sistemas nervosos dos animais e do homem são circuitos elétricos especiais que transmitem sinais vitais de uma parte do corpo a outra. (YOUNG, HUGH D., FREEDMAN, ROGER A, p.135, 2009).

Da mesma maneira que uma corrente de água é um fluxo de moléculas de água, uma corrente elétrica é, portanto, um fluxo ordenado de carga elétrica. Nos circuitos formados por fios de metal são os elétrons livres que criam ou formam a corrente elétrica no mesmo. Isso ocorre porque os elétrons que estão contidos em cada átomo do metal ficam livres para se moverem através da rede cristalina de átomos. Os portadores de cargas são conhecidos como elétrons de condução. Enquanto os elétrons conseguem se locomover, os prótons não se movimentam, porque estão fortemente ligados aos núcleos dos átomos. Outro ponto que pode ser

destacado é que em fluidos condutores, como a água usada nas baterias de veículos, são os íons positivos, assim como os elétrons que organizam o fluxo de carga elétrica.

## 4.2 A DIREÇÃO E O SENTINDO DO FLUXO DA CORRENTE

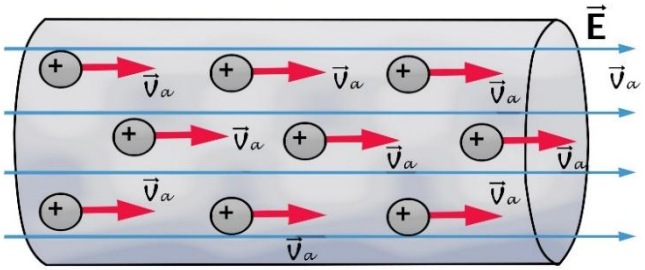
Para Young, Hugh D., Freedman, Roger A. (2009) o arraste das cargas elétricas que são transferidas de um condutor pode ser analisada com as entidades trabalho e energia à medida que o campo elétrico realiza um trabalho sobre as cargas que se deslocam. Porém, a energia cinética total é transferida para o material do condutor através das colisões com os íons que oscilam em torno de suas posições de equilíbrio na rede cristalina do material condutor. Quando essa energia é transferida ela produz um aumento da energia de vibração média dos íons e, por consequência, ocorre um aumento na temperatura do material.

Os autores citados acima relatam que:

> Em diferentes materiais que conduzem uma corrente elétrica, as cargas das partículas que se movem podem ser positivas ou negativas. Nos metais, as cargas que se movem são sempre elétrons (negativos), enquanto em um gás ionizado (plasma) ou em uma solução iônica as partículas incluem elétrons e íons positivos. Em um material semicondutor, tal como o germânio ou silício, a condução pode ocorrer pelo movimento de elétrons ou pelo movimento de vacância, mais conhecidas como buracos, que são locais da rede onde não existem elétrons e que funcionam como se fossem cargas positivas. (YOUNG, HUGH D., FREEDMAN, ROGER A., p. 136, 2009).

Na figura 1, representamos a corrente elétrica pelo movimento de cargas positivas. Vale ressaltar que nos fios de cobre o movimento é sempre das cargas negativas. O sentido do movimento das cargas representado na figura é chamado de sentido convencional da corrente elétrica, ele coincide com o sentido de orientação das linhas de campo elétrico.

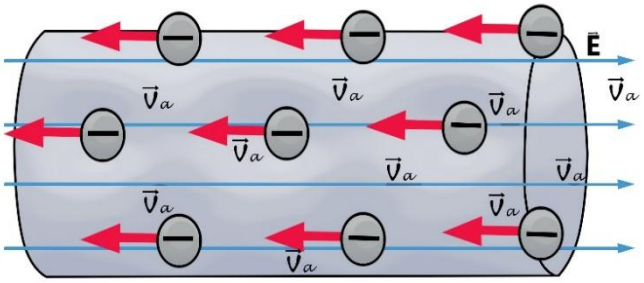
Figura 1 – Corrente convencional




Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Na figura 2, as cargas possuem sinais negativos e se movimentam no sentido contrário ao sentido de orientação das linhas de campo elétrico. Este é o sentido real da corrente elétrica.

Figura 2 – Em um condutor metálico as cargas são elétrons.




Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

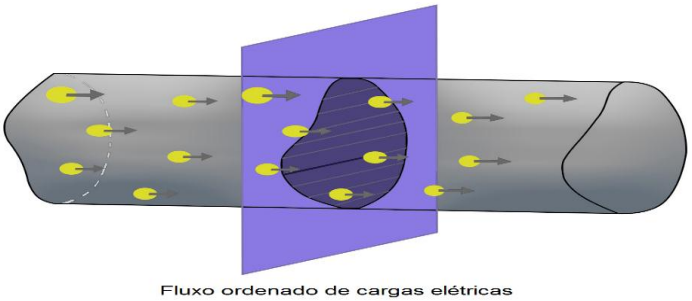
Conforme Young, Hugh D., Freedman, Roger A. (2009) em ambos os casos citados anteriormente a corrente é considerada no sentido da esquerda para direita. Essa convenção, referente ao fluxo das cargas elétricas chama-se corrente convencional. Apesar de o sentindo da corrente convencional não ser o mesmo do sentindo real referente ao movimento das cargas, constataremos que o sinal das cargas que se movimentam é desprezível para o estudo dos circuitos elétricos.

De acordo com Young, Hugh D., Friedman, Roger A. (2009), definimos a corrente, denominada pela letra I, como sendo o movimento referente as cargas

positivas. Define-se a corrente por meio da área da seção transversal reta como sendo igual ao fluxo resultante das cargas elétricas através da área por unidade de tempo. Portanto, se uma carga resultante $dQ$ flui através de uma determinada área em um certo intervalo de tempo $dt$, que pode ser verificada na figura 3 logo abaixo e a intensidade de corrente elétrica I que passa por ela é dada por:

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

Figura 3 – Fluxo ordenado de cargas elétricas.




Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

A unidade de corrente no sistema internacional foi designada Ampère em homenagem a André Marie Ampère físico e matemático que contribuiu bastante no estudo do eletromagnetismo. Um ampère é equivalente a um coulomb por segundo, ou seja, $1A = 1C/S$. Vale salientar, que as correntes podem ser verificadas através de seus submúltiplos que são:

Tabela I

| **Nome** | **Símbolo** | **Valor em A** |
|---|---|---|
| Ampère | $A$ | $1$ |
| Deciampère | $dA$ | $10^{-1}$ |
| Centiampère | $cA$ | $10^{-2}$ |
| Miliampère | $mA$ | $10^{-3}$ |
| Microampère | $\mu A$ | $10^{-6}$ |

| | | |
|---|---|---|
| Nanoampère | $nA$ | $10^{-9}$ |
| Picoampère | $pA$ | $10^{-12}$ |

**Fonte:** Elaborada pelo autor (2019).

## 4.3 RESISTÊNCIA ELÉTRICA

Segundo Hewitt (2011), uma bateria/gerador é a causa em principio e a fonte de tensão em um circuito elétrico. A quantidade de corrente não dependerá apenas da tensão (voltagem), porém igualmente da resistência elétrica que o condutor oferece ao fluxo de carga elétrica. Podemos fazer uma analogia com o fluxo de água que escoa em um determinado cano, que depende não apenas da diferença de pressão entre as pontas (extremidade) do cano, entretanto, também da resistência que o próprio cano oferece.

De acordo com o autor Hewitt (2011) podemos verificar que:

> Um cano curto oferece menos resistência ao fluxo de água do que um tubo comprido, e quanto mais largo for o cano, menor será sua resistência. Isso funciona da mesma forma com a resistência dos fios pelos quais flui uma corrente. A resistência de um fio depende da sua espessura, do seu comprimento e de sua condutividade especifica. Fios grossos tem uma resistência menor do que fios finos. Fios compridos tem resistência maior do que fios curtos. Fios de cobre tem resistência menor do que fios de aço de mesmo tamanho. A resistência elétrica também depende da temperatura. Quanto maior a agitação dos átomos dentro de um condutor, maior a resistência que ele oferece ao fluxo de carga. Para a maioria dos condutores, um aumento de temperatura significa um aumento de resistência. ( PAUL, 2011, p.411).

Conforme Hewitt (2011) a resistência elétrica é mensurada em unidades que podemos chamá-la de ohms. É representada pela letra grega ômega $\Omega$, sendo utilizada como símbolo para o ohm. A referida unidade é em homenagem a Georg Simon Ohm, um físico alemão que no ano de 1826, descobriu uma relação bastante importante entre voltagem, corrente, resistência.

## 4.4 A LEI DE OHM

De acordo Hewitt (2011) a relação entre voltagem, corrente, resistência é condensada no enunciado chamado lei de ohm. Ohm verificou que a corrente em um circuito é diretamente proporcional a voltagem estabelecida através do circuito e inversamente proporcional a resistência do mesmo. Podemos verificar, essa relação na expressão:

$$Corrente = \frac{Voltagem}{Resistência}$$

Ou ainda relacionando as unidades,

$$Amperes = \frac{Volts}{Ohms}$$

Logo, para um determinado circuito onde a resistência é constante, a corrente e a voltagem serão proporcionais entre si. Portanto, significa que quando a corrente for duas vezes maior a voltagem também será duas vezes maior. Por fim quanto maior a resistência, menor será a corrente para uma situação em que a tensão se mantenha constante. De acordo com a 1º Lei de Ohm, ao aplicarmos uma diferença de potencial de $1V$ em um circuito que possui uma resistência de $1\Omega$, teremos uma corrente de $1A$. Por consequência , se aplicarmos $12\,V$ ao mesmo circuito, a corrente que será produzida irá ser de $12A$. A nível de complemento verifica-se, que no interior de dispositivos elétricos tais como notebooks e receptores de televisão, a corrente é verificada ou controlada por elementos de circuitos que chamamos de resistores, que podem ser de alguns ou milhões de ohms.

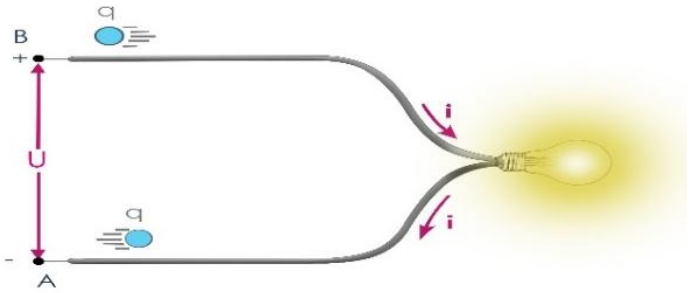
## 4.5 POTÊNCIA ELÉTRICA

Segundo Hewitt (2011) quando uma carga se move através de um circuito gasta energia, a não ser que o meio seja um supercondutor problema esse que não vai ser estudado nesse capítulo. Podendo resultar no aquecimento do circuito ou mais precisamente poderemos chamar de efeito Joule em homenagem ao físico inglês, James Prescott Joule. A variação com a qual a energia elétrica é

transformada em outra forma de energia, assim como energia mecânica, calor ou luz, é chamada de potência elétrica:

> "Para entender o conceito de potência elétrica, considere uma lâmpada ligada a um gerador, submetendo-se a uma diferença de potencial $U$, podemos considera-la como constante, e sendo percorrida por uma corrente elétrica de intensidade $I$". (JOSÉ, VILAS E HELOU, 2012, p.122).

Figura 4 - Lâmpada sendo percorrida por uma diferença de potencial e corrente elétrica.




Fonte: (JOSÉ, VILAS E HELOU, 2012, p.122).

Segundo os autores, em um determinado intervalo de tempo $\Delta t$, a lâmpada recebe uma quantidade de energia interna, semelhante à energia potencial elétrica perdida por uma carga $q$ que passou por ela. A potência adquirida pela lâmpada é dada pela seguinte expressão matemática:

$$Potência = \frac{Energia}{Tempo} \rightarrow P = \frac{E}{\Delta t}$$

No sistema internacional de unidades a energia é dada em Joules e o intervalo de tempo, em segundos. Portanto, a potência resulta em $\frac{J}{s}$, que pode ser denominada de Watt (W).

$$1W = 1J/s$$

## 4.6 RELAÇÃO ENTRE POTÊNCIA, DIFERENÇA DE POTENCIAL E INTENSIDADE DE CORRENTE

Analise a figura 4 novamente e veja que a energia $E$ recebida pela lâmpada em um determinado intervalo de tempo $\Delta t$ é a subtração entre a energia potencial elétrica que a carga $q$ tem em A ($E_{PA}$) a que ela tem em B ($E_{PB}$):

$$Etotal = E_{PA-}E_{PB} \tag{1}$$

Temos que, $E_P = q.v$, onde esse $v$ representa o potencial elétrico

$$E = q.v_A - q.v_B \tag{2}$$

Colocando o $q$ em evidência temos,

$$E = q(v_A - v_B) \tag{3}$$

Sabe-se que a diferença de potencial entre os pontos A e B podem ser representados da seguinte maneira $U = v_A - v_B$, logo:

$$E = q.U \tag{4}$$

Fazendo uma retrospectiva verifica-se que a potência é dada pela seguinte expressão:

$$P = \frac{E}{\Delta t} \tag{5}$$

E a intensidade de corrente elétrica resulta na expressão matemática seguinte:

$$I = \frac{q}{\Delta t} \tag{6}$$

Isolando a $E$ na expressão (5), obtemos:

$$E = P.\Delta t \tag{7}$$

Por outro lado isolando a $q$ na expressão (6), temos:

$$q = I.\Delta t \tag{8}$$

Portanto, inserindo as expressões (7) e (8) na expressão (4), concluímos:

$$P = U.I \tag{9}$$

A expressão (9) é a que relaciona Potência $(P)$, Tensão $(U)$ e Corrente Elétrica$(I)$.

## 4.7 POTÊNCIA DISSIPADA EM UM RESISTOR: DERIVAÇÕES DE OUTRAS EXPRESSÕES MATEMÁTICAS PARA A POTÊNCIA.

Conforme foi apresentada na expressão (9) a potência dissipada em um resistor como em um filamento de uma lâmpada pode ser calculada pela seguinte expressão:

$$P = U.I \tag{10}$$

Porém, quando utilizamos a primeira lei de ohm nessa equação, obtemos:

$$U = R.I \tag{11}$$

Substituindo a equação (11) na (10), teremos:

$$P = R.I^2 \tag{12}$$

Esta expressão é útil quando se trata da potência dissipada para lâmpadas associadas em série.

Por fim, isolando o I na expressão (11) e em seguida substituindo na (10), temos:

$$P = \frac{U^2}{R} \tag{13}$$

Esta expressão é útil quando se trata da potência dissipada para lâmpadas associadas em paralelo.

## 4.8 CIRCUITOS ELÉTRICOS

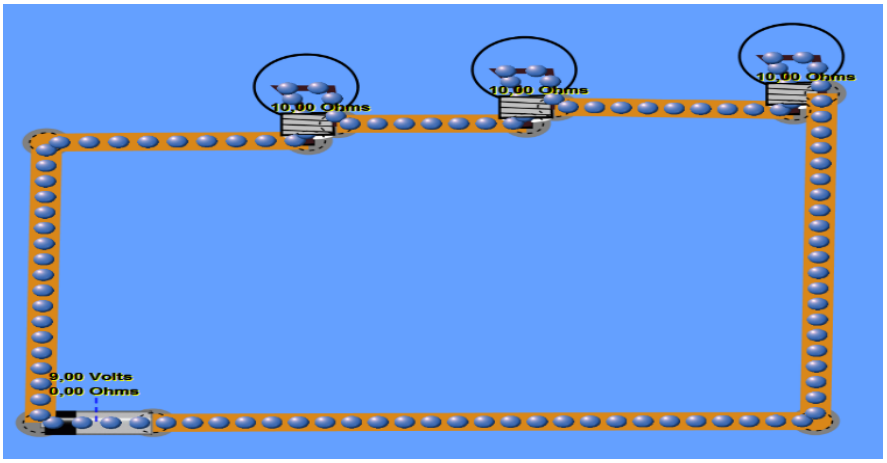
Para Hewitt (2011) quando temos um caminho por onde a corrente possa fluir chamamos este de circuito elétrico. Podemos citar um exemplo bastante conhecido que serve para abrir ou fechar um circuito podendo permitir ou cancelar o **fluxo de corrente elétrica.** O disjuntor é um exemplo bastante simplório, que serve para ligar e desligar um determinado circuito elétrico servindo como um dispositivo do circuito. Grande parte dos circuitos elétricos possuem mais de um dispositivo que recebe energia elétrica. Estes podem ser ligados em série ou em paralelo. Quando são conectados em série, eles criam um único caminho para o fluxo ordenado de elétrons entre os terminais do gerador. Por outro lado, quando são conectados em paralelo, eles criam um ramo, cada um dos quais formam um caminho de separação para o fluxo ordenado de elétrons. Verifica-se que tanto a associação em série quanto a associação em paralelo possui características próprias, que podem ser diferenciadas.

## 4.9 ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE

Verifica-se na figura 5 (próxima página) abaixo um circuito de uma associação em série. Todas as lâmpadas, que são os dispositivos que devem ser analisados formam um único caminho por onde os elétrons devem fluir em um

movimento ordenado, submetidos a uma diferença de potencial. Decorre que a corrente que passa por todo o circuito é igual em todas as lâmpadas. E, como as resistências são iguais às diferenças de potencial (ddp) em cada lâmpada também serão iguais. As 3 lâmpadas estão associadas em série com a bateria. Quanto maior é a corrente em uma lâmpada, mais intenso será o brilho da mesma. Outro ponto bastante importante é que os elétrons não se concentram em nenhuma lâmpada e sim fluem através de cada uma delas. Portanto, os elétrons percorrem todo circuito, com a mesma quantidade de corrente elétrica, igual a que passa pelo gerador.

Figura 5 - Circuito em Série.




Fonte**:** Elaborada pelo autor, com o auxilio do PhET (2019)

O circuito apresentado na figura 5 possui as seguintes características de uma associação em série. Abaixo citaremos essas características de acordo com o livro Física Conceitual do autor Paul G. Hewitt que expõe o seguinte:

“A corrente elétrica dispõe de um único caminho através do circuito. Isso significa que a mesma corrente percorre cada um dos dispositivos elétricos do circuito”.

> 1. Essa corrente enfrenta a resistência do primeiro dispositivo, a resistência do segundo e a do terceiro dispositivo, de modo que a resistência total do circuito à corrente é a soma das resistências individuais que existem ao longo do circuito.

> 2. A corrente no circuito é numericamente igual a voltagem fornecida pela fonte dividida pela resistência total do circuito. Isso está de conforme a lei de Ohm.
>
> 3. A voltagem suprida pela fonte é igual à soma das “quedas de voltagem” individuais em todos os dispositivos. Isso é consistente com o fato de a energia total fornecida ao circuito ser igual à soma das energias fornecidas a cada dispositivo.
>
> 4. A queda de voltagem em cada dispositivo é proporcional à sua resistência- a lei de Ohm se aplica separadamente à cada um deles. Isso segue do fato de mais energia ser dissipada quando uma corrente atravessa uma grande resistência do que quando passa por uma pequena resistência. (HEWITT, 2011, p.419).

Portanto, é de fácil verificação qual a grande desvantagem de utilizar um circuito associado em série. Se considerarmos na figura 5, que umas das lâmpadas falhará, a corrente deixará de existir no circuito por completo, visto que deixará de existir o fluxo ordenado de elétrons por todo o circuito. Podemos utilizar como exemplo as luzes natalinas que são ligadas em série, por isso quando uma queima as demais deixam de funcionar também.

## 4.10 ASSOCIAÇÃO EM PARALELO

Verifica-se na figura 6 um circuito associado em paralelo. As três lâmpadas estão associadas em paralelo submetidas à mesma diferença de potencial. O dispositivo que no caso é o gerador que se encontra conectado as lâmpadas também está em paralelo. Conforme Hewitt (2011): “O caminho para a corrente fluir de um terminal da bateria ao outro estará completo se apenas uma das lâmpadas estiver ligada”. Percebe-se que uma interrupção em um desses percursos não impede o fluxo de carga através dos outros percursos”.

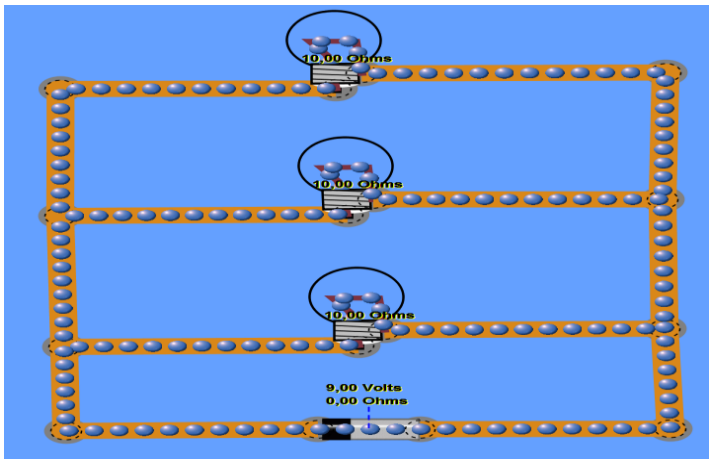
O circuito apresentado na figura 6 possui as seguintes características de uma associação em paralelo. Abaixo citaremos essas características de acordo com o livro Física Conceitual do autor Paul G. Hewitt que expõe o seguinte:

“Cada dispositivo conecta-se pela mesma diferença de potencial. A voltagem é a mesma através de cada dispositivo”.

> 1. A corrente total no circuito se divide entre os vários ramos paralelos. A lei de Ohm se aplica separadamente à cada ramo.
>
> 2. A corrente total do circuito é igual à soma das correntes em seus ramos paralelos. Esta soma é igual à corrente na bateria ou em outras fontes de voltagem.
>
> 3. Quando o número de ramos paralelos aumenta, a resistência total do circuito diminui. A resistência total diminui a cada caminho adicionado entre dois pontos quaisquer do circuito. Isso significa que a resistência total do circuito é menor do que a resistência de qualquer um de seus ramos. (Hewitt, 2011, p.421).

Portanto, é de fácil percepção qual a vantagem de utilizar um circuito associado em paralelo. Se considerarmos na figura 6, que umas das lâmpadas falhará, por exemplo a primeira lâmpada de cima para baixo a corrente elétrica não deixará de fluir nas demais lâmpadas. Conforme a Lei de Ohm, a corrente em cada ramo é equivalente a $\frac{V}{R}$ , e como esses dois parâmetros não foram afetados nos demais ramos, as correntes elétricas que passam por eles não sofrem alterações, porém a corrente total do circuito muda. Essa a razão de utilizarmos esse tipo de associação em nossas casas e demais estabelecimentos.

Figura 6 – Circuito em Paralelo,




Fonte: Elaborada pelo autor, com o auxilio do simulador PhET (2019).

## 4.11 RELAÇÃO ENTRE POTÊNCIA E BRILHO DAS LÂMPADAS

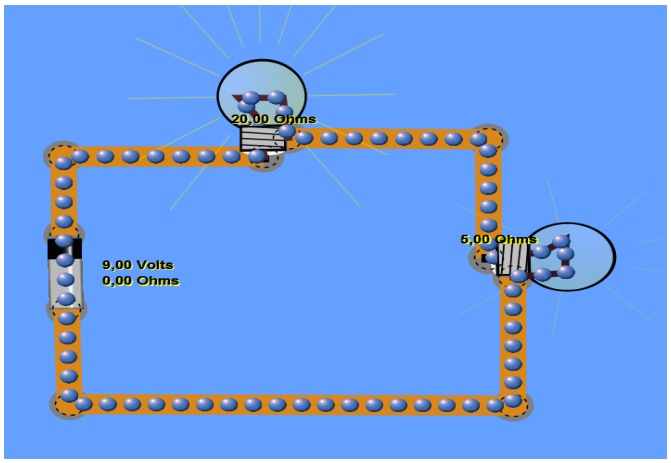
Lâmpadas Associadas em Série.

De acordo com a figura 7 (próxima página), temos um circuito elétrico com duas lâmpadas associadas em série. Uma com resistência igual a 20Ω, outra com resistência de 5Ω e uma bateria de 9 V**.**

A corrente elétrica que sairá da bateria será a mesma que vai passar pelas duas lâmpadas e por todo o circuito elétrico. Podemos fazer a seguinte pergunta: qual das duas lâmpadas brilhará mais? Isso vai depender de dois parâmetros que são a resistência elétrica e a potência dissipada. Para analisarmos essa situação utilizaremos a seguinte expressão:

$$P = R.I^2$$

Figura 7 - Brilho das Lâmpadas em uma Associação em Série.




Fonte: Elaborada pelo autor, com o auxílio do simulador PhET (2019).

Nesse circuito elétrico a corrente elétrica não vai ser o fator que determinará qual lâmpada brilhará mais, pois ela é a mesma nas duas lâmpadas. Portanto, o parâmetro que será utilizado para essa análise será a potência dissipada que, por sua vez, é função da resistência elétrica. Verifica-se que a resistência e a potência dissipada são diretamente proporcionais, ou seja, quando uma aumenta a outra tende a aumentar e o contrário também é válido. Inferimos então que quanto maior a resistência da lâmpada maior a potência e por consequência maior a intensidade do brilho da lâmpada.

## 4.12 LÂMPADAS ASSOCIADAS EM PARALELO

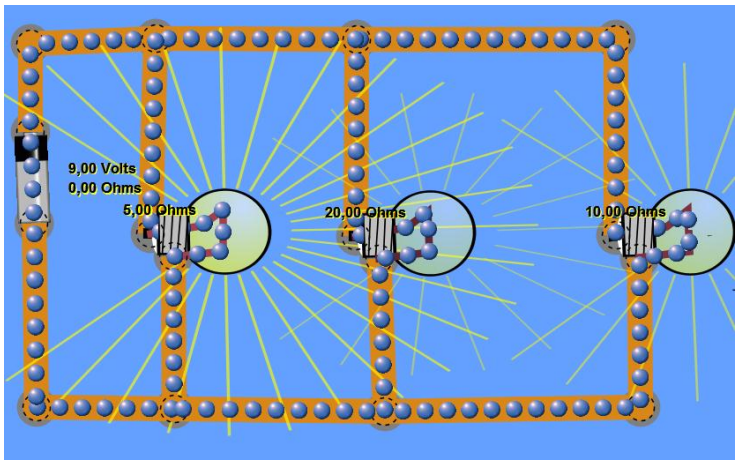
Conforme a figura 8 temos um circuito elétrico com três lâmpadas associadas em paralelo uma com resistência igual a 5Ω, a outra com resistência de 20Ω e a última com resistência de10 Ω associadas, cada uma a uma bateria de 9 V**.**

No caso de uma associação em paralelo a tensão é a mesma para todos os dispositivos associados, ou seja, a tensão não vai definir qual das lâmpadas brilhará mais. Para fazermos uma comparação entre as lâmpadas analisando qual delas ficará com brilho mais intenso utilizamos a seguinte expressão:

$$P = \frac{U^2}{R}$$

Da expressão acima, verifica-se que a resistência e potência dissipada serão inversamente proporcionais: quando a resistência diminuir a potência dissipada aumentará fazendo com que o brilho da lâmpada seja mais intenso. Portanto, a resistência de menor valor que nesse caso é $5{,}0\Omega$, e terá uma intensidade (brilho) maior do que as demais.

Figura 8 - Brilho das Lâmpadas em uma associação em Paralelo.



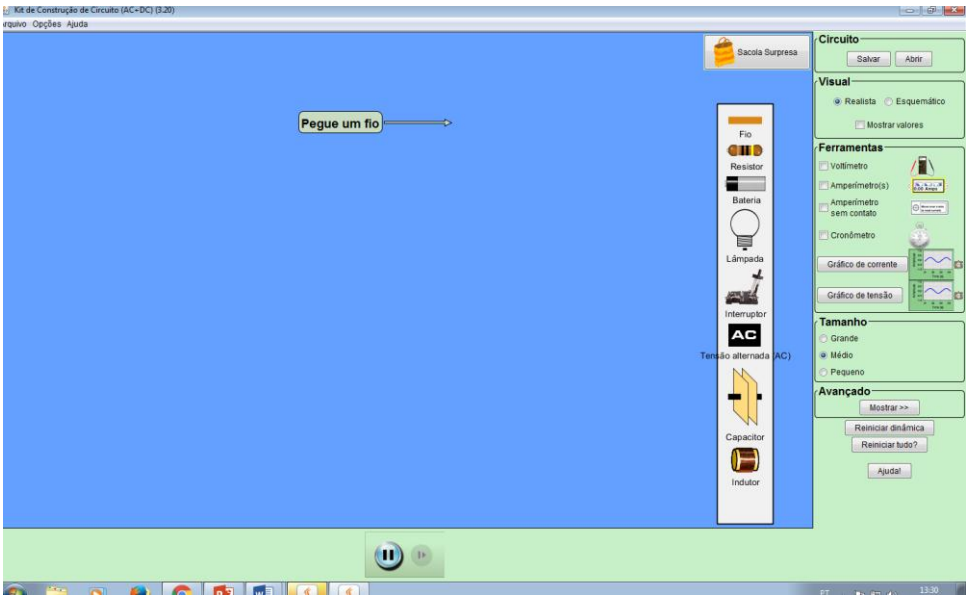

Fonte: Elaborada pelo autor, com o auxílio do simulador PhET (2019).

# 5. PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DO SIMULADOR PhET (*Interactive Simulations*) EM SALA DE AULA

## 5.1 BREVE RESUMO SOBRE O PhET

Fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder cria simulações interativas gratuitas de Física, química, matemática, ciências da terra e biologia. Essas simulações são todas baseadas em pesquisas. As simulações são escritas em Java, Flash ou HTML5, e podem ser executadas on-line ou copiadas para seu computador. Nas simulações que utilizamos nas atividades propostas foram todas escritas em Java e o computador precisava ter instalado o Java para poder executar a simulação. Todas as simulações são gratuitas para todos os estudantes e professores. O PhET utiliza os seguintes princípios de design: incentivar a investigação cientifica, fornecer a interatividade, tornar visível o invisível, mostrar modelos mentais visuais e criar uma simulação que possa ser flexivelmente usada em muitas situações educacionais. Logo abaixo segue uma imagem da plataforma do Phet que utilizamos para as montagens das simulações que foram propostas durante a execução das atividades propostas.

Figura 9 - Plataforma do PhET que foi utilizada durante as montagens das simulações




Fonte: Elaborada pelo autor, com o auxílio do simulador PhET (2019).

Para que a atividade de verificação da aprendizagem tivesse uma base sólida, antes da aplicação com os alunos das turmas pretendidas, foi realizado um pré-teste com alguns discentes da licenciatura em física de diversos períodos diferentes para verificar como eles se saiam nesse pré-teste, e com isso tentar sanar as lacunas que poderiam aparecer durante a aplicação da atividade nas turmas em que seriam feitas a aplicação definitiva. Antes mesmo de serem executadas as atividades propostas neste trabalho, elaboramos um questionário com 6 perguntas para saber quais os conhecimentos prévios que esses alunos tinham sobre o conteúdo que iria ser abordado nas atividades posteriores. Utilizamos o *google* formulários (*Google Forms*) para elaborar essas perguntas e a análise das respostas foram feitas através de tabelas elaboradas com o auxilio do word. Uma semana antes da aplicação da atividade disponibilizamos as questões para os alunos responderem as mesmas. Alguns resultados podem ser verificados na **atividade diagnostica** no tópico 5. Nos dias 19 e 25 de setembro de 2019 foi aplicada a atividade de verificação da aprendizagem, referente a avaliação de verificação de aprendizagem com o uso do simulador PhET com o tema "**Associação de lâmpadas"** nas turmas do curso técnico de nível médio em informática na forma integrada no IFRN Campus Santa Cruz, responderam aos questionários aproximadamente 70 alunos. Antes de iniciar a execução da atividade revisamos com os alunos alguns tópicos relacionados ao tema da simulação. Foram abordados na sala de aula os seguintes temas: corrente elétrica, circuito elétrico simples, lei de Ohm, potência nominal e potência dissipada. No primeiro momento relembramos aos alunos o significado da entidade física corrente elétrica e falamos sobre o sentido da corrente elétrica. No segundo momento exemplificamos mostrando um desenho esquemático de um circuito elétrico simples e através dele mostramos alguns dispositivos que aparecem em um circuito elétrico tais como gerador e resistores. No terceiro momento relembramos aos alunos a expressão da lei de Ohm relacionando a tensão com a corrente elétrica onde as mesmas são diretamente proporcionais. Em seguida falamos sobre a potência nominal de uma lâmpada, lembrando para eles que a potência nominal já vem especificada na própria lâmpada. Na sequência, falamos sobre a potência dissipada, e que ela seria o ponto principal para a análise dos brilhos das lâmpadas nas atividades que eles

iriam responder. Relembramos para eles, quais seriam as expressões que deveriam analisar para entender as perguntas que iriam encontrar na atividade proposta, pois para cada tipo de associação eles teriam que analisar o que se pedia com equações diferentes e essas foram expostas no quadro durante a revisão do conteúdo. Os alunos já tinham estudado o conteúdo de circuitos elétricos na disciplina técnica de eletricidade, mas supôs-se que, devido ao tempo passado desde as aulas sobre esse assunto e levando em consideração que não se sabia exatamente como tal conteúdo fora trabalhado em uma disciplina técnica, seria importante esse breve momento de revisão. Portanto, a revisão serviu para dar um suporte à mais nas respostas que os alunos precisavam responder referente aos questionários que se encontram anexados nas atividades propostas.

Durante a aplicação da atividade verificamos que boa parte dos alunos respondia à atividade sem necessitar da intervenção do professor, em outros momentos uns não liam direito a questão ou não entendiam o que estava pedindo, nesse momento chamavam o professor para tirar dúvidas sobre aquela pergunta. Analisando os alunos durante a montagem dos circuitos elétricos e nas perguntas que se pedia nas atividades, percebemos que os alunos se envolveram bastante durante a execução da atividade. Notamos a motivação que os mesmos tinham durante a execução da atividade e, no que tange as respostas, a grande maioria respondeu às questões de maneira coerente com o que se esperava.

# 6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

## 6.1 ATIVIDADE DIAGNÓSTICA

Nessa atividade buscamos trazer perguntas bem simples do ponto de vista físico e através delas verificar quais eram os conhecimentos prévios que os alunos tinham sobre o conteúdo de eletrodinâmica que foi proposto antes da aula com o simulador. Logo abaixo expomos as questões e algumas respostas da atividade diagnóstica 1:

**1 – De acordo com seu conhecimento, você consegue explicar o que é corrente elétrica? Se sim, utilize as linhas abaixo para a sua explicação.**

| |
|---|
| Fluxo ordenado de elétrons; |
| Sim, é o fluxo ordenado de elétrons; |
| Corrente elétrica é o movimento de elétrons em um dado sentido; |
| Corrente elétrica é o fluxo ordenado de partículas de carga elétrica; |
| Movimentação ordenada de elétrons; |
| É o fluxo organizado de cargas elétricas; |
| Fluxo de partículas ordenadas; |
| Fluxo orientado de elétrons; |
| Caminho organizado de partículas com cargas elétricas; |
| Sim. É o movimento de cargas elétricas através de um circuito em uma direção específica. |

Analisando as respostas dos alunos verificamos que eles tinham o conhecimento sobre corrente elétrica. A grande maioria destacou que a corrente elétrica é um movimento ordenado de cargas elétricas, porém nem todos os alunos tinham uma boa noção sobre corrente elétrica, mesmo assim a maioria soube responder.

**2 – De acordo com o que você já estudou, cite quais são os elementos que podem compor um circuito elétrico.**

| |
|---|
| Resistor, gerador, fio; |
| Resistores e geradores; |
| Fios, resistores, fontes; |
| Fio, fonte de energia, resisto; |
| Fios, elementos resistores e fornecedores de tensão; |
| Resistores, indutores, capacitores e fonte de tensão; |
| Resistores, capacitores, condutores; |
| Capacitores, resistores; |
| Resistores, capacitores e os geradores; |
| Resistores, capacitores, fonte de tensão. |

De acordo com as respostas verificamos que os alunos sabiam quais eram os elementos que faziam parte de um circuito elétrico simples. As respostas da maioria dos alunos foram satisfatórias.

**3 – Na sua casa existe um dispositivo chamado disjuntor. Você sabe dizer que função ele exerce na rede elétrica de sua residência?**

| |
|---|
| Protege de altas descargas elétricas; |
| Um interruptor automático que protege toda a instalação |
| elétrica de um curto circuito; |
| O disjuntor serve para proteger de curto circuito e sobrecargas elétricas; |
| Sim, abrir a passagem para a corrente; |
| Abrir o circuito, para impedir que a corrente passe, ou fechar o |
| circuito para possibilitar a passagem de corrente; |
| Serve para evitar sobrecargas na rede, desligando-a automaticamente caso necessite; |
| O disjuntor evita acidentes com a rede elétrica, ele desliga automaticamente quando excede seu valor suportado; |
| O disjuntor "abre" e "fecha" o circuito, permitindo que a corrente passe ou não; |
| Podemos desligar e ligar a rede de energia da casa a partir do disjuntor; |

| |
|---|
| Sim. Ele faz todos os comandos elétricos da sua casa com o propósito de proteger a instalação de algo. |

Os alunos relataram nas respostas que o disjuntor era um dispositivo capaz de proteger a instalação elétrica de sobrecargas elétricas ou curtos-circuitos, onde o mesmo tem a função de interromper a passagem de corrente elétrica, se a intensidade da mesma for maior do que o suportado pelo disjuntor. De acordo com as respostas dos alunos a grande maioria foi satisfatória.

**4 – Você saberia dizer quais são as características de uma associação em série de dispositivos elétricos? Se sim, explique.**

| |
|---|
| Sim, a intensidade da corrente é a mesma em todos os resistores; |
| Sim, na associação em série a corrente é a mesma em todos os dispositivos, somente as tensões são diferentes; |
| A corrente é igual para todos, enquanto a tensão é diferente para cada um; |
| A corrente se conserva, a tensão se divide e a resistência é encontrada pela soma de todas as resistências; |
| Tensão diferente, corrente igual; |
| A corrente, que flui através de cada componente, é a mesma, mas a tensão, aos terminais de cada componente pode ser diferente, dependendo da resistência do componente; |
| Eles têm tensão diferente, mas mesma corrente; |
| É que só uma corrente passa por todos os resistores sem alterar o seu valor. E a tensão para cada resistor é diferente; |
| Normalmente nesse tipo de associação a intensidade da corrente é a mesma em todos os dispositivos elétricos. |
| Na associação em série, a corrente é uma só, mas as tensões são distintas |

Ao analisar as respostas verificamos um padrão excelente e percebemos que os alunos já tinham um conhecimento prévio com relação às características de uma associação em série. Portanto, as respostas obtidas foram satisfatórias.

**5 – Você saberia dizer quais são as características de uma associação em paralelo de dispositivos elétricos? Se sim, explique.**

| |
|---|
| Sim, a tensão é a mesma em todos os resistores e a corrente na associação é igual à soma das correntes em cada resistor; |
| Em uma associação em paralelo a tensão é igual em todos os dispositivos, mas a corrente é dívida entre eles e ao somar essa corrente obtemos o valor que seria se tivéssemos apenas um dispositivo; |
| Na associação em paralelo a corrente se divide nos nós; |
| Correntes diferentes, tensões iguais; |
| A corrente é diferente para cada um, enquanto a tensão é a mesma; |
| Correntes diferentes e mesma tensão; |
| Tensão igual, corrente diferente; |
| A tensão U é a mesma em todos os resistores, pois estão ligados aos mesmos terminais; |
| Possuem mesma tensão, porém corrente diferente; |
| A corrente que passa por cada um dos resistores se alteraram, ou seja, cada um possui o seu valor. E a tensão é igual para todos os resistores; |
| Ao contrário da associação em série, as tensões permanecem as mesmas e o que se altera são as correntes. |

De acordo com as análises das respostas verificamos que os alunos responderam satisfatoriamente à questão. A grande maioria relatou que os dispositivos associados em paralelo em um circuito elétrico possuem a mesma tensão e a corrente elétrica diferente em cada trecho do circuito, ou seja, mais uma vez as respostas foram satisfatórias.

**6 – Você sabe qual o tipo de associação que utilizamos na rede elétrica em nossas casas? Se sim, explique.**

| |
|---|
| Paralelo; |
| Paralelo, isso porque é mais fácil de controlar a passagem de |
| corrente, enquanto se fosse em série a corrente seria cortada em toda a residência; |
| Em paralelo, pois a tensão distribuída precisa ser a mesma em todos os aparelhos conectados; |
| Utilizamos a associação em paralelo para que a tensão (aproximadamente 220V) seja distribuída igualmente para todas as tomadas e outros dispositivos elétricos da casa; |

| |
|---|
| Associação em paralelo; |
| Associação em paralelo, pois as tensões não mudam; |
| Paralela, pois a tensão deve ser a mesma em todos os circuitos da instalação; |
| Associação em paralelo, por que precisamos ter a mesma tensão. |
| Na minha concepção vai ser em paralelo. Pois as tensões devem ser iguais; |
| Associação em paralelo, pois as tensões não mudam. |

Conforme as respostas de alguns alunos verificamos que os mesmos souberam explicar o tipo de associação que encontramos em nossas residências. Eles relataram que a associação utilizada nos estabelecimentos e residências é a associação em paralelo. Percebemos que muitos alunos não souberam responder às questões ou falavam que a associação que era utilizada era em série.

## 6.2 ANÁLISE DE DADOS DA APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES

Depois da aplicação da atividade começamos a analisar os dados referentes às respostas dos alunos. Para esta análise adotamos um padrão relacionando às respostas. As análises das respostas foram feitas individualmente analisando resposta por resposta de cada questionário que foi proposto. Utilizamos o word como ferramenta para montar as tabelas e fazer as analises das respostas. Porém, essas tabelas serviram somente para as análises dos padrões de respostas, logo ela não foi inserida no trabalho. Utilizamos quatro padrões de cores diferentes para as respostas que consideramos pertinentes. Utilizei as cores: verde, amarelo, vermelho e azul. O verde significa uma resposta satisfatória do ponto de vista do conteúdo abordado na simulação, já o amarelo significa uma resposta parcialmente satisfatória, ou seja, a pergunta está parcialmente correta, na sequência foi adotada como padrão a cor vermelha para analisar as respostas que estavam totalmente fora de contexto com a pergunta (não satisfatória) e por último temos a cor azul que representa os estudantes que não responderam aos questionários.

## 6.3 QUESTIONÁRIO

De acordo com a análise das respostas referentes a esse questionário 1 verifica-se que a grande maioria dos alunos conseguiu responder à pergunta citada com o auxílio da animação e do tutorial que foi disponibilizado no *Word*. No quesito de respostas satisfatórias da questão 1 às respostas dos alunos foram excelentes, conforme a análise das respostas, logo abaixo, elencamos algumas respostas dos alunos de acordo com as observações que eles fizeram durante a execução da atividade no simulador referente ao questionário 6.2.1.

**Questão 1**: Ao modificar a tensão o que você percebe?

Inicialmente o valor da tensão na simulação estava em 10 V e o tutorial pedia para que o aluno modificasse a tensão para 30 V e verificasse o que ocorria na simulação e, em seguida, respondesse ao que se pedia. Abaixo exponho algumas respostas desse questionário 6.2.1.

### RESPOSTAS SATISFATÓRIAS

| |
|---|
| ***Aluno 1***. *"A luminosidade das lâmpadas aumenta, os elétrons passam muito mais rápido".* |
| ***Aluno 2***: *"Ao aumentar a tensão, o brilho da lâmpada aumenta proporcionalmente. O contrário acontece quando diminuímos a tensão".* |
| ***Aluno 3:*** *"Com o aumento da tensão da fonte geradora nesse caso a bateria ocorre também um aumento na intensidade da luz, tendo um brilho mais forte e uma corrente circulando mais rápido".* |
| ***Aluno 4: "****Os brilhos das lâmpadas aumentaram".* |
| ***Aluno 5.*** *As luminosidades das lâmpadas aumentam de acordo com a tensão colocada.* |

### RESPOSTAS PARCIALMENTE SATISFATÓRIAS

| |
|---|
| ***Aluno 1.*** *" Quando modificamos a tensão, a lâmpada acende mais forte".* |
| ***Aluno 2***. *"A lâmpada aumenta ou diminui a intensidade da luz".* |

| |
|---|
| ***Aluno 3**. " As lâmpadas acendem".*<br>***Aluno 4.** " As lâmpadas acenderam instantaneamente".* |
| ***Aluno 5.** " Ao aumentar a tensão as lâmpadas acendem"* |

**RESPOSTAS NÃO SATISFATÓRIAS**

| |
|---|
| ***Aluno1. "**Quando tiramos uma lâmpada, as outras lâmpadas ligaram".* |
| ***Aluno 2.** "Por aumentar o valor da tensão, de 9,00 V para 30,0 V. O valor da tensão acaba ficando maior do que o valor da resistência. Com isso faz com que o brilho da lâmpada seja maior do que antes".* |
| ***Aluno 3. "**Que a força da lâmpada fica dependente da bateria, por exemplo, que ao mesmo tempo que é 10 Ohms pode-se variar de intensidade dependendo do valor".* |
| ***Aluno 4. "**Que a intensidade da lâmpada aumenta ao aumentar a tensão. E se aumentar de mais a tensão o circuito pega fogo".* |

Conforme as respostas que analisamos da questão 1, consideramos como respostas satisfatórias as que estavam associadas a Lei de Ohm e as que falavam explicitamente sobre a relação da tensão com a corrente elétrica. Para esta questão 1 foram dadas muitas respostas fazendo a associação dos brilhos das lâmpadas com o aumento da tensão, ou seja, quanto maior era a tensão aplicada maior seria a luminosidade e, consequentemente, maior a velocidade com que os elétrons se movimentavam no circuito elétrico. No entanto, eles provavelmente associaram o aumento da corrente ao aumento da velocidade conforme os mesmos visualizaram no simulador. Logo, isso seria um erro do próprio simulador, pois o aumento da corrente se dá pelo maior número de cargas em movimento e não pelo aumento da velocidade. De qualquer forma, as respostas podem ser consideradas satisfatórias visto que os alunos podem ter sido influenciados pela animação do simulador. Já para as respostas ditas parcialmente satisfatórias consideramos aquelas em que os alunos falavam sobre a tensão e esqueciam de citar a corrente elétrica, outras só falavam sobre a velocidade com que os elétrons se moviam no circuito e respostas como **"as lâmpadas acendem", " ao aumentar a tensão percebe-se que as lâmpadas acendem"** foram consideradas na analise como parcialmente satisfatórias. Já para as respostas não satisfatórias, consideramos as que não

tinham nada a ver com o que se pedia. Por fim, tivemos alguns alunos que não responderam a atividade.

Logo abaixo elencamos algumas respostas da questão 2 que tinha como pergunta**:**

**Questão 2**: Descreva o que ocorre, tentando explicar o que você percebeu a partir de conceitos físicos.

## RESPOSTAS SATISFATÓRIAS

| |
|---|
| ***Aluno 1. "****Como o circuito possui três lâmpadas associadas em série, ambas irão possuir a mesma corrente. E ao modificar a tensão, aplicando uma diferença de potencial, iremos alterar a corrente fazendo com que a mesma fique mais "intensa".* |
| ***Aluno 2. "****A tensão interfere diretamente na corrente, quando há aumento tensão, a corrente é maior. O brilho da lâmpada aumenta, porque a potência aumenta também; pois em uma associação em série quanto maior a corrente, maior a tensão".* |
| ***Aluno 3.*** *"A luminosidade aumenta devido ao aumento da voltagem, sem que aumente a resistência".* |
| ***Aluno 4:*** *"A lâmpada acendeu mais forte, pois quando aumentamos a tensão, aumenta o fluxo das cargas elétricas".* |

## RESPOSTAS PARCIALMENTE SATISFATÓRIAS

| |
|---|
| ***Aluno 1.*** *"Quando aumenta a tensão passa corrente para as lâmpadas".* |
| ***Aluno 2.*** *"Quando conectamos uma tensão a um fio e uma lâmpada, gera uma corrente elétrica sendo variada de acordo com a diferença de potencial da bateria que é a fonte geradora nessa situação. A junção de tudo isso (BATERIA, LAMPADAS, FIOS) forma um circuito elétrico".* |
| ***Aluno 3****. "Com o aumento da energia fornecida, as lâmpadas possuem mais elétrons para consumir, logo aumentando a luminosidade. Devido à resistência delas não ser alterada a tendência é o aumento da luz produzida pelas lâmpadas".* |
| ***Aluno 4****. "O fluxo dos elétrons que são atraídos do polo negativo para o positivo, produzem corrente elétrica, fazendo com que as lâmpadas acendam".* |

## RESPOSTAS NÃO SATISFATÓRIAS

| |
|---|
| ***Aluno 1. "****Quanto mais potência (tensão) se coloca mais tem corrente circulando"* |

| |
|---|
| ***Aluno 2. "****A bateria emite volts por meio dos fios, e como o sistema está em série, todas recebem a mesma voltagem".* |
| ***Aluno 3. "****A energia que há em uma lâmpada pode ser diferente da outra pois é um circuito em série".* |
| ***Aluno 4. "****A energia que há em uma lâmpada pode ser diferente da outra pois é um circuito em série".* |

Nesta questão 2 consideramos como respostas satisfatórias aquelas em que os alunos explicavam os conceitos físicos atrelados a uma associação de resistores em série, em que eles relataram que uma das características dessa associação era possuir a mesma corrente elétrica em todo percurso, porém tensão diferente em cada lâmpada e outras respostas que relacionavam a tensão e a corrente elétrica. Já na avaliação das respostas parcialmente satisfatórias consideramos as que tinham respostas incompletas. Ora falavam da tensão ora da corrente elétrica, porém, esquecia-se de complementar o tipo de associação que estava sendo analisada, e quais eram suas características. Já para as respostas não satisfatórias tivemos uma quantidade pequena das mesmas, onde os alunos se perdiam nas respostas. Por fim, os estudantes que não responderam à questão representaram uma quantidade equivalente à quantidade de respostas não satisfatórias.

**Questão 3**: De acordo com sua percepção, porque quando uma lâmpada "queima" ou é desconectada, as demais lâmpadas param de funcionar?

**RESPOSTAS SATISFATÓRIAS**

| |
|---|
| ***Aluno 1.*** *"Porque estão ligadas em série, logo, se uma delas é removida, o circuito é aberto e a corrente não chega nas outras lâmpadas".* |
| ***Aluno 2.*** *"Porque como elas estão ligadas em série, a corrente precisa que todos os pontos estejam perfeitamente conectados. Com a lâmpada desconectada ela (corrente) não consegue realizar o circuito completo, logo o circuito fica "incompleto".* |
| ***Aluno 3.*** *"As lâmpadas param de funcionar, pois ao retirar a lâmpada do circuito estamos deixando o circuito em aberto (tiramos a conexão de um lado ao outro) porque o circuito é em série, logo não temos uma diferença de potencial que direcione os elétrons".* |
| ***Aluno 4.*** *"Porque estão todas ligadas em série, então não podemos desconectar nenhum elemento do circuito sem danificá-lo".* |

## RESPOSTAS PARCIALMENTE SATISFATÓRIAS

| |
|---|
| ***Aluno 1. "****Pois quando tiramos uma lâmpada do circuito, não passa corrente nas outras lâmpadas".* |
| ***Aluno 2. "****Porque são conectadas de uma forma que a corrente passa entre as lâmpadas, ou seja, se você desconecta uma logo a outra também será desligada".* |
| ***Aluno 3. "****Por que todas passam corrente então quando retiramos uma lâmpada todo o circuito para de funcionar por que não tem passagem de corrente".* |
| ***Aluno 4. "****Após a retirada da lâmpada, o circuito ficará com uma abertura, impossibilitando a passagem de corrente".* |

## RESPOSTAS NÃO SATISFATÓRIAS

| |
|---|
| ***Aluno 1. "****Porque a medida que eu desconecto uma lâmpada do circuito o fio que estão ligando ela as outras fica desconectado assim não a passagem de corrente, ou seja, não tem como passar tensão".* |
| ***Aluno 2.*** *"Porque o circuito é ligado entre eles".* |
| ***Aluno 3. "*** *Por que o circuito é cortado".* |
| ***Aluno 4. "****Porque é uma interferência em todo o circuito".* |

Na análise das respostas da questão 3, a grande maioria foi de respostas satisfatórias. Os alunos explicaram que em uma associação em série tem-se a característica de parar de funcionar à medida que uma lâmpada é extraída do circuito elétrico, logo, ao retirar uma lâmpada elas param de funcionar, pois não haverá um caminho para a corrente seguir um percurso ordenado no circuito elétrico. Durante a aplicação dos questionários ouvir muitos alunos fazer uma relação dessa a associação em série com as lâmpadas de pisca-pisca que são utilizadas em árvores de Natal. Eles relatavam que: "Podemos fazer uma associação desse circuito com as luzes que utilizamos nas árvores de natal, quando uma queima as outras tendem a queimar também". Caracterizando como uma resposta satisfatória. Logo, os alunos compreenderam o funcionamento da associação em série, mas se confundem ao analisar o que acontece com a lâmpada quando afirma que a lâmpada queima. Logo, esse termo poderia ser só uma força de expressão do aluno ou uma desatenção do mesmo. Ainda no quesito de respostas parcialmente satisfatórias tivemos diversas respostas incompletas.

Alguns falavam que acontecia o fenômeno, mas não entravam em detalhes. Por fim, para as respostas não satisfatórias e as que não responderam a atividade houve uma quantidade mínima de pessoas que se enquadraram nesse quesito de respostas.

## 6.4 QUESTIONÁRIO

Neste questionário foram abordadas perguntas referentes à associação de lâmpadas em paralelo. Os alunos executaram a atividade proposta, que se encontra nos anexos deste trabalho. A atividade tinha três lâmpadas associadas em paralelo cada uma com uma resistência de 10Ω e uma bateria com uma tensão de 9 V, pedia para que eles removessem uma das lâmpadas e verificassem o que acontecia após essa ação. Em seguida responderam 3 perguntas, conforme o questionário que foi disponibilizado em um arquivo no formato *Word*. A primeira pergunta do questionário foi:

**Questão 1**: Descreva o que ocorre ao desconectar uma das lâmpadas.

**RESPOSTAS SATISFATÓRIAS**

| |
|---|
| ***Aluno 1.*** *"As outras lâmpadas continuam acesas".* |
| ***Aluno 2.*** *"As lâmpadas restantes continuam funcionando normalmente".* |
| ***Aluno 3.*** *"Quando uma lâmpada é removida as outras continuam a funcionar, mas a parte do circuito que aquela lâmpada estava para de reter eletricidade".* |
| ***Aluno 4.*** *"As outras continuam acesas e a eletricidade passa a circular só na parte conectada do circuito".* |

**RESPOSTAS PARCIALMENTE SATISFATÓRIAS**

| |
|---|
| ***Aluno 1. "****A corrente continua acendendo as outras duas lâmpadas".* |
| ***Aluno 2****. "O circuito para de funcionar onde foi removida a lâmpada"* |

| |
|---|
| ***Aluno 3.*** *"As lâmpadas que sobraram continuaram com a mesma luminosidade"* |

## RESPOSTAS NÃO SATISFATÓRIAS

| |
|---|
| ***Aluno 1. "****Os elétrons que com 3 lâmpadas estavam percorrendo mais rápido os fios agora ficaram mais lentos".* |
| ***Aluno 2.*** *"As outras lâmpadas continuam acesas, pois na associação em paralelo as tensões que cada lâmpada recebe são diferentes".* |
| ***Aluno 3. "****Nada. Todas as demais lâmpadas continuam funcionando do mesmo jeito".* |
| ***Aluno 4. "****A bateria pegou fogo e a luz das demais luzes diminuíram".* |

**Questão 2**: De acordo com a sua percepção, por que quando uma lâmpada "queima" ou é desconectada, as demais lâmpadas não param de funcionar?

## RESPOSTAS SATISFATÓRIAS

| |
|---|
| ***Aluno 1. "****Por ser uma associação em paralelo, essa, malha aberta não interfere na passagem de corrente das outras malhas, logo as lâmpadas restantes continuam funcionando".* |
| ***Aluno 2. "****Porque a o circuito está em paralelo, ou seja, não vai interferir nas demais lâmpadas se eu retirar, por isso elas ficam ligadas sem depender de outra".* |
| ***Aluno 3.*** *"Devido à associação em paralelo do circuito, a abertura de uma parte dele não impede a passagem da corrente em outros pontos, apenas a parte desconectada não há movimentação ordenada de elétrons".* |
| ***Aluno 4.*** *"Pois em um circuito em paralelo a corrente elétrica não é a mesma para as lâmpadas ligarem".* |

## RESPOSTAS PARCIALMENTE SATISFATÓRIAS

| |
|---|
| ***Aluno 1. "****Porque não interfere diretamente, por ser associação em paralelo; há outros fios para a corrente seguir".* |
| ***Aluno 2. "****Porque a passagem de corrente acabou se destinando apenas para as demais lâmpadas, já que com a remoção da lâmpada sua parte do circuito ficou aberta. Por que elas não estão ligadas umas nas outras. O circuito continua fechado, e as lâmpadas têm outra passagem* |

| |
|---|
| *de corrente".* |
| ***Aluno 3. "*** *Nesse caso, porque o circuito estava em paralelo. Então não iria interferir".* |
| ***Aluno 4.*** *"Por que o circuito é em paralelo e as lâmpadas são independentes e apresenta caminhos diferentes para corrente elétrica".* |

## RESPOSTAS NÃO SATISFATÓRIAS

| |
|---|
| ***Aluno 1. "*** *A bateria pega fogo, mas as lâmpadas das demais continuam funcionando"* |
| ***Aluno 2****. "Por que no circuito em paralelo a tensão se divide igualmente para cada lâmpada, fazendo com que cada uma venha a ser "independente" da outra".* |
| ***Aluno 3.*** *Por que a tensão se divide para cada nó, formando várias malhas independentes* |
| ***Aluno 4. "****Por que o circuito em paralelo faz a corrente se dividir igualmente a tensão, não vai ser apenas uma corrente no circuito inteiro, nas outras lâmpadas já corre uma corrente "própria", independente de outra"* |

**Questão 3**: Compare os resultados obtidos comparando as lâmpadas associadas em série e em paralelo após uma das lâmpadas ser desconectada. Que conclusões você obteve a respeito do funcionamento do circuito em cada associação?

## RESPOSTAS SATISFATÓRIAS

| |
|---|
| ***Aluno 1.*** *A conexão em série gera uma dependência entre as lâmpadas, enquanto a conexão em paralelo não tem esse "problema", assim, em uma situação em queimasse, uma conexão em paralelo seria mais vantajosa por não interferir no funcionamento das outras* |
| ***Aluno 2. "****A associação em série a corrente era igual para todas as lâmpadas por isso interferem nas outras lâmpadas. A associação em paralelo a corrente é diferente em todas as lâmpadas por isso não interferem nas outras lâmpadas".* |
| ***Aluno 3. "****Em série, a retirada de uma lâmpada afeta as demais, deixando-as sem corrente. Enquanto em paralelo, se removermos alguma, as outras se mantêm normais e acesas".* |
| ***Aluno 4. "****As lâmpadas associadas em série após serem desconectadas se apagam, o que mostra uma dependência entre as conexões das mesmas; se uma queima, todo o circuito não funciona. Enquanto que na associação em paralelo não existe essa dependência, cada uma apresenta uma corrente diferente e mesma tensão".* |

## RESPOSTA PARCIALMENTE SATISFATÓRIAS

| |
|---|
| ***Aluno 1.*** *"A associação em paralelo é mais utilizada no nosso dia a dia".* |
| ***Aluno 2. "****As lâmpadas associadas em série estão diretamente ligadas entre si".* |

Neste questionário 2 obtemos bastantes respostas satisfatórias. Os alunos observaram que ao desconectar uma das lâmpadas do circuito elétrico, perceberam que as outras lâmpadas continuavam a brilhar. Já no item respostas parcialmente satisfatórias se notou, uma quantidade mínima de respostas incompletas, no que diz respeito às respostas não satisfatórias (respostas que não estão de acordo com o que foi pedido) tivemos um resultado um pouco acima das respostas parcialmente satisfatórias e por último tivemos as pessoas que não responderão a atividade sendo está uma parcela muito pequena. Os alunos responderam a primeira pergunta com uma margem de respostas satisfatórias excelente. Disseram que: "Como temos um circuito em paralelo logo a corrente que vai passar nas três lâmpadas vai ser diferente em cada uma, porém, a diferença de potencial em todas ela será a mesma, logo, se retirarmos uma das lâmpadas do circuito isso não vai interferir no brilho das outras lâmpadas". Tivemos também uma quantidade de respostas parcialmente satisfatórias que necessitava de complementos, entretanto, foram bastante interessantes às respostas. Com relação às respostas não satisfatórias houve uma pequena quantidade dessas nessa atividade. Logo, foram poucas as pessoas que não responderam a atividade proposta.

Por último foi analisada a pergunta 3 do questionário em questão. De acordo com a análise dos dados referentes às respostas dos alunos verificou-se que, nessa questão, a quantidade de respostas parcialmente satisfatórias superou as respostas satisfatórias mostrando que os alunos explicavam uma parte do que estava sendo pedido, mas faltava complementar. Porém, tivemos respostas satisfatórias bastante coerentes com o que se esperava, por exemplo: um determinado aluno escreveu o seguinte sobre essa pergunta: " Em série a corrente que passa por cada lâmpada é a mesma, mas a tensão sobre elas é diferente. Em paralelo a corrente que passa por cada lâmpada é diferente, mas a tensão sobre elas é a mesma".

## 6.5 QUESTIONÁRIO

**Questão 1**: Você percebeu algo diferente? Relate aqui

Foi solicitado que o aluno fizesse o esquema da Fig. III da atividade proposta que se encontra em anexo e, em seguida, aumentasse o valor da resistência de uma das lâmpadas. Nesta atividade tínhamos um circuito elétrico e uma associação em paralelo com duas lâmpadas e uma bateria com uma tensão de 9V e pedia para que os alunos aumentassem o valor da resistência para $50\Omega$ que inicialmente encontrava-se em 10Ω, e em seguida, verificassem o que acontecia ao realizar essa ação. Abaixo elencamos algumas respostas que os alunos expuseram:

### RESPOSTAS SATISFATÓRIAS

| |
|---|
| ***Aluno 1. "****Com o aumento da resistência, existe uma dificuldade na passagem de corrente, consequentemente o brilho da lâmpada fica menos intenso".* |
| ***Aluno 2:*** *"A lâmpada com a resistência maior fica com um brilho menor".* |
| ***Aluno 3: "****A lâmpada que tem uma resistência maior, a intensidade do brilho é menor do que a outra".* |
| ***Aluno 4: "****A luz emitida é mais intensa na lâmpada que oferece uma menor resistência, porque a corrente passa com mais facilidade".* |

### RESPOSTAS PARCIALMENTE SATISFATÓRIAS

| |
|---|
| ***Aluno 1. "****A corrente passa mais lentamente pela lâmpada que está com 50,0 ohms obviamente, passa mais rápido pela outra".* |
| ***Aluno 2. "****Sim. Pois quando aumentamos a resistência de umas das lâmpadas as bolinhas ficaram mais lentas e o brilho aumentou".* |
| ***Aluno 3. "****A lâmpada ficou com um brilho menor".* |
| ***Aluno 4.*** *"A luz está mais fraca, e a circulação de elétrons está mais lenta".* |

### RESPOSTAS NÃO SATISFATÓRIAS

| |
|---|
| ***Aluno 1. "****Sim, a diminuição da energia produzida pela lâmpada além do aumento do fluxo em* |

| |
|---|
| *direção à outra lâmpada, logo aumentando a sua luz".* |
| ***Aluno 2. "****A velocidade dos elétrons foi mais baixa".* |
| ***Aluno 3.*** *"Sim, elas passaram a ter maior resistência ao calor, tendo menor luminosidade".* |
| ***Aluno 4. "****Ela vai receber menos tensão pela sua alta resistência, então para que não acontecesse isso deveríamos aumentar a tensão da bateria".* |

Neste questionário foram abordadas perguntas referentes às análises dos brilhos das lâmpadas em uma associação em paralelo. E em seguida responderam a seguinte pergunta: **Você percebeu algo diferente? Relate aqui**. Ao analisar as respostas dos alunos constata-se que eles responderam satisfatoriamente a essa questão mostrando que eles compreenderam o porquê da lâmpada de maior resistência brilhar menos, eles faziam sempre uma associação com a expressão $P = \frac{U^2}{R}$ do tópico 4.7 e notaram a dependência da intensidade do brilho da lâmpada com a resistência em uma associação em paralelo. De acordo com as respostas, verificou-se que os alunos conseguiram perceber a relação entre a resistência elétrica da lâmpada e a potência dissipada e que as duas são inversamente proporcionais, logo, está diretamente associado a intensidade do brilho das lâmpadas.

## 6.6 QUESTIONÁRIO

Nesta atividade tínhamos um circuito elétrico com uma associação em série de lâmpadas e pedia que aumentasse o valor da tensão da bateria para 50 V que inicialmente encontrava-se com um valor de 9 V, e em seguida aumentasse o valor da resistência da lâmpada para 50 ohms. No segundo momento responder ao se pedia nas questões 1 e 2.

**Questão 1**: O que você percebeu? Relate aqui.

**Questão 2**: Como explicar a diferença na mudança dos brilhos das lâmpadas associadas em série e em paralelo ao alterarmos as resistências?

Logo abaixo cito algumas das respostas dos alunos referentes a essa as questões 1 e 2.

**Questão 1**: O que você percebeu? Relate aqui.

## RESPOSTAS SATISFATÓRIAS

| |
|---|
| ***Aluno 1:*** *"Dessa vez a lâmpada que está com maior resistência têm uma maior luminosidade que a outra".* |
| ***Aluno 2: "****A potência da lâmpada modificada cresce proporcionalmente a sua resistência, em decorrência da associação em série. Enquanto a outra lâmpada, tem sua potência reduzida".* |
| ***Aluno 3****: "A lâmpada com maior resistência tem brilho mais intenso".* |
| ***Aluno 4:*** *"Quando as duas lâmpadas com valor de 10,0 ohms elas ficam com brilho iguais, por terem valores iguais. Já quando aumenta uma para 50,0 ohms, os brilhos delas ficam diferentes. Com a lâmpada de 50,0 ohms com um brilho maior do que a de 10,0 ohms".* |

## RESPOSTAS PARCIALMENTE SATISFATÓRIAS

| |
|---|
| ***Aluno 1. "****Quando as lâmpadas estão associadas em série e cada uma possui a mesma resistência que é igual a tensão da fonte o brilho de ambas é o mesmo".* |
| ***Aluno 2.*** *"A luminosidade aumentou".* |
| ***Aluno 3.*** *"O brilho aumentou mais os eletros ficaram lentos".* |
| ***Aluno 4.*** *"Quando aumentamos a resistência de uma, o seu brilho diminui e ocasiona na diminuição do brilho da outra lâmpada também".* |

## RESPOSTAS NÃO SATISFATÓRIAS

| |
|---|
| ***Aluno 1. "****Ocorreu a diminuição da corrente e com isso a diminuição de luz propagada".* |
| ***Aluno 2. "****Continua sendo lenta embora o brilho seja mais intenso do que da última vez".* |
| ***Aluno 3.*** *"As duas lâmpadas diminuem o seu brilho igualmente".* |
| ***Aluno 4. "****A resistência e a tensão são equivalentes"* |

**Questão 2**: Como explicar a diferença na mudança dos brilhos das lâmpadas associadas em série e em paralelo ao alterarmos as resistências?

## RESPOSTAS SATISFATÓRIAS

| |
|---|
| ***Aluno 1. "****Em série que quanto maior a resistência, maior a potência pois um dos brilhos das lâmpadas aumentou. Em paralelo quanto maior a resistência menor vai ser a potência".* |
| ***Aluno 2. "****Associação em série assim que aumentei a resistência a potência aumentou. Associação em paralelo quando aumentamos a resistência a passagem de corrente fica menor assim o brilho fica menor".* |
| ***Aluno 3. "****Na associação em paralelo cada lâmpada conterá uma corrente diferente, e tensão igual; fazendo com que a lâmpada que contenha uma maior resistência apresente uma menor luminosidade. Enquanto que na associação em série, quando a corrente passar pela lâmpada que possui maior resistência a mesma expusera um maior brilho, e as demais sofreram proporcionalmente uma "queda" de intensidade".* |
| ***Aluno 4. "****Em série, quando a resistência for grande maior será a potência da lâmpada, já em paralelo quanto maior a resistência menor será a potência da lâmpada".* |

## RESPOSTAS PARCIALMENTE SATISFATÓRIAS

| |
|---|
| ***Aluno 1. "****Como expliquei acima, no esquema em paralelo a corrente passa de forma diferente e distribui a tensão tem todas as lâmpadas, logo no esquema em série a corrente é igual, mas possuem tensões diferentes. Logo, os brilhos alteram nos diferentes sistemas".* |
| ***Aluno 2. "****Na associação em série, a lâmpada que fica fraca é a que fica depois da que aumentamos a resistência, isso ocorre porque depois que a tensão passa pela lâmpada com resistência maior, ela fica mais fraco, fazendo com que a segunda lâmpada receba menos tensão do que a outra. Já na associação em paralelo apenas a lâmpada com resistência maior ficou com o brilho fraco, pois cada lâmpada recebe uma tensão diferente".* |
| ***Aluno 3. "****Quando aumenta a resistência diminui a corrente e ao contrario quando diminui a resistência aumenta a corrente".* |
| ***Aluno 4. "****Em paralelo as lâmpadas não interferem uma na outra se mudarmos a resistência, já em série quando mudamos uma altera a outra; se diminuirmos ou aumentarmos no circuito em série, as duas ou mais lâmpadas que incrementam o circuito vão se alterar igualmente".* |

## RESPOSTAS NÃO SATISFATÓRIA

| |
|---|
| ***Aluno 1.*** *"Que a resistência de uma afeta diretamente na tensão da outra".* |
| ***Aluno 2.*** *"Conforme se aumenta a tensão de uma das lâmpadas, o brilho da seguinte diminui".* |
| ***Aluno 3.*** *"A corrente pelo circuito diminui e as lâmpadas ficaram com sua intensidade reduzida".* |
| ***Aluno 4. "****A resistência e a tensão são equivalentes".* |

Neste questionário 4 foram abordadas perguntas referentes a análise dos brilhos das lâmpadas em uma associação em série. Pedimos na atividade que o aluno fizesse o esquema da Fig. IV da atividade proposta e, em seguida, aumentasse o valor da tensão da bateria para 50 Volts e logo em seguida modificasse o valor da resistência de uma das lâmpadas para 50 ohms. Em seguida foi solicitado que os alunos respondessem as seguintes perguntas: **O que você percebeu? Relate aqui** e **como explicar a diferença na mudança dos brilhos das lâmpadas associadas em série e em paralelo ao alterarmos as resistências?** Foram as duas perguntas norteadoras do questionário 6.2.4. Ao analisar as respostas da primeira pergunta verificou-se um padrão de respostas satisfatórias excelentes, visto que, os alunos responderam as questões conforme a explicação inicial da aula antes da execução da atividade. Eles analisaram a expressão $P = R.I^2$ do tópico 4.7 e constataram que ao aumentar à resistência de uma das lâmpadas no simulador PhET aumentava também a potência desta e consequentemente o brilho da lâmpada torna-se mais intenso. Durante a análise das respostas verificamos que alguns alunos perceberam de fato que ao aumentar a resistência observaram que o brilho das lâmpadas quando estão associadas em série aumentará e o contrário também é válido, ou seja, ao diminuirmos a resistência sua potência dissipada é baixa sendo assim a lâmpada passa a brilhar menos. Tivemos uma quantidade de respostas parcialmente satisfatórias onde nas mesmas tinham respostas incompletas e que necessitavam de complemento. Neste questionário encontramos muitas respostas insatisfatórias onde os alunos não sabiam explicar o que se pedia na atividade. Portanto, a utilização do PhET sem uma explicação mais detalhada sobre a análise do brilho das lâmpadas na associação em série não é suficiente para uma aprendizagem satisfatória da maioria da turma. Por fim, tivemos poucos alunos que não souberam responder ao questionário proposto.

# 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os dados que foram obtidos e analisados constatou-se que os alunos envolvidos na pesquisa já tinham os conhecimentos prévios, os chamados subsunçores, referentes a lei Ohm e aos circuitos elétricos tais como associação em série e paralelo e também sobre os brilhos das lâmpadas. Logo, houve uma tentativa de verificar a aprendizagem dos alunos com o PhET se apoiando na teoria da aprendizagem de David Ausubel. A atividade consistiu em o aluno montar vários circuitos conforme a instrução em um texto em forma de tutorial que foi disponibilizado para eles no formato Word e em seguida responderem ao que se pedia na atividade. A análise feita com relação a atividade demonstra que os alunos já tinham se apropriado de alguns conhecimentos prévios e quando se depararam com a simulação tiveram a oportunidade de resgatar os conteúdos trabalhados em outras disciplinas e se apropriar de novos conceitos, resultando em uma evolução no processo cognitivo a respeito do tema abordado. Em relação ao caso da associação de lâmpadas em série, verificamos que o uso do simulador da forma como foi proposto não atingiu o resultado esperado sobre a compreensão do brilho das lâmpadas, visto que grande parte das respostas não foi clara a respeito da relação entre a resistência elétrica e a potência dissipada. Acreditamos que o fator determinante para um melhor aproveitamento, seria uma maior disponibilidade de tempo.

Na pesquisa utilizamos o método qualitativo, que consistiu em analisar todas as respostas dos 4 questionários apreciando cada uma das respostas que foram elaborados para a coleta de dados. De acordo com a análise das respostas percebe-se que a atividade junto com o simulador PhET contém um potencial de aprendizagem bastante relevante para os alunos que participaram da atividade, visto que tivemos uma quantidade de respostas satisfatórias excelentes. Através destas verifica-se que os alunos conseguiram entender o que se pedia e responderam as questões de forma coerente. Nesta atividade o aluno foi o agente ativo da própria aprendizagem, ou seja, ele mesmo construiu a simulação através de um material que foi disponibilizado via internet e ao mesmo tempo explicou o que percebia através das animações que ele mesmo criou na plataforma do PhET. É importante destacar que não houve a intervenção do professor de maneira direta,

porém ele estava na sala de aula para tirar dúvidas caso o aluno tivesse alguma pergunta com relação à atividade proposta-tomando as precauções para não falar a resposta para o aluno.

Os resultados obtidos na atividade diagnóstica antes da aula e na aplicação da atividade de verificação da aprendizagem mostrou que a proposta aqui apresentada é eficiente do ponto de vista do Ensino de Física com ênfase no tópico de Eletricidade, pois grande parte dos alunos demonstrou compreensão acerca dos conhecimentos relacionados aos circuitos elétricos. Ressaltamos mais uma vez que, em relação à compreensão sobre os brilhos das lâmpadas nas associações, a proposta precisa ser adequada, no quesito “tempo”, para um rendimento satisfatório, especificamente, no estudo do brilho das lâmpadas associadas em série.

Conforme afirma Lucena e Fuks (2000) a ideia principal da inserção de novas tecnologias que dão suporte à educação é fazer com que o aluno tenha interesse e motivação para procurar as informações desejadas, mudando assim o paradigma tradicional da “educação como fábrica”, para a “educação como entretenimento”. Levando em consideração o que afirmam os autores acima, o intuito da atividade de verificação de aprendizagem utilizando o simulador PhET foi justamente fazer com quer os alunos tivessem maior interesse pelo conteúdo e motivação para procurar as informações que se pedia nos questionários através das construções das simulações que foram propostas e que podem ser vistas no tópico 7 dos anexos.

É fato que os resultados da pesquisa mostraram vários pontos positivos da atividade proposta dentro do processo de ensino e aprendizagem. Porém, não podemos afirmar que a atividade por si só é a melhor ferramenta para promover uma aprendizagem significativa. Tampouco deve substituir o professor em sala de aula. Logo, ela é uma ferramenta que, se usada de maneira apropriada, poderá proporcionar um momento pedagógico com bons resultados.

# REFERÊNCIAS

AUGUSTO, A.S; ESTEVÃO L.M; Gonçalves S.O. Ensino de matéria e radiação no ensino médio com o auxílio de simuladores interativos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Santa Catarina, v. 32, n. 3, p. 915-933, dez. 2015.

BRASIL. **Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica**. Linguagens, códigos e suas tecnologias: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais – PCNS+. Brasília, 2002.

C. Fiolhais e J. Trindade. **Revista Brasileira do Ensino de Física**. Ed 25, vol. 259 São Paulo, (2003).

CANZIAN, N.S. Looping: solução da lagrangiana, simulação computacional e estratégias didáticas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Santa Catarina, v. 32, n. 3, p. 963-987, dez. 2015.

COELHO, R. O. O uso da informática no ensino de física de nível médio. **Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação da Universidade Federal de Pelotas**. Pelotas, 2002.

DORNELES, P. F. T., ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Circuitos elétricos: atividades de simulação e modelagem computacionais com o ***Modellus***. Disponível em: Acesso em: 29 jul. 2019.

F.C.A. Campos, A.R.C. Rocha e G.H.B. Campos. Design Instrucional e Construtivismo: Em Busca de Modelos para o Desenvolvimento de Software. Disponível em http://lsm. dei.uc.pt/ribie old/ cong 1998/trabalhos/250m.pdf. Acesso em 05/08/2019.

HECKLER, V. Uso de simuladores e imagens como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de eletromagnetismo. 2004. 229 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - **Instituto de Física**, UFRGS, Porto Alegre.

LUCENA, C., FUKS, H. **A Educação na Era da Internet**. Rio de Janeiro: Clube do Futuro, 2000.

MACÊDO, J. A. Simulações computacionais como ferramenta auxiliar ao ensino de conceitos básicos de eletromagnetismo: Elaboração de Um Roteiro de Atividades para Professores do Ensino Médio. 2009. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - **Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais**, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Belo Horizonte.

MARTINHO, T; POMBO, L. Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturais- um estudo de caso. **Revista Electrónica de Enseñanza de lãs Ciencias**. V. 8, n. 2, 2009, p.527- 538.

MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

Medeiros e C.F. Medeiros, **Revista Brasileira do Ensino de Física**. 24, 77 (2002).

NASCIMENTO, E.S. Simulações Computacionais 3d como Ferramentas de Apoio ao Ensino de Física. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - **Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal do Espirito Santo**, Espirito Santo.

PEREIRA, C.D. et al. O ensino da dispersão da luz com auxílio do PhET por meio do ensino por investigação. Santa Catarina, jul.2017. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**. Disponível em: http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0236-1.pdf.

S.Petitto. **Projetos de Trabalho em Informática: Desenvolvendo Competências**. (Papirus, Campinas, 2003).

Santos, A. C. D. S. P. (2007). “As TIC e o desenvolvimento de competências para aprender a aprender: um estudo de caso de avaliação do impacte das TIC na adopção de métodos de trabalho efectivos no 1º ciclo do ensino básico”. (**Master's thesis, Universidade de Aveiro**).

SILVA, Gilbert Azevedo da. Um ambiente computacional para modelagem simbólica de sistemas físicos lineares. 2005. 198 f. Tese (Doutorado em Automação e Sistemas; Engenharia de Computação; Telecomunicações) - **Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, Natal, 2005.

Tavares, R. (2004). **Aprendizagem Significativa Revista Conceitos**, 55, 10.

TAVARES, R. Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em ciências. **Revista online Ciência & Cognição**, v. 13, n. 2, p. 99-108, 2008.

VALENTE, J. A. Diferentes usos do computador na educação. **Unicamp**. Campinas, 1995.

VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Modelagem computacional no ensino de física. In: ENCONTRO DE FÍSICOS DO NORTE E NORDESTE, 23, 2005, Maceió. Atas... São Paulo: **Sociedade Brasileira de Física**, 2005. p. 1-13

## ANEXOS

### Atividade Diagnóstica

1- De acordo com seu conhecimento, você consegue explicar o que é corrente elétrica? Se sim, utilize as linhas abaixo para a sua explicação.

2- De acordo com o que você já estudou, cite quais são os elementos que podem compor um circuito elétrico.

3- Na sua casa existe um dispositivo chamado disjuntor. Você sabe dizer que função ele exerce na rede elétrica de sua residência?

4- Você saberia dizer quais são as características de uma associação em série de dispositivos elétricos? Se sim, explique.

5- Você saberia dizer quais são as características de uma associação em paralelo de dispositivos elétricos? Se sim, explique.

6- Você sabe qual o tipo de associação que utilizamos na rede elétrica em nossas casas? Se sim, explique.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE DIRETORIA ACADÊMICA DE CIÊNCIAS (DIAC) CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

Márcio Magnos Jacinto Ferreira

# ATIVIDADE DE VERIFICAÇÃO DE APRENDIZAGEM COM USO DE SIMULADOR DO PhET

**TEMA:** ASSOCIAÇÃO DE LÂMPADAS

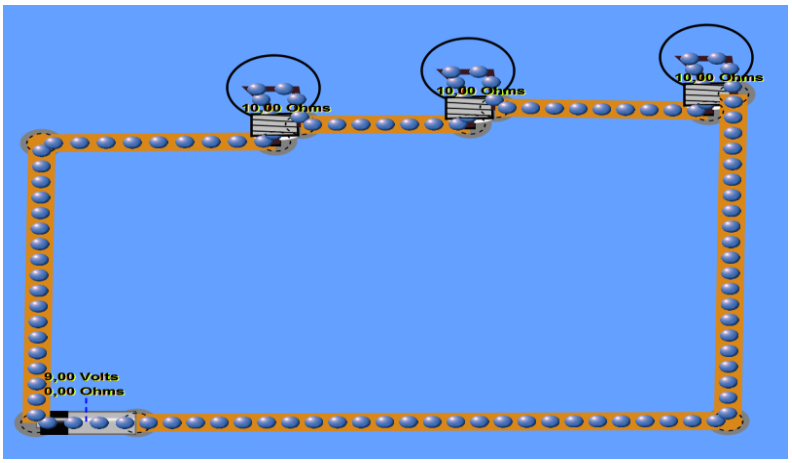
**Orientador:** Roney Roberto de Melo Sousa, Msc

Santa Cruz/RN
2019

## **ATIVIDADE 1** – LÂMPADAS LIGADAS EM SÉRIE

Vamos utilizar o simulador PhET que se encontra disponível no seguinte Endereço: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac. A simulação constitui em montar um circuito constituído por três lâmpadas ligadas em série, como mostrado na figura 1.

Figura 1 – Circuito com três lâmpadas associadas em série.




*Fonte: Elaborada pelo autor, com o auxílio do simulador* PhET *(2019).*

Logo abaixo, temos os passos a serem seguidos na montagem da simulação:

1. Clique sobre o fio e arraste para o quadro principal da simulação;
2. Em seguida clique sobre a lâmpada e arraste para o quadro principal de forma que fique com uma configuração compatível com a figura 1;
3. Para aumentar o tamanho do fio clique sobre a extremidade e arraste na direção desejada;
4. Clique na “bateria” e arraste para o quadro principal da simulação posicionando-a conforme a figura 1;
5. A simulação pode ser feita com dois visuais: o “realista” e o “esquemático”. Você pode alternar entre as duas opções mudando a configuração no quadro

“visual” na coluna no lado direito da tela. Observe que a figura 1 está no visual realista;

6. Por padrão, as resistências das lâmpadas são de 10 ohms. Verifique isso clicando sobre a lâmpada com o botão direito do mouse e em seguida clicando sobre a opção “mostrar valor”.

7. Modifique o valor da tensão na bateria. Para isso, selecione “mudar tensão” e ajuste o valor para 30 V.

8. Com as três lâmpadas acesas, desconecte uma das lâmpadas. Para isso, clique com o botão direito do mouse sobre a lâmpada e selecione “remover”

## QUESTIONÁRIO 1

Questão 1: Ao modificar a tensão o que você percebe?

Questão 2: Descreva o que ocorre tentando explicar o que você percebeu a partir de conceitos físicos.

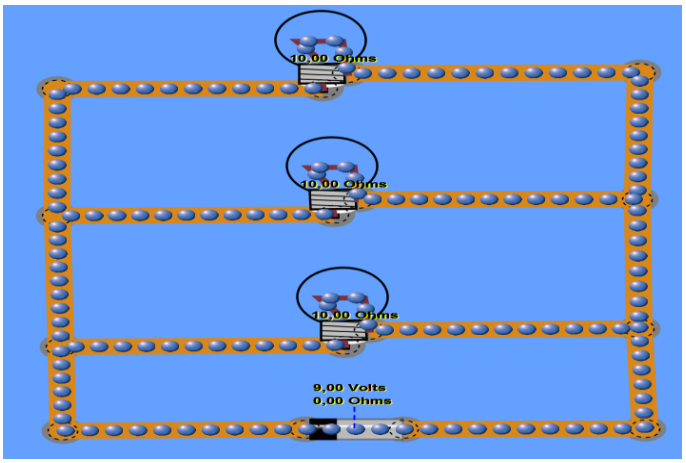
Questão 3: De acordo com sua percepção, porque quando uma lâmpada “queima” ou é desconectada, as demais lâmpadas param de funcionar?

**ATIVIDADE 2** – LÂMPADAS LIGADAS EM PARALELO

Nesta atividade seguiremos o mesmo padrão da atividade anterior, porém estaremos analisando circuitos ligado em paralelo. Antes de iniciar essa atividade clique em “reiniciar tudo”

3. Clique sobre o fio e arraste com o mouse para o quadro principal da simulação;
4. Clique sobre a lâmpada e arraste para o quadro principal da simulação;
5. Repita o procedimento com os fios e lâmpadas, para manter um circuito com as configurações semelhantes à figura 2.

Figura 2 - Circuito com 3 lâmpadas Associadas em paralelo.




Fonte: Elaborada pelo autor, com o auxílio do simulador PhET (2019).

6. Com as 3 lâmpadas ligadas, desconecte uma das lâmpadas. Para isso, clique com o botão direito do mouse sobre a lâmpada e clique em “remover”.

## QUESTIONÁRIO 2

Questão 1: Descreva o que ocorre ao desconectar uma das lâmpadas.

Questão 2: De acordo com a sua percepção, por que quando uma lâmpada “queima” ou é desconectada,

Questão 3: Compare os resultados obtidos comparando as lâmpadas associadas em série e em paralelo após uma das lâmpadas ser desconectada. Que conclusões você obteve a respeito do funcionamento do circuito em cada associação?

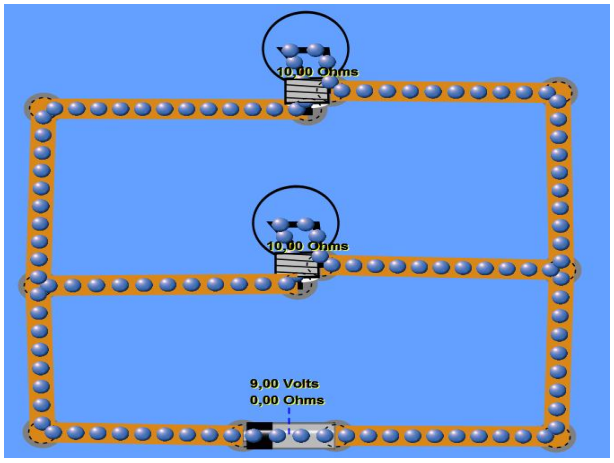
## **ATIVIDADE 3** – ANÁLISE DOS BRILHOS DAS LÂMPADAS

### ANÁLISE DOS BRILHOS DAS LÂMPADAS ASSOCIADAS EM PARALELO

Nesta etapa vamos analisar o que acontece com o brilho das lâmpadas quando estão associadas em paralelo. Seguiremos o mesmo roteiro das demais atividades aqui elencadas.

1. Faça a montagem de um circuito com apenas duas lâmpadas ligadas a uma bateria como mostra a figura 3:

Figura 3 - Análise dos brilhos das Lâmpadas associadas em Paralelo.




Fonte: Elaborada pelo autor, com o auxílio do simulador PhET (2019).

2. Aumente à resistência de uma das lâmpadas para 50 ohms.

## QUESTIONÁRIO 3

Questão 1: Você percebeu algo diferente? Relate aqui:

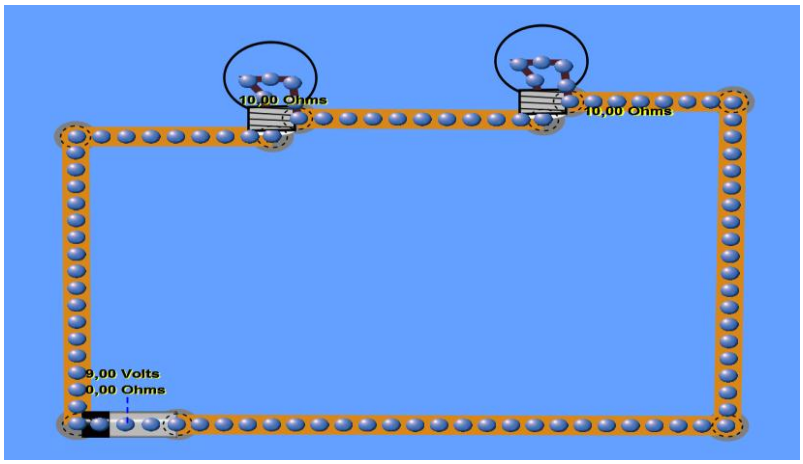
## **ATIVIDADE 4-** ANÁLISE DOS BRILHOS DAS LÂMPADAS

### **5.1 :** ANÁLISE DOS BRILHOS DAS LÂMPADAS ASSOCIADAS EM SÉRIE

Está atividade seguirá o mesmo padrão das que foram feitas anteriormente. A diferença é que agora vamos analisar a intensidade do brilho das lâmpadas quando estão conectadas em série.

1. Faça a montagem de um circuito com apenas duas lâmpadas em série com a mesma resistência e insira uma bateria conforme a figura 4:

Figura 4 - Análise dos brilhos das lâmpadas associadas em série.




Fonte: Elaborada pelo autor, com o auxílio do simulador PhET (2019).

2. Aumente o valor da tensão da bateria para 50 V;
3. Em seguida aumente o valor da resistência para 50 ohms.

## QUESTIONÁRIO 4

Questão 1: O que você percebeu? Relate aqui.

Questão 2: Como explicar a diferença na mudança dos brilhos das lâmpadas associadas em série e em paralelo ao alterarmos as resistências?