

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL NO ENSINO DE FÍSICA - MNPEF

FRANCISCO NAIRON DA COSTA BOTELHO

**O USO DO APLICATIVO ELECTRICMAX NO ENSINO DA LEI DE OHM E
ASSOCIAÇÕES DE RESISTORES**

TERESINA
2021

FRANCISCO NAIRON DA COSTA BOTELHO

**O USO DO APLICATIVO ELECTRICMAX NO ENSINO DA LEI DE OHM E
ASSOCIAÇÕES DE RESISTORES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Polo 26, da Universidade Federal do Piauí – UFPI, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física, na linha de pesquisa de Novas Tecnologias, Recursos e Materiais Didáticos para o Ensino de Física

Orientadora: Profa. Dra. Edina Maria de Sousa Luz

TERESINA
2021

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Centro de Ciências da Natureza
Serviço de Processamento Técnico

B748u Botelho, Francisco Nairon da Costa.
O uso do aplicativo ElectricMax no ensino da lei de Ohm e associações de resistores / Francisco Nairon da Costa Botelho. – 2021.
167 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Mestrado Profissional em Ensino de Física, Teresina, 2021.

“Orientadora: Prof.^a Dr.^a Edina Maria de Sousa Luz”.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Circuitos elétricos – Estudo e ensino. 3. Educação – Inovações tecnológicas. 4. Metodologias de ensino. I. Título.

CDD: 530.07

FRANCISCO NAIRON DA COSTA BOTELHO

**O USO DO APLICATIVO ELECTRICMAX NO ENSINO DA LEI DE OHM E
ASSOCIAÇÕES DE RESISTORES**

Dissertação de Mestrado/Produto Educacional apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física MNPEF - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física, na Linha de Pesquisa: Novas Tecnologias, Recursos e Materiais Didáticos para o Ensino de Física

Teresina (PI), 11 de outubro de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Edina Maria de Sousa Luz - MNPEF/UESPI
Orientadora

Profa. Dra. Cláudia Adriana de Sousa Melo
Examinadora Interna - MNPEF/UFPI

Prof. Dr. Agmael Mendonça Silva -
Examinador Externo – UESPI

Prof. Dr. Francisco Ferreira Barbosa Filho
Suplente Interno – MNPEF/UFPI

Prof. Dr. Antônio de Macedo Filho
Suplente Externo – UESPI

Dedico este trabalho à minha família, que acompanhou e sustentou a trajetória do mesmo e, aos amigos que me agradeceram com seu apoio solidário nos momentos essenciais de precisão.

AGRADECIMENTOS

Aproveito então o ensejo da conclusão deste trabalho, para reiterar, de público, meu agradecimento especial, primeiramente a Deus, que me deu energia e graça para concluir esta dissertação. Minha companheira e mãe dos meus filhos: Bruna Miranda, pelo incentivo, paciência e compreensão ao longo de nossa convivência. Adicionalmente, agradeço a meus pais: Valdir Botelho e Rosa Botelho, que apesar de todas as dificuldades primaram pelo meu estudo. Aos meus tios: Raimundo Botelho, Teresa Botelho (*In Memoriam*) e Elizabete da Costa, os quais tiveram muita paciência comigo e contribuíram muito com a minha formação humana e acadêmica. As minhas irmãs, primas e compadre: Jucileide Botelho, Delmira Botelho, Analice Botelho, Aliciana Botelho e Marcos Maia que sempre manifestaram seu apoio.

Muito grato também a todos os professores do mestrado, especialmente a minha professora e orientadora deste trabalho, Prof^ª. Dr^ª. Edina Maria de Sousa Luz, pela sua paciência e esforço para poder me ajudar nessa longa jornada de estudos.

Agradeço aos colegas da minha turma mestrado, pois me fizeram companhia durante todas as aulas ministradas no referido. Além disso, se mostraram dispostos a me ajudar sempre que foi necessário. Aos alunos da turma anterior do mestrado: Luciano Cabral, Andréia Alvarenga e seu esposo Sandro Alvarenga, que contribuíram muito com sua ajuda e sempre manifestaram seu apoio.

Grato também aos alunos do Centro de Ensino João Paulo I, que estiveram dispostos a participar da pesquisa. Aos professores: José Adalto, Ivone, Edilson Tavares, que nos permitiu aplicar este trabalho de pesquisa, acreditando na sua possível contribuição ao processo de Ensino Aprendizagem.

Não poderia deixar de agradecer também aos professores da Banca Examinadora pelas valiosas contribuições para que, assim, eu possa continuar meus estudos na pós-graduação, em busca de novas respostas para os problemas do ensino de Física na Educação Básica.

Obrigado Sociedade Brasileira de Física (SBF) por desempenhar papel fundamental na expansão e consolidação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

Esta proposta de trabalho, teve como objetivo produzir um aplicativo com o intuito de ensinar a lei de Ohm e associações de resistores no circuito elétrico na perspectiva de uma aprendizagem significativa. O aplicativo desenvolvido como Produto Educacional passou a se chamar **ElectricMax**. Para acompanhar o uso do aplicativo ElectricMax voltado para o ensino da lei de Ohm e associações de resistores elaborou-se também uma sequência didática contemplando situações-problema acerca do conteúdo a ser estudado. Para o eventual trabalho, foi feita simulações no circuito elétrico da expressão primeira lei de Ohm, com o objetivo de construirmos um entendimento significativo da relação entre corrente elétrica, tensão elétrica e resistência elétrica. Também foi feita simulações no circuito elétrico para associações de resistores em série e em paralelo, nesses tipos de associações o aluno percebeu as diferenças entre essas associações e como as grandezas físicas presentes nesses circuitos se comportam e se relacionam, essas simulações foram feitas no aplicativo ElectricMax. Dentro da atual conjuntura sabe-se da necessidade de inovação dos métodos de abordagem do conteúdo em sala de aula para o ensino de física, sendo o uso de tecnologias algo fundamental na construção do ensino aprendizagem, mas quando se fala em tecnologia, não limita-se em apenas aplicativos de celulares, pode-se destacar também o uso de softwares para desenvolvimento de simulações, desde a confecção de experimentos, onde o próprio aluno participa diretamente do processo de construção do conhecimento. Neste trabalho defende-se a hipótese de que o aplicativo ElectricMax se apresente como possibilidade de despertar nos alunos o interesse e, conseqüentemente, a aprendizagem dos conceitos da lei de Ohm e associações de resistores.

Palavras-chave: Tecnologias. Aplicativos. ElectricMax. Ensino e Aprendizagem. Ensino Médio.

ABSTRACT

This work proposal aimed to produce an application in order to teach Ohm's law and resistor associations in the electrical circuit in the perspective of meaningful learning. The application developed as an Educational Product was renamed ElectricMax. To monitor the use of the ElectricMax application aimed at teaching ohm's law and resistor associations, a didactic sequence was also elaborated, contemplating problem-situations about the content to be studied. For the eventual work, simulations were made in the electrical circuit of the expression first Ohm's law, in order to build a meaningful understanding of the relationship between electrical current, electrical voltage and electrical resistance. Simulations were also carried out in the electrical circuit for resistor associations in series and in parallel. In these types of associations the student realized the differences between these associations and how the physical quantities present in these circuits behave and relate to each other, these simulations were performed in the ElectricMax application. Within the current situation, it is known that there is a need for innovation in methods of approaching content in the classroom for the teaching of physics, with the use of technologies being fundamental in the construction of teaching and learning, but when it comes to technology, it does not limit if in cellphone applications only, it is also possible to highlight the use of software for developing simulations, from the making of experiments, where the student himself directly participates in the knowledge construction process. This work defends the hypothesis that the ElectricMax application presents itself as a possibility to awaken in the students the interest and, consequently, the learning of the concepts of Ohm's law and resistor associations.

Keywords: Technologies. Applications. ElectricMax. Teaching and learning. High school.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação de um circuito elétrico simples.....	17
Figura 2 – Símbolos atribuídos a diferentes dispositivos elétricos.....	18
Figura 3 – Movimento desordenado e ordenado de elétrons.....	22
Figura 4 – Movimento ordenado de elétrons no fio condutor.....	23
Figura 5 – Gráfico intensidade de corrente elétrica em função do tempo.....	24
Figura 6 – Gráfico corrente <i>versus</i> diferença de potencial para materiais ôhmicos.....	26
Figura 7 - Gráfico corrente <i>versus</i> diferença de potencial para materiais não-ôhmicos.....	27
Figura 8 – Circuito com duas lâmpadas associadas em série.....	29
Figura 9 - Circuito com duas lâmpadas associadas em paralelo.....	30
Figura 10 – Resistores associados em série.....	31
Figura 11 - Resistores associados em paralelo.....	32
Figura 1 2 – Circuito elétrico simples (gerador e resistor) no aplicativo ElectricMax.....	64
Figura 1 3 – Circuito com resistores em série no aplicativo ElectricMax.....	77
Figura 14 – Circuito Elétrico com resistores em paralelo no aplicativo ElectricMax.....	87
Figura 15 – Tela inicial do aplicativo ElectricMax.....	99
Figura 16 – Tela de submenus do aplicativo ElectricMax.....	100

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Respostas à questão 1 do questionário concepções alternativas.....	47
Quadro 2 - Respostas à questão 2 do questionário concepções alternativas.....	49
Quadro 3 - Respostas à questão 3 do questionário concepções alternativas.....	51
Quadro 4 - Respostas à questão 4 do questionário concepções alternativas.....	53
Quadro 5 - Respostas à questão 5 do questionário concepções alternativas.....	55
Quadro 6 - Respostas à questão 6 do questionário concepções alternativas.....	58
Quadro 7 - Respostas à questão 7 do questionário concepções alternativas.....	59
Quadro 8 - Respostas à questão 8 do questionário concepções alternativas.....	61
Quadro 9 - Respostas à questão 1 do questionário 2.....	65
Quadro 10 - Respostas à questão 2 do questionário 2.....	66
Quadro 11 - Respostas à questão 3 do questionário 2.....	68
Quadro 12 - Respostas à questão 4 do questionário 2.....	69
Quadro 13 - Respostas à questão 5 do questionário 2.....	71
Quadro 14 - Respostas à questão 6 do questionário 2.....	72
Quadro 15 - Respostas à questão 7 do questionário 2.....	74
Quadro 16 - Respostas à questão 8 do questionário 2.....	75
Quadro 17 - Respostas à questão 1 do questionário 3.....	78
Quadro 18 - Respostas à questão 2 do questionário 3.....	80
Quadro 19 - Respostas à questão 3 do questionário 3.....	82
Quadro 20 - Respostas à questão 4 do questionário 3.....	85
Quadro 21 - Respostas à questão 1 do questionário 4.....	88
Quadro 22 - Respostas à questão 2 do questionário 4.....	90
Quadro 23 - Respostas à questão 3 do questionário 4.....	91
Quadro 24 -Respostas à questão 4 do questionário 4.....	94
Quadro 25 - Respostas à questão 1 do questionário 5.....	96
Quadro 26 - Respostas à questão 2 do questionário 5.....	97
Quadro 27 - Respostas à questão 3 do questionário 5.....	97
Quadro 28 - Respostas à questão 4 do questionário 5.....	98
Quadro 29 - Respostas à questão 5 do questionário 5.....	99
Quadro 30 - Respostas à questão 6 do questionário 5.....	100
Quadro 31 - Respostas à questão 7 do questionário 5.....	101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Simulação para o circuito 1 no aplicativo ElectricMax.....	83
Tabela 2 – Simulação para o circuito 2 no aplicativo ElectricMax.....	83
Tabela 3 – Simulação no aplicativo ElectricMax com duas lâmpadas em série de resistências diferentes.....	86
Tabela 4 – Simulação para o circuito 1 no aplicativo ElectricMax.....	92
Tabela 5 – Simulação para o circuito 2 no aplicativo ElectricMax.....	92
Tabela 6 - Simulação no aplicativo ElectricMax com duas lâmpadas em paralelo de resistências diferentes.....	94

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 FUNDAMENTOS SOBRE ELETRODINÂMICA	17
2.1 Geradores de energia elétrica	18
2.1.1 O gerador ideal de energia elétrica.....	19
2.2 Energia potencial elétrica	19
2.3 Potencial elétrico	20
2.3.1 Diferença de potencial.....	21
2.4 Corrente elétrica	22
2.4.1 Intensidade de corrente elétrica.....	23
2.4.2 Corrente elétrica contínua constante.....	24
2.4.3 Corrente elétrica real.....	24
2.4.4 Corrente elétrica convencional.....	25
2.5 Resistência elétrica e a Lei de Ohm	25
2.5.1 Resistores.....	28
2.6 Potência elétrica	28
2.6.1 Potência dissipada.....	29
2.7 Associações de resistores	29
2.7.1 Associação de resistores em série.....	30
2.7.2 Associação de resistores em paralelo.....	32
3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL	34
3.1 O aplicativo ElectricMax e a sequência didática na perspectiva da aprendizagem significativa	35
4 USO DE TECNOLOGIAS NO ENSINO DE FÍSICA	37
4.1 Uso do computador na educação.....	38
4.2 Uso das tecnologias móveis na educação.....	39
4.3 Uso de aplicativos de celular no ensino de física.....	40
5 METODOLOGIA	41
5.1 Caracterização da pesquisa.....	41
5.2 Campo empírico da pesquisa.....	42
5.3 Participantes da pesquisa.....	42
5.4 Instrumentos de produção de dados.....	42
5.5 Procedimentos de análise de dados.....	43
5.6 Produto educacional.....	44

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS DA PESQUISA.....	45
6.1 Conhecimentos prévios ou concepções alternativas acerca da Lei de Ohm e associações de resistores no circuito elétrico.....	45
6.2 Aplicação da Sequência didática no estudo da Lei de Ohm e associações de resistores mediante o uso do aplicativo ElectricMax.....	62
6.2.1 Estudo da Lei de Ohm no circuito gerador e resistor do aplicativo ElectricMax.....	64
6.2.2 Estudo do circuito com resistores em série no aplicativo ElectricMax.....	76
6.2.3 Estudo do circuito com resistores em paralelo no aplicativo ElectricMax.....	87
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	103
REFERÊNCIAS.....	106
APÊNDICE A – O aplicativo ElectricMax e a Sequência Didática (Produto Educacional) com situações-problema acerca da lei de Ohm e associações de resistores no circuito elétrico.....	108
APÊNDICE B – Termo de Concordância da Direção da Instituição de Ensino para a realização da pesquisa.....	151
APÊNDICE C – Termo de Consentimento Livre Esclarecido para participação na pesquisa.....	152
APÊNDICE D – Conhecimentos prévios ou concepções alternativas acerca da lei de Ohm e associações de resistores no circuito elétrico.....	153
APÊNDICE E – Estudo da lei de Ohm no circuito gerador e resistor do aplicativo ElectricMax.....	156
APÊNDICE F – Estudo da associação de resistores em série utilizando o aplicativo ElectricMax.....	159
APÊNDICE G - Estudo da associação de resistores em paralelo utilizando o aplicativo ElectricMax.....	163
APÊNDICE H – O uso de aplicativos móveis na sala de aula.....	167

1 INTRODUÇÃO

A presente dissertação parte do seguinte questionamento: quais as possibilidades de se trabalhar o ensino da lei de Ohm e associações de resistores com o uso de aplicativos a partir de uma sequência didática na perspectiva da aprendizagem significativa? Referente ao questionamento acima, o nosso **objetivo geral** foi produzir um **aplicativo** e uma **sequência didática** que em parte se baseia no uso do mesmo, contemplando situações-problema sobre circuitos elétricos, abordando a lei de Ohm e associações de resistores.

Com o intuito de desenvolver uma aprendizagem significativa nos alunos no que diz respeito ao ensino da lei de Ohm e associações de resistores no circuito elétrico, foi elaborado o aplicativo que foi chamado **ElectricMax**. Em seguida foi elaborada a primeira atividade em que consistia em levantar os conhecimentos prévios ou concepções alternativas que os alunos tinham sobre circuitos elétricos abordando a lei de Ohm e associações de resistores, esta atividade fazia a relação entre as grandezas físicas: tensão elétrica, corrente elétrica, resistência elétrica e potência elétrica, procurando saber as concepções dos alunos sobre o brilho de uma lâmpada em diferentes circuitos elétricos.

Depois da atividade sobre conhecimentos prévios, procuramos elaborar um conjunto de atividades, na perspectiva da aprendizagem significativa, com a utilização do aplicativo ElectricMax. Por último, procuramos fazer uma análise das possíveis contribuições do aplicativo ElectricMax voltado no processo ensino e aprendizagem da lei de Ohm e associações de resistores, como parte dessa análise procuramos elaborar um questionário que levantasse o grau de satisfação por parte dos alunos perante o uso do aplicativo e também verificar o aproveitamento de aprendizagem dos alunos nas outras atividades com a utilização do aplicativo ElectricMax.

Defende-se a **hipótese** que o uso do aplicativo ElectricMax junto com a sequência didática se apresentem como possibilidade de despertar nos alunos o interesse e, conseqüentemente, a aprendizagem significativa dos conceitos da lei de Ohm e associações de resistores nos circuitos elétricos.

Segundo Villatorre (2009), mesmo com os avanços na área do ensino de física, os estudantes continuam a não ver importância e o significado da disciplina no contexto de sua formação geral, seja ela pessoal, seja ela profissional. Desta forma há uma preocupação por parte de professores e pesquisadores que se encontram voltados ao ensino de física na atualidade, essa preocupação estar centrado no como ensinar física e como o aluno aprende seus conceitos.

Dessa forma como professores devemos desenvolver um ensino:

Centrado no aluno e no desenvolvimento de competências científicas como modelagem, argumentação, comunicação, validação,...; focado na aprendizagem significativa de conteúdos clássicos e contemporâneos; fazendo uso intensivo de tecnologias de informação e comunicação, por exemplo, em laboratórios digitais; o professor e o computador como mediadores; (MOREIRA, 2017, P. 12)

Sabe-se que o ensino de Física para o ensino médio, ainda se encontra muito focado em aulas expositivas com exposição de conteúdos no quadro-negro, finalizadas com a resolução de uma série de exercícios matemáticos tirados de livros didáticos. Diante disso para inovar na sala de aula, é necessário que os profissionais da educação estejam atentos e preparados para o uso das novas Tecnologias.

Devido a boa quantidade de materiais digitais disponíveis e levando em conta que grande parte dos alunos provenientes do Ensino Médio tem acesso a um celular digital, pensamos no uso do mesmo como ferramenta pra ser utilizada como apoio a determinadas atividades para determinados conteúdos de Física, servindo de aprofundamento as aprendizagens, possibilitando ao aluno a criação gradual de autonomia no estudo e promovendo o desenvolvimento de suas competências conceptuais, processuais e atitudinais.

Foi pensando nisso que propôs-se desenvolver uma ferramenta tecnológica na forma de aplicativo para ensinar a lei de Ohm e associações de resistores nos circuitos elétricos, no início foi preciso delimitar o conteúdo a ser trabalhado e optou-se justamente *pela lei de Ohm e associações de resistores dentro da eletrodinâmica*.

Além de pensar em desenvolver o aplicativo, procuramos os meios de como desenvolver esse aplicativo, mediante isso procuramos os programas ou plataformas que pudessem ser usados na produção do aplicativo, definido o programa ou plataforma, procuramos dar início ao desenvolvimento do aplicativo.

Sabe-se que os alunos passam grande parte do seu tempo em frente ao celular, dessa forma pensamos em fazer dessa ferramenta um material de apoio para o estudo de circuitos elétricos mediante o uso do aplicativo ElectricMax, desenvolvido com o intuito de ser um suporte de aprendizagem para o estudo de circuitos elétricos, tendo como ênfase a abordagem da primeira lei de Ohm e associação de resistores, acreditando que os alunos possam criar autonomia no estudo de circuitos elétricos.

O desenvolvimento desse projeto estar baseado em evidências que grande parte dos alunos do ensino médio tem dificuldade no estudo de circuitos elétricos e precisam aprender de maneira significativa conceitos envolvidos no estudo de circuitos elétricos. Por ser

utilizado no celular, ferramenta que desperta um grande interesse nos alunos, o uso do aplicativo ElectricMax se apresenta como possibilidade de despertar nos alunos o interesse e, conseqüentemente, a aprendizagem dos conceitos de física sobre eletrodinâmica.

Vive-se o século XXI, portanto um século em que em tivemos muitos avanços tecnológicos em várias áreas do conhecimento, um século em que o acesso à informação se torna mais possível devido a advento da internet, embora muitas pessoas ainda não tenham acesso a esse veículo de informação, é notável que o uso de aparato tecnológico tem aumentando nos últimos tempos.

Na área do Ensino, além das teorias de Ensino Aprendizagem, também tem-se evoluído a gama de materiais voltados ao ensino, por exemplo, na própria física, devido ao Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física, professores estão produzindo produtos ou materiais que estejam voltado para o Ensino de Física.

Vale destacar que ao longo do tempo o próprio livro didático também passou por transformações, percebemos que na área da Física, o livro traz mais informações, tenta vincular o conteúdo com o cotidiano do aluno, embora nesse quesito ainda precisa melhorar muito, pois alguns conteúdos ainda se encontram dispersos da realidade.

Ainda são muito os fatores que desagregam uma boa aprendizagem na sala de aula, o ensino de física precisa de melhores condições.

Além da falta e/ou despreparo dos professores, de suas más condições de trabalho, do reduzido número de aulas no Ensino Médio e da progressiva perda de identidade da Física no currículo nesse nível, o ensino da Física estimula a aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados. Estamos no século XXI, mas a Física ensinada não passa do século XIX. (MOREIRA, 2017, p. 2)

Para Moreira (2017, p. 11) o Ensino na área de Ciências no século XXI é.

Centrado no docente, na aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados. Basicamente do tipo “ensino para testagem”, focado no treinamento para dar respostas corretas. Ao invés de buscar a interfaces e integrações entre disciplinas, as compartimentaliza ou supõe que não existem.

Além dos laboratórios tradicionais a de se destacar também a importância dos laboratórios virtuais no Ensino de Física, outra ferramenta importante para o professor. Este estimulam os alunos a desenvolver competências científicas.

Segundo Moreira (2011) as competências científicas de uma certa forma despertam a autonomia dos alunos, pois os mesmos serão capazes de modificar as características de certos modelos científicos, também serão capazes de criar seus próprios modelos computacionais, na

experimentação fazer ou aprimorar experimentos sobre fenômenos não observáveis diretamente e ainda criar seus próprios ambientes virtuais online.

No próximo capítulo apresento a fundamentação teórica deste trabalho, organizada em *sete subcapítulos*.

O *capítulo três*, aborda a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, nesse capítulo são apontados os principais pontos da teoria e o uso do Produto Educacional na perspectiva da mesma.

O *capítulo quatro*, aborda o uso da tecnologia na área do Ensino de Física, destacando principalmente os avanços na área da informática ou dos computadores e das tecnologias móveis ao longo dos anos, enfatizando que tais aparatos tecnológicos são indispensáveis na construção do conhecimento no século XXI.

O *capítulo cinco*, aborda a metodologia da pesquisa adotada neste trabalho, neste capítulo apresentamos os procedimentos metodológicos que foram empregados para o desenvolvimento da pesquisa e do produto educacional.

O *capítulo seis*, aborda a análise e discussão dos dados, nesse capítulo apresentamos os dados coletados em quadros, mediante a esses dados demos prosseguimento ao procedimento de análise.

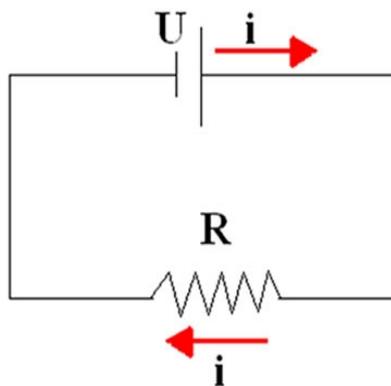
Em fim, no *capítulo sete*, abordamos as considerações finais referentes a este trabalho de pesquisa.

2 FUNDAMENTOS SOBRE ELETRODINÂMICA

Ao estudar eletrodinâmica, associa-se a esse estudo os circuitos elétricos, quando fala-se em circuitos elétricos, logo pensa-se na ligação elétrica das residências, essa ligação é feita por uma extensão de fios que percorrem toda a casa, neles são conectados as lâmpadas e outros dispositivos que podem ser ligados através das tomadas. A lista de dispositivos elétricos ou aparelhos elétricos é bem extensa, alguns deles são: impressora, aparelho de som, televisor, ventilador, todos dependem de uma fonte de energia elétrica e são compostos de circuitos elétricos pelos quais passa uma corrente elétrica.

Segundo Válio (2016, p. 69), “Circuito elétrico é uma composição de dispositivos elétricos conectados entre si por materiais condutores e ligados por uma fonte de energia elétrica”. Vejamos na ilustração abaixo a representação de um circuito elétrico simples.

Figura 1 – Representação de um circuito elétrico simples



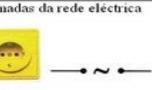
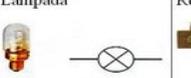
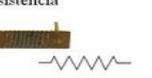
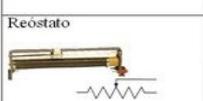
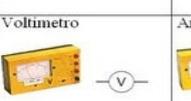
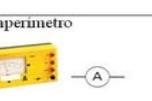
Fonte: Disponível em: <https://s1.static.brasilecola.uol.com.br>

Nesse esquema, as componentes do circuito elétrico são representados por símbolos. As setas destacadas de vermelho representam a corrente elétrica que percorre o circuito elétrico. As duas barras paralelas representam o gerador, dispositivo que fornece energia elétrica ao circuito elétrico, são exemplos de geradores: pilhas, baterias, dínamos e células fotoelétricas.

As linhas pretas que conectam os componentes representam os condutores, geralmente fios de cobre que constituem o caminho por onde a corrente elétrica flui. Temos ainda no circuito a representação de um resistor, que pode ser qualquer dispositivo elétrico que converte energia elétrica em calor, oferecendo uma resistência a passagem de corrente elétrica, na figura 2 temos o símbolo da resistência elétrica.

Na figura 2 apresentamos a representação por símbolos de alguns dispositivos elétricos que podem ser encontrados num circuito elétrico, como exemplo, podemos citar novamente o símbolo da pilha (gerador de energia elétrica), um tipo de gerador elétrico que gera energia elétrica para os outros dispositivos presentes no circuito, bastante presente em dispositivos portáteis, como por exemplo, na lanterna. Como foi destacado, sendo a pilha um gerador, seu símbolo é representado por duas barras paralelas na vertical, sendo a barra menor, o polo negativo e a barra maior, o polo positivo.

Figura 2 – Símbolos atribuídos aos diferentes dispositivos elétricos

<p>Pilha</p> 	<p>Outros geradores (caixa de alimentação)</p> 	<p>Tomadas da rede elétrica</p> 
<p>Fio de ligação</p> 	<p>Lâmpada</p> 	<p>Resistência</p> 
<p>Motor</p> 	<p>Interruptor aberto</p> 	<p>Interruptor fechado</p> 
<p>Reóstato</p> 	<p>Voltímetro</p> 	<p>Amperímetro</p> 

Fonte: Disponível em: experienciasemciencias.blogspot.com

Esses são apenas alguns símbolos de dispositivos que podem ser encontrados num circuito elétrico, cada um desses dispositivos dentro do circuito elétrico apresentam suas funções, no caso do resistor, que é um elemento bastante comum no circuito elétrico, tem como função limitar a corrente elétrica no circuito.

2.1 Geradores de energia elétrica

Segundo Halliday (2009) o gerador de energia elétrica é um dispositivo que realiza trabalho sobre os portadores de cargas mantendo uma diferença de potencial entre dois terminais. Esse dispositivo é chamado de **fonte de tensão**, ou simplesmente **fonte**. Uma fonte de tensão fornece a energia necessária para o movimento através do trabalho que realiza sobre os portadores de carga.

Uma fonte muito útil é a bateria, usada para alimentar uma grande variedade de máquinas, de relógios de pulso a submarinos. A fonte mais importante na vida diária, porém, é o *gerador de eletricidade*, que, através de ligações elétricas (fios) a partir de uma usina de energia elétrica, cria uma diferença de potencial nas residências e escritórios. (HALLIDAY, 2009, p. 167).

Essas fontes de energia citadas acima são fontes artificiais, existem outras fontes artificiais além dessas capazes de gerar energia elétrica. Destacamos que nem todas as fontes de energia elétrica são artificiais. Existem organismos vivos, como as enguias elétricas capazes de gerar energia elétrica.

2.1.1 O gerador ideal de energia elétrica

O gerador ideal de energia elétrica na prática não existe, porque os geradores elétricos não fornecem toda a energia elétrica que são capazes de gerar, isto é, esses geradores de uma certa forma também apresentam resistências elétricas, por possuírem resistência elétrica, dissipam energia elétrica na forma de calor, falando de outro modo, ocorre efeito joule nesses geradores.

Para o nosso estudo, estamos considerando que os geradores são ideais, pois não estamos levando em conta sua resistência elétrica, portanto considerando que toda a energia elétrica gerada seja fornecida ao circuito elétrico.

2.2 Energia Potencial Elétrica

De acordo com Halliday (2009), podemos associar uma energia potencial elétrica U a um sistema quando uma força eletrostática age entre duas ou mais partículas. A força eletrostática realiza um trabalho W sobre as partículas à medida que se tem uma mudança na configuração do sistema, isto é, quando o sistema muda sua configuração de um estado inicial i para um estado final f . Nessa mudança de configuração temos uma variação da energia potencial que é dada por

$$\Delta U = U_f - U_i = -W. \quad (1.1)$$

Como acontece com qualquer *força conservativa*, o trabalho realizado pela força eletrostática é independente da trajetória. A variação da energia potencial elétrica do elétron está relacionada ao trabalho W realizado pelo campo elétrico sobre o elétron. Esse trabalho realizado por uma força constante \vec{F} sobre uma partícula que sofre um deslocamento \vec{d} é dado por

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} \quad (1.2)$$

A força eletrostática e o campo elétrico estão relacionados pela equação $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$ (1.3), onde q é a carga do elétron ($-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$).

Substituindo \vec{F} por seu valor na equação $W = \vec{F} \cdot \vec{d}$ e calculando o produto escalar, obtemos a relação

$$W = q \cdot \vec{E} \cdot \vec{d} = q \cdot E \cdot d \cdot \cos \Theta, \quad (1.4)$$

onde Θ é o ângulo entre as direções de \vec{E} e \vec{d} .

Ainda falando de energia potencial elétrica temos que essa energia é descrita de forma sucinta conforme o exposto abaixo.

Energia potencial elétrica é a energia de um objeto carregado na presença de um campo elétrico externo (ou, mais precisamente, a energia do sistema formado por um objeto e um campo elétrico externo); é medida em joules. (HALLIDAY, 2009, p. 81).

Em outras palavras, esse campo elétrico pode ser gerado por uma carga elétrica, fixa em certo ponto do espaço, sendo assim ela cria a sua volta um campo elétrico, esse seria o campo elétrico externo, uma carga ou partícula de prova colocada na presença desse campo elétrico adquire a energia potencial elétrica.

2.3 Potencial elétrico

Segundo Halliday (2009, p. 79) “a energia potencial de uma partícula carregada na presença de um campo elétrico depende do valor da carga. Por outro lado, a *energia potencial por unidade de carga* associada a um campo elétrico possui um valor único em cada ponto do espaço”.

Conforme Halliday(2009), a energia potencial por unidade de carga, não depende da carga q de uma partícula de prova, esse potencial é uma característica apenas do campo elétrico na região do espaço, isto é, podemos dizer que esse potencial elétrico depende do valor da carga geradora do campo elétrico. A energia potencial elétrica por unidade de carga em um ponto do espaço é chamada de **potencial elétrico**. Assim, denominamos o potencial

elétrico associado a um ponto do espaço, e o indicamos por V , o quociente entre a energia potencial elétrica U da partícula na presença do campo elétrico e o valor de sua carga q , isto é,

$$V = \frac{U}{q} \quad (1.5)$$

Observa-se que o potencial elétrico é uma grandeza escalar. De acordo com a equação 1.5, a unidade de potencial elétrico é o *joule por coulomb*.

De acordo com Halliday (2009, p.80), “Esta combinação é usada com tanta frequência que uma unidade especial, o *volt (V)*, é usada para representá-la. Assim,

$$1 \text{ volt} = 1 \text{ joule por coulomb.}”$$

2.3.1 Diferença de Potencial Elétrico

Segundo Halliday (2009), a diferença de potencial elétrico ΔV entre dois pontos i e f é igual à diferença entre os potenciais elétricos dos pontos:

$$\Delta V = V_f - V_i = \frac{U_f}{q} - \frac{U_i}{q} = \frac{\Delta U}{q} \quad (1.6)$$

Na equação 1.1, temos que $\Delta U = -W$, então na equação 1.6 podemos substituir ΔU por $-W$, sendo assim podemos definir a diferença de potencial entre dois pontos como

$$\Delta V = V_f - V_i = - \frac{W}{q} \quad (1.7)$$

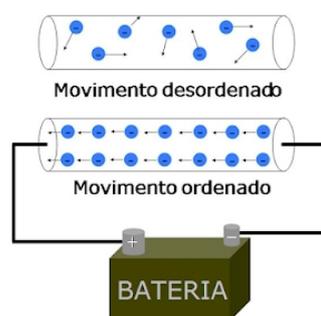
A diferença de potencial entre dois pontos é, portanto, o negativo do trabalho realizado pela força eletrostática para deslocar uma carga unitária de um ponto para outro. Uma diferença de potencial pode ser positiva, negativa ou nula, dependendo dos sinais e dos valores absolutos de q e W .

2.4 Corrente elétrica

Segundo Barreto Filho (2013, p. 82) “chamamos de **corrente elétrica** o movimento ordenado de cargas elétricas no interior de um condutor, visto que, normalmente, há o movimento desordenado de elétrons livres, ou de outros portadores de cargas, devido a agitação térmica”.

Na figura 3 temos a representação do movimento desordenado de cargas elétricas e também a representação do movimento ordenado de cargas elétricas, como podemos ver na figura as cargas elétricas em questão são os elétrons.

Figura 3 – Movimento desordenado e ordenado de elétrons



Fonte: Disponível em: <http://www.fisicaresolvida.com.br/2015/05/eletrodinamica-corrente-eletrica-resistencia-eletrica-e-lei-de-ohm.html>

Luiz (2009, p. 119) ao falar da corrente elétrica diz que:

A condição necessária e suficiente para a existência do equilíbrio eletrostático exige que o potencial elétrico permaneça constante em todos os pontos do condutor. Quando existe uma diferença potencial entre dois pontos de um condutor, surge um **corrente elétrica** através do condutor.

Sendo assim, olhando a figura 3, entre o polo negativo e o polo positivo existe uma diferença de potencial entre dois pontos, essa diferença de potencial possibilita o movimento ordenado de elétrons que se movimentam no fio condutor do polo negativo para o polo positivo.

Ainda segundo Luiz (2009), a corrente elétrica produz efeitos físicos que podem ser estudados experimentalmente, sendo que o efeito fundamental associado a corrente elétrica é o **efeito térmico** ou **efeito Joule**; destaca-se ainda o efeito magnético com a criação de um **campo magnético**. Tais efeitos são muito importantes pois contribuem para aplicações

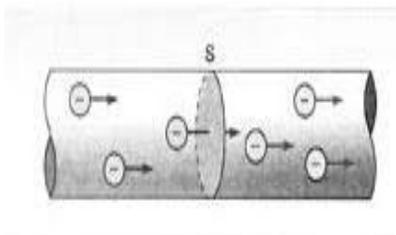
tecnológicas que facilitam nossa vida, no caso do efeito térmico temos o uso do chuveiro elétrico, ferro de passar, soprador térmico, entre outros.

No caso do campo magnético temos o princípio de funcionamento do motor elétrico, outra importante tecnologia bastante presente nas nossas vidas. Além dos efeitos citados, temos ainda efeitos químicos, luminosos e fisiológicos.

2.4.1 Intensidade de corrente elétrica

Na figura 4 temos a representação do movimento de elétrons que se movimentam ordenadamente através de um fio condutor, nesse fio condutor temos uma certa quantidade de cargas elétricas, dada pela fórmula $\Delta Q = n \cdot e$ (1.8), onde n representa o número de partículas elementares, sendo que e é o valor da carga elementar, isto é, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Essa quantidade de cargas elétricas atravessam uma seção S do fio num intervalo de tempo Δt .

Figura 4 - Movimento ordenado de elétrons no fio condutor



Fonte: Disponível em: <https://www.colegioweb.com.br/corrente-e-tensao-eletrica/intensidade-da-corrente-eletrica.html>

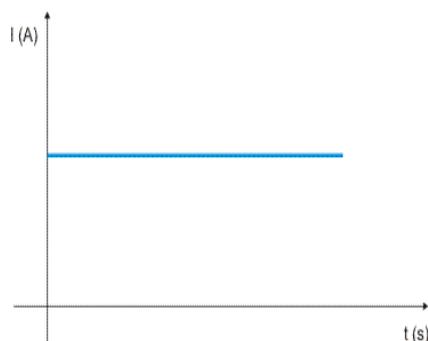
De acordo com Torres (2016, p. 47) “Define-se a **intensidade de corrente elétrica (I)** como a razão entre carga elétrica ΔQ que passa pela seção S do fio condutor e o intervalo de tempo Δt em que ocorreu essa passagem: $I = \Delta Q / \Delta t$ ” (1.9).

Da definição acima, chegamos a conclusão que a unidade de intensidade de corrente elétrica no SI é o **coulomb por segundo (C/s)**, essa unidade de medida recebeu o nome de **ampere (A)**.

2.4.2 Corrente elétrica contínua constante

Segundo Biscuola (2016, p.97) “Uma corrente elétrica é **contínua constante** quando mantém intensidade e sentidos constantes no decorrer do tempo. Seu gráfico $I \times t$ é um segmento de reta paralela ao eixo dos tempos”.

Figura 5 – Gráfico intensidade de corrente elétrica em função do tempo



Fonte: disponível em: <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/Eletrodinamica/caecc.php>

No gráfico da figura 5, **I** é a intensidade de corrente elétrica e **t** é o tempo. As correntes elétricas constantes podem ser encontradas em pilhas e baterias, um exemplo clássico de corrente elétrica contínua, é a corrente elétrica gerada na lâmpada de uma lanterna ligada.

2.4.3 Corrente elétrica real

A corrente real nada mais é que o movimento ordenado de elétrons num fio condutor, esses elétrons se movimentam de regiões onde o potencial elétrico é menor para regiões de maior potencial elétrico, por exemplo, num fio condutor alimentado por uma bateria, esses elétrons se movimentam do polo negativo para o polo positivo.

De acordo com Torres (2016, p. 47) “Sabemos então que a corrente elétrica nos condutores metálicos é constituída pela movimentação ordenada de elétrons. Essa é a **corrente real**”.

2.4.4 Corrente elétrica convencional

Segundo Serway (2006), as partículas que fluem através de um condutor metálico, podem ser carregadas positiva ou negativamente, ou podemos ter dois ou mais tipos de partículas que se deslocam, com cargas de ambos os sinais no fluxo. **Convencionalmente, definiu-se a direção de corrente como a direção do fluxo de carga positiva**, independentemente do sinal das partículas carregadas reais em movimento. Consequentemente, quando falamos da corrente em um condutor metálico, como por exemplo, o cobre, a direção da corrente é oposta a direção do fluxo dos elétrons.

Torres (2016, p. 47) ao falar de corrente convencional relata:

Entretanto, por razões históricas, que remontam à época em que se considerava que a eletricidade era produzida pela movimentação de um fluido elétrico, tornou-se estabelecer uma convenção. De acordo com essa convenção, a corrente elétrica nos condutores metálicos é constituída pelo movimento ordenado de partículas positivas (com a mesma carga, em módulo, dos elétrons); portanto, em sentido contrário ao movimento dos elétrons. Tal corrente, que faz uso dessas partículas positivas hipotéticas, é a chamada **corrente convencional**.

Então, como podemos perceber, a corrente convencional representa o movimento dos prótons que apresentam cargas elétricas positivas, esses prótons diferente dos elétrons se movimentam para regiões de menor potencial elétrico, isto é, num condutor metálico alimentado por uma bateria, eles se movem do polo positivo para o polo negativo. Dessa forma fica bem evidente que **corrente real** é representada pelo *movimento de elétrons* e **corrente convencional** é representada pelo *movimento de prótons*.

2.5 Resistência elétrica e a lei de Ohm

Segundo Serway (2006), a resistência elétrica é constante para uma grande partes dos materiais, isso inclui principalmente os metais, os experimentos de laboratórios mostraram que a resistência elétrica é constante para grande parte das voltagens aplicadas, esse comportamento ficou conhecido como lei de Ohm, em homenagem a George Simon Ohm (1787 – 1854), ele foi o primeiro a fazer um estudo sistemático da resistência elétrica.

Ainda segundo Serway (2006), existe uma relação de proporcionalidade entre a diferença de potencial ΔV aplicada as extremidades de um condutor metálico e a corrente

elétrica gerada nesse condutor, nessa relação a corrente elétrica é proporcional a diferença de potencial, a relação entre essas grandezas pode ser expressa através da expressão

$$\Delta V = IR \quad (1.10)$$

onde o R é uma constante de proporcionalidade chamada de resistência do condutor.

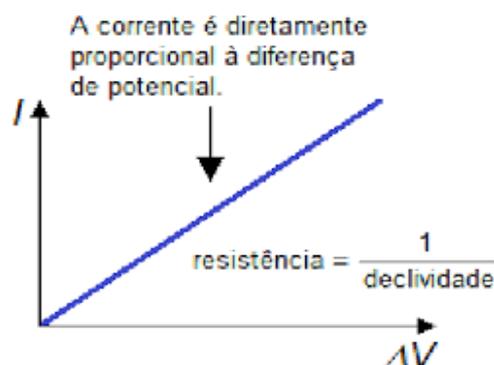
A resistência pode ser definida como a razão entre a voltagem no condutor e a corrente que transporta, ficando dessa forma,

$$R = \frac{\Delta V}{I} \quad (1.11)$$

A unidade de resistência no SI é o **volt por ampère**, como ocorre com tanta frequência uma unidade especial é usada para representá-la, o **ohm** (Ω).

De acordo com Halliday (2009), a lei de Ohm é uma afirmação de que a corrente elétrica que atravessa um dispositivo é sempre diretamente proporcional à diferença de potencial aplicada ao dispositivo. Porém a lei de Ohm não se trata de uma lei, pois a afirmação de que a corrente elétrica é diretamente proporcional a diferença de potencial só é válida em certas situações, entretanto por razões históricas continua a ser chamada de “lei”. Na figura 6 temos uma situação em que a corrente elétrica é diretamente proporcional a diferença de potencial elétrico.

Figura 6 - Gráfico corrente *versus* diferença de potencial para materiais ôhmicos



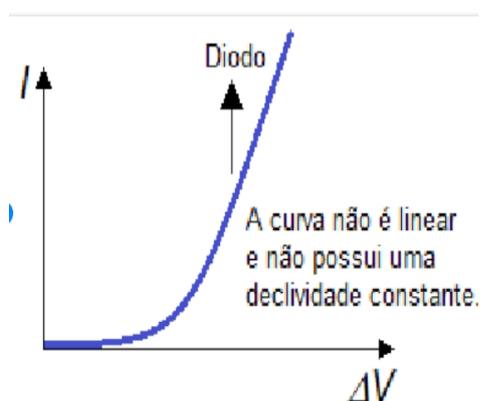
Fonte: Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Grafico-Tensao-x-Corrente-de-um-Resistor_fig1_264236780

Diz-se que um dispositivo obedece a lei de Ohm se resistência do dispositivo não depende do valor absoluto nem da polaridade da diferença de potencial aplicada. Podemos ter

como exemplo, alguns resistores que mesmo sobre variação da diferença de potencial, sua resistência elétrica permanece constante e a corrente elétrica nessa situação é diretamente proporcional a essa diferença de potencial, na figura 6 temos a representação do gráfico de um resistor ôhmico.

Por outro lado temos os dispositivos que não obedecem a lei de Ohm, como exemplo podemos citar o diodo semicondutor. Nesse dispositivo a corrente elétrica não se torna diretamente proporcional a diferença de potencial aplicada, só existe corrente elétrica no diodo semicondutor quando a polaridade da diferença de potencial é positivo e, também a partir de um certo valor de diferença de potencial.

Figura 7 - Gráfico corrente *versus* x diferença de potencial para materiais não-ôhmicos



Fonte: Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Simbolo-Representativo-do-diodo-Semicondutor_fig6_264236780

Knight (2009, p. 958) ao falar um pouco mais sobre a Lei de Ohm alerta que

Os livros didáticos sobre circuitos elétricos geralmente escrevem a lei de Ohm como $V = IR$, em vez de $I = \Delta V/R$. Isso pode induzi-lo ao erro até que você tenha experiência suficiente em análise de circuitos. Primeiro, a lei de Ohm relaciona a corrente à diferença de potencial entre os terminais do condutor. Engenheiros e projetistas de circuitos subentendem uma “diferença de potencial” quando usam o símbolo V , mas o uso do símbolo é facilmente negligenciado por novatos que pensam que ele significa “o potencial”. Segundo, a relação $V = IR$, ou mesmo $\Delta V = IR$, sugere que uma corrente I causa uma diferença de potencial ΔV . Como você viu, a corrente é que é a consequência de uma diferença de potencial; por isso a relação $I = \Delta V/R$ constitui uma descrição melhor de causa e efeito.

Pode-se confirmar que o relato Knight está presente na grande maioria dos livros didáticos, ou seja, esses livros realmente escrevem a lei de Ohm na forma $V = RI$, em vez de $I = \Delta V/R$. Como sabemos, a diferença de potencial aplicada num condutor é que provoca uma corrente elétrica nesse condutor. Com relação ao símbolo da diferença de potencial, alguns

livros do ensino médio realmente utilizam a letra V, no entanto, já observamos que alguns livros também costumam utilizar a letra U como símbolo para representar a diferença de potencial.

Essas mudanças de símbolos para representar uma grandeza física, costuma causar uma pequena confusão na cabeça dos alunos porque as vezes esses alunos já estão acostumados a utilizar um determinado símbolo presente em determinado livro, quando há uma mudança de livro, essa mudança provoca estranheza nos alunos.

2.5.1 Resistores

“Um condutor cuja função em um circuito é introduzir uma certa resistência é chamado de **resistor**”. (HALLIDAY, 2009, p. 147).

Ao oferecerem resistência a passagem de corrente elétrica eles transformam **energia potencial elétrica** em **energia térmica**, essa transformação recebe o nome de **efeito Joule**. Isso acontece porque os elétrons livres que se movem através do condutor colidem com cátions do metal, nessas colisões esses cátions passam a vibrar com amplitudes maiores ocasionando um eventual aumento de temperatura.

De uma certa forma todos os aparelhos elétricos apresentam resistências elétricas, isto é, todos dissipam uma parcela da energia elétrica em calor. Podemos citar aparelhos como ferro de passar roupa, chuveiros, computadores, aquecedores, lâmpadas incandescentes, dentre outros.

2.6 Potência elétrica

De acordo com Halliday (2009) um dispositivo elétrico quando submetido a uma diferença de potencial ΔV , recebe energia elétrica que vem de uma fonte (gerador), a potência P, ou taxa de transferência de energia elétrica ao dispositivo elétrico é dada por

$$P = I \cdot \Delta V \quad (1.12)$$

Segundo Graça (2012) a equação $P = I \cdot \Delta V$ é independente do tipo de material, seja ele ôhmico ou não ôhmico, portanto, essa equação se aplica a qualquer tipo de transferência de energia elétrica.

2.6.1 Potência dissipada

Para os resistores ou outros dispositivos de resistência R , combinando as equações $R = \Delta V / I$ e $P = I \cdot \Delta V$, obtém-se a taxa de dissipação de energia elétrica devido à resistência, isto é, as seguintes expressões:

$$P = I \cdot \Delta V = I (I \cdot R) = I^2 \cdot R \quad (1.13)$$

ou

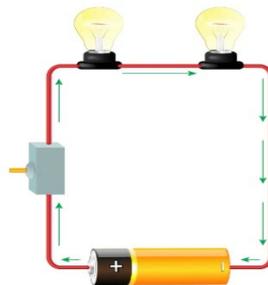
$$P = I \cdot \Delta V = \left(\frac{\Delta V}{R} \right) \cdot \Delta V = \frac{\Delta V^2}{R} \quad (1.14)$$

No caso dos materiais ôhmicos, as equações $P = I^2 \cdot R$ e $P = \frac{\Delta V^2}{R}$ se aplicam apenas à transferência de energia elétrica para energia térmica em um dispositivo com resistência.

2.7 Associações de resistores

Os resistores nos circuitos elétricos podem ser associados de diferentes maneiras, dependendo do tipo de circuito que estamos querendo montar. Essas associações de resistores podem ser do tipo em série, paralela, ou mista. Por exemplo, nos circuitos elétricos de uma árvore-de-natal, as lâmpadas com suas resistências elétricas vem associadas em série semelhante a figura 8.

Figura 8 – Circuito com duas lâmpadas associadas em série

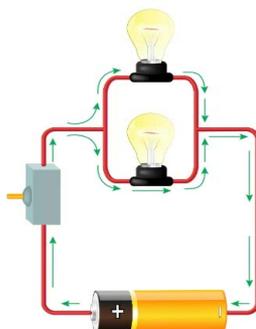


Fonte: Disponível em: <http://www.drb-m.org/eletrodinamica/Circuitoeltrico.htm>

Um tipo muito comum de circuito elétrico em que os dispositivos com suas resistências elétricas vem associados em paralelo é o circuito residencial, mas vale destacar que nesse tipo de circuito também pode aparecer elementos ou dispositivos que podem ser

ligados em série com outros dispositivos, sendo que no mesmo circuito pode ter dispositivos em série e em paralelo caracterizando portanto uma associação mista. A figura 9 diz respeito a um circuito elétrico em que os elementos (lâmpadas) estão associados em paralelo.

Figura 9 – Circuito com duas lâmpadas associadas em paralelo

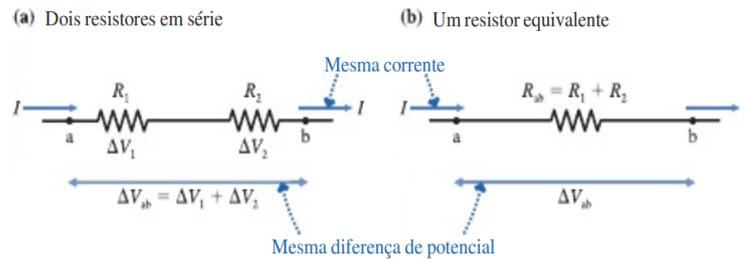


Fonte: Disponível em: <http://www.dr-b-m.org/eletrodinamica/Circuitoeltrico.htm>

Portanto na figura 9, as lâmpadas estão associadas em paralelo, isto é, ambas ficam sujeitas a mesma tensão elétrica fornecida pelo gerador (pilha), no circuito elétrico da figura 9, temos uma corrente elétrica em cada lâmpada, de modo que a corrente elétrica que passa por todo o circuito é igual à soma das correntes elétricas que passa por cada uma das lâmpadas na associação.

2.7.1 Associação de resistores em série

Segundo Knight (2009) a figura 10 mostra dois resistores ligados extremidade a extremidade entre dois pontos a e b, portanto, vale ressaltar que poderia ser mais de dois resistores ligados extremidade a extremidade, esses resistores alinhados em sequência, *sem haver nós entre eles*, são chamados de **resistores em série**. Nesse tipo de associação devido à inexistência de nós e ao fato da corrente ser conservada, **a corrente I deve ser a mesma através de cada um desses resistores.**

Figura 10 – Resistores associados em série

Fonte: Dados eletrônicos. – Porto Alegre : Bookman, 2009.

Pela expressão da lei de Ohm, temos que as diferenças de potencial nos resistores R_1 e R_2 são respectivamente $\Delta V_1 = IR_1$ e $\Delta V_2 = IR_2$. A diferença de potencial total ΔV_{ab} na figura 10.a entre os pontos a e b é a soma das diferenças de potencial individuais:

$$\Delta V_{ab} = \Delta V_1 + \Delta V_2 = IR_1 + IR_2 = I(R_1 + R_2) \quad (1.5)$$

Portanto, semelhante a equação 1.5, se tivermos N resistores ligados em série entre os pontos a e b, a diferença de potencial entre esses pontos seria:

$$\Delta V_{ab} = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \dots + \Delta V_N = IR_1 + IR_2 + IR_N = I(R_1 + R_2 + \dots + R_N) \quad (1.6)$$

Aplicando novamente a expressão da lei de Ohm entre os pontos a e b na figura 10.a para encontrar a resistência elétrica R_{ab} entre esses pontos, temos:

$$R_{ab} = \frac{\Delta V_{ab}}{I} = \frac{I(R_1 + R_2)}{I} = R_1 + R_2 \quad (1.7)$$

Chega-se a conclusão que a resistência elétrica R_{ab} na figura 10.b é equivalente a um único resistor com resistência $R_1 + R_2$. Portanto, se tivermos N resistores ligados em série, sua resistência equivalente será

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_N \quad (1.8)$$

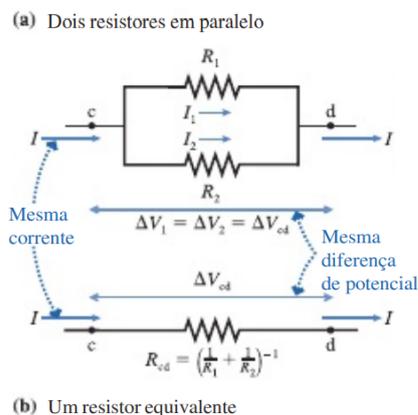
Então, na associação em série se os resistores da associação forem substituídos por um único resistor de resistência equivalente (R_{eq}), o comportamento do circuito elétrico fica

inalterado, ou seja, **uma mesma corrente elétrica passa por todos os resistores ligados em série**, essa é a principal ideia-chave.

2.7.2 Associação de resistores em paralelo

Segundo Knight (2009) a figura 11.a mostra dois resistores ligados lado a lado, com suas extremidades conectadas aos pontos **c** e **d**, esses resistores conectados aos mesmos pontos por ambas as extremidades são chamados de **resistores em paralelo**. Percebe-se que as extremidades esquerdas dos dois resistores estão ligadas ao ponto **c**, isto é, estão no mesmo potencial V_c . Semelhantemente, as extremidades do lado direito dos dois resistores estão no mesmo potencial V_d . Sendo assim, as diferenças de potencial ΔV_1 e ΔV_2 são iguais a diferença de potencial ΔV_{cd} .

Figura 11 – Resistores associados em paralelo



Fonte: Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Bookman, 2009.

Pela lei dos nós de Kirchhoff (a soma das correntes que entram em um nó é igual à soma das correntes que saem do nó) aos pontos **c** e **d** na figura 11.a, temos:

$$I = I_1 + I_2 \quad (1.9)$$

Como já se sabe $\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_{cd}$, isto é, os resistores em paralelo estão sujeitos a mesma diferença de potencial, aplicando a lei de Ohm nos resistores R_1 e R_2 para acharmos I_1 e I_2 , somando essas correntes acharemos a corrente elétrica total no circuito

$$I = I_1 + I_2 = \frac{\Delta V_1}{R_1} + \frac{\Delta V_2}{R_2} = \frac{\Delta V_{cd}}{R_1} + \frac{\Delta V_{cd}}{R_2} = \Delta V_{cd} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad 1.10$$

Chega-se a conclusão que a resistência elétrica R_{cd} na figura 11.b é equivalente a um

único resistor com resistência $\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^{-1}$. Portanto, se tivermos N resistores ligados em paralelo, sua resistência equivalente será

$$R_{eq} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N} \right)^{-1} \quad 1.11$$

a equação 1.11 pode ser escrita ainda na da seguinte forma

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N} \quad 1.12$$

Então, na associação em paralelo se os resistores da associação forem substituídos por um único resistor de resistência equivalente (R_{eq}), o comportamento do circuito elétrico fica inalterado, ou seja, podemos afirmar que a corrente elétrica total no circuito continua a mesma, ressaltamos também que a ideia-chave principal nesse tipo de associação é que todos os resistores estão sujeitos à mesma diferença de potencial.

3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL

Segundo Moreira (2011), a teoria da aprendizagem significativa, aquela publicada por David Ausubel em 1963 e depois reiterada por ele em 2000, tem como ideia central que para o desenvolvimento de uma aprendizagem com significado, tem que se levar em conta o conhecimento prévio do aluno, sendo que são necessárias algumas condições para que a aprendizagem possa ocorrer.

A Teoria tem como alicerce a corrente psicológica do *cognitivismo*. Seguindo essa corrente, a ênfase está na cognição, em como o indivíduo conhece, como organiza sua estrutura cognitiva, ainda seguindo essa linha de pensamento a cognição se dá por construção, chegando-se ao *construtivismo*, onde o sujeito constrói seu conhecimento em vez de simplesmente depositar a informação. No construtivismo a construção cognitiva é facilitada por meio das *metodologias construtivistas* baseadas em *teorias do construtivismo* onde o aluno se torna o construtor do próprio conhecimento.

De acordo com Moreira (2013, p.4), “Jean Piaget (1973, 1976), Jerome Bruner (1973), Lev Vygotsky (1987, 1988), Gérard Vergnaud (1990) e David Ausubel são os grandes estudiosos do Construtivismo”.

Quando se fala em aprendizagem significativa, têm-se duas as condições para que ela ocorra, sendo essas as condições:

material *potencialmente significativo* (que implica logicidade intrínseca ao material e disponibilidade de conhecimentos especificamente relevantes) e *predisposição para aprender*. (MOREIRA, 2011, p. 26).

Segundo Moreira (2013) a teoria de Ausubel segue alguns pressupostos, isto é, o ser humano não precisa fazer as descobertas para aprender de maneira significativa. Basta que ele saiba relacionar interativamente o novo conhecimento, com algum conhecimento prévio, ou seja, com algum subsunçor.

Ainda segundo Moreira (2013, p.8) a aprendizagem significativa apresenta três formas.

A mais comum, é a *subordinada*, na qual o conhecimento se subordina a um outro conhecimento já existente na estrutura cognitiva com alguma estabilidade e clareza. A *superordenada* é aquela aprendizagem em que há uma reorganização cognitiva de modo que um conhecimento passa a ser hierarquicamente (estrutura cognitiva é dinâmica, hierárquica buscando sempre organização) superior a outros. A *combinatória* é aquela em que o significado de um novo conhecimento decorre da interação cognitiva com conjunto de conhecimentos prévios, semelhante a uma pessoa que tem um domínio sobre uma diversidade de conhecimentos.

De acordo com Moreira (2013) a aprendizagem significativa inclui-se em três tipos, podendo ser *representacional*, *conceitual* e *proposicional*. A representacional que seria aquela em para o indivíduo, um signo, um ícone, na sua representação é muito específico, reduzindo-se a um único evento ou objeto.

No tipo representacional, digamos que pode ser comparado a uma criança quando está absorvendo o conhecimento das coisas, por exemplo, quando ela passa a conhecer o objeto, que pode ser, qualquer objeto da casa, ela não consegue expandir o seu conhecimento acerca daquele objeto, desta forma ela não consegue imaginar as diversas possibilidades de como esse objeto pode se apresentar, isto é, diferentes formas, diferentes tamanhos, diferentes materiais.

Já quando o indivíduo expande suas representações saindo do específico, temos a aprendizagem conceitual. Esses conceitos evoluem indo além de mostrar as regularidades em eventos ou objetos, sendo construído as proposições com seus significados, surgindo a aprendizagem proposicional.

Segundo Moreira (2013, p.11) “mais do que uma classificação, a existência das formas e tipos evidencia a complexidade e a dinamicidade da aprendizagem significativa”. A ênfase da teoria de Ausubel está na *cognição* e a mesma se dá por *construção*, desse modo a aprendizagem significativa pode evoluir nas suas diferentes formas e tipos, isto é, uma aprendizagem representacional pode evoluir para conceitual. Uma aprendizagem subordinada pode passar a ser superordenada. Uma aprendizagem combinatória pode envolver subordinação, superordenação e conceitualização. E assim por diante”.

Sabe-se que a educação contemporânea ou a educação dos tempos atuais, pouco evoluiu, uma vez que muito professores ainda usam outros meios para a construção da aprendizagem, porém esses meios mostram se obsoletos, pois não propiciam aprendizagem, isto é, a construção do conhecimento não se dá por meios de metodologias construtivistas, ficando o ensino mais focado no treinamento para aplicação de testes de aprendizagem, em que a aprendizagem apresenta-se sem muitos significados.

3.1 O aplicativo ElectricMax e a sequência didática na perspectiva da aprendizagem significativa

O professor é um agente fundamental na elaboração de atividades de ensino, ele enfrenta os desafios envolvendo o ensino e aprendizagem na sala de aula, as atividades elaboradas pelo professor servem como instrumento de mediação proporcionando uma

relação entre os fenômenos e processos da ciência. Como instrumento de ensino as atividades produzidas devem promover uma perspectiva problematizadora, dessa forma essas atividades têm que ser potencialmente significativas, pois dessa forma ela se torna um pressuposto para aprendizagem.

Segundo Moreira (2011) o ser humano não precisa fazer as descobertas para aprender de maneira significativa. Basta que ele saiba relacionar interativamente o novo conhecimento, com algum conhecimento prévio, ou seja, com algum subunçor, mas esse conhecimento prévio tem que ser adequado, especificamente relevante, isso implica também o uso de materiais potencialmente significativos. Nesse sentido, esperamos que o **aplicativo ElectricMax** e a **sequência didática** se configurem como um material de apoio didático potencialmente significativo produzindo aprendizagem nos alunos.

Na sequência didática, temos a primeira atividade que visa levantar os conhecimentos prévios dos alunos, ou seja, os subunçores. Como sabemos esses conhecimentos têm que ser adequados e relevantes, isto é, para que possa haver uma aprendizagem significativa dos conteúdos posteriores, porém os alunos deverão relacionar interativamente esses conhecimentos com os conhecimentos prévios.

De acordo com Zabala (1998, p.18), as sequências didáticas são

Um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.

Nessa perspectiva a sequência didática foi elaborada com o objetivo educacional de se produzir aprendizagem no que diz respeito ao ensino da lei de Ohm e associações de resistores, a mesma foi produzida de forma ordenada, partindo inicialmente do levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo, depois para atividades com simulações mediante a utilização do aplicativo ElectricMax, partimos do circuito elétrico mais básico para o mais complexo.

Proporcionando uma aprendizagem significativa, temos o levantamento dos conhecimentos prévios, depois temos a primeira simulação no circuito elétrico do aplicativo ElectricMax, para o aluno compreender as relações entre as grandezas presentes na expressão da lei de Ohm, essa compreensão é necessária para que o aluno adquira os conhecimentos necessários ao estudo de circuitos elétricos, por tanto, o aluno é levado a relacionar interativamente o novo conhecimento com os conhecimentos prévios.

4 USO DE TECNOLOGIAS NO ENSINO DE FÍSICA

Segundo Fava (2016) no início dos anos 2000 passamos a vivenciar a Terceira Revolução Industrial, marcada pelo aparecimento da incrível internet que globalizou a informação e o indivíduo. Vivemos uma realidade que tende para a Quarta Revolução Industrial, marcada pela busca de fontes de energias renováveis.

Similarmente a quarta revolução segue a esteira da terceira revolução, caracterizada por sua natureza hiperconectada em tempo em real na qual a interatividade, participação, instantaneidade está ocasionando mutações nos sistemas de produção de consumo, ampla utilização da inteligência artificial, novos paradigmas na comunicação, transportes, relacionamentos interpessoais, comportamento das diversas gerações, principalmente, no que aprender, como ensinar, de que forma ensinar, seja na escola, na família, na sociedade de forma geral. (FAVA, 2016, p.2).

Ainda segundo Fava (2016) essa nova conjuntura postula que a oferta de educação atual está ultrapassada para as novas exigências do mercado e para a empregabilidade, ou seja, o atual modelo de educação precisa ser urgentemente alterado, inovado, atualizado para poder se adequar a esses novos tempos marcados pelo avanço das tecnologias.

Segundo Gonçalves (2017, p. 29) o professor precisa dominar as tecnologias, nas suas palavras ele diz que:

Entendemos que o professor precisa começar a dominar as tecnologias, mesmo que o processo seja mais lento que o percorrido pelos alunos. Também não é possível esperar que o professor tenha dominado completamente para começar a usá-las.

Como já havia frisado antes na introdução, o professor precisa inovar na sala de aula, para isso, é necessário que esses profissionais da educação estejam atentos e preparados para o uso das novas Tecnologias, pois a escola precisa acompanhar o avanço das tecnologias tirando o máximo de proveitos dos benefícios proporcionados por ela.

Conforme descrito nos PCNs (BRASIL, 2002, p. 88): “[...] é inegável que a escola precisa acompanhar a evolução tecnológica e tirar o máximo de proveito dos benefícios que esta é capaz de proporcionar”.

É destacado ainda por Nascimento (2015, p.55) que:

[...] os avanços tecnológicos resultam numa maior possibilidade do acesso à informação, elevando-se consideravelmente o número de pessoas que passam a ter este acesso, pois se vive em uma sociedade em que prevalecem a velocidade, o movimento, a imagem, o tempo e o espaço com uma nova conceituação.

Com os avanços tecnológicos o acesso à informação torna-se maior, é o que percebemos com a expansão da internet, hoje esse acesso está mais disponível, seja para usar no computador ou no celular. No mercado, existem vários tipos de internet disponível, alguns exemplos são a internet via rádio, via cabo, via satélite, via fibra óptica etc, cada uma com suas peculiaridades.

Ao falar do uso das tecnologias, não podemos deixar de citar as TICs, pois de acordo com Ribeiro (2019, p. 29) “Com a chegada das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) em nossa sociedade, muitos recursos foram inseridos no ambiente escolar”.

É destacado ainda por Ribeiro (2019) que não basta ter acesso as TICs, tem que sabê-los utilizá-los com eficácia, e isso requer planejamento, utilizando dessa forma as TICs, isso implica grandes avanços no processo de ensino aprendizagem dos alunos na escola. Sendo assim quem ganha são os alunos, pois eles são os grandes protagonistas no âmbito escolar e precisam almejar uma aprendizagem significativa, com conhecimentos adequados e relevantes.

4.1 O uso do computador na educação

Os principais destaques da revolução tecnológica nas últimas décadas é a evolução dinâmica da informática e dos computadores. Hoje os computadores são muito modernos com uma grande capacidade de processamento de dados. No tocante aos computadores o mesmo ainda se encontra em plena evolução, pois buscam se meios de desenvolver computadores ainda mais velozes, com no caso da linha de pesquisa em computação quântica.

O computador sofreu um grande avanço tecnológico e os processos de ensino e de aprendizagem deve acompanhar essa evolução tecnológica explorando o computador como uma ferramenta no ensino de física, o mesmo apresenta grandes recursos que podem ser primordiais possibilitando ao aluno aprendizado com significado.

Sobre o uso do computador na educação escolar, temos que:

A inserção do uso do computador na educação escolar, além de trazer benefícios específicos, traz também dificuldades a serem superadas por todos aqueles que pretendem continuar no exercício de sua cidadania. (PAIS, 2010, p. 43)

De acordo com Pais (2010) para enfatizar a prática condicionada pela inserção do computador na educação, o mesmo cita o exemplo da metodologia de ensino por projetos

através do uso do computador, indicada como uma referência para a condução do trabalho didático através da informática.

Ao falar sobre o ensino por projetos, Pais (2010, p. 67) diz que:

O ensino por projetos sintetiza uma das principais ideias da Escola Nova. Sua característica consiste em favorecer condições para o desenvolvimento da liberdade e criatividade do aluno, pois a proposta era superar os desafios enfrentados pela educação do século XX, que consistia em incorporar uma série de transformações advindas como resultado dos séculos anteriores.

4.2 Uso das tecnologias móveis na educação

De acordo com Moura (2009, p. 50) no que diz respeito as tecnologias móveis temos que:

a tecnologia móvel provocou diferenças radicais na maneira como a sociedade trabalha aprende e se diverte. O telemóvel tornou-se numa das tecnologias de comunicação de mais rápido crescimento e hoje a maioria dos telemóveis tem a capacidade de um PC dos anos noventa.

Pode-se dizer que os telemóveis hoje são *minicomputadores portáteis*, pois possuem aparência, sensação e funcionalidades que equivalem a de um minicomputador. Sua utilização como ferramenta de aprendizagem tem sido discutido em todo mundo, em alguns países o uso do mesmo foi proibido na sala de aula, como por exemplo, a Itália em 2007, foi o primeiro país europeu a proibir o uso do celular no ambiente escolar. No Brasil não existe uma lei que proíbe o uso do celular na sala de aula, mas algumas instituições por meio de regimentos internos não aceita proíbe o se uso.

Geralmente a proibição se dar porque na maioria das vezes o uso do aparelho é empregado de forma indevida, ocasionando a falta de atenção e a dispersão dos alunos.

Não obstante, o que se nota, no seio da escola e na sociedade em geral, é uma falta de hábitos no uso destes aparelhos, quer por parte dos alunos, que não respeitam o clima de atenção dos colegas, quer dos pais que telefonam aos seus filhos em horário escolar por futilidades (MOURA, 2009, P.52).

Conforme Moura (2009), com relação a estudos sobre o uso do celular na sala de aula, em alguns países, foram desenvolvidos projetos, onde o celular foi usado como ferramenta para a construção da aprendizagem. Nesses estudos foi constatado que em alguns projetos, os alunos que fizeram uso do telemóvel tiveram rendimentos em até 25% superiores aos alunos que não utilizaram os telemóveis.

4.3 Uso de aplicativos de celular no ensino de física

Com relação aos aplicativos, existem diversos tipos de aplicativos, cada um com suas funcionalidades. Alguns aplicativos foram, por exemplo, desenvolvidos para o ensino de eletrônica, porém sem a intenção de ser voltado para o ensino de física em nível médio.

Há vários aplicativos disponíveis no mercado digital, das quais pode-se destacar alguns que podem ser adaptados para que seu uso seja empregado na sala de aula, como por exemplo, o **electrodroid** que é um conjunto de ferramentas eletrônicas, ideal para a física do terceiro ano, pois possui: Código de cores de Resistor (3-6 cores), calculadora da lei de Ohm, etc, este pode ser utilizado para o estudo da eletricidade, principalmente quando estamos nos referindo a um circuito elétrico simples.

Tem-se ainda o **pedômetro** e o **velocímetro**, ambos podem ser utilizados para trabalhar a equação da velocidade média. Temos ainda **Detectores de decibéis e ruídos** que pode ser utilizado para demonstração numa aula sobre ondas sonoras (acústica). Permite medir o nível de intensidade sonora, decibelímetro (medidor de dB), esses aplicativos citados são apenas alguns exemplos que podem ser adaptados para sala de aula, existem vários outros que foram desenvolvidos especificamente para a sala de aula, por exemplo, o **VoltLab**, porém o mesmo não se encontra em português, mas com o auxílio do professor o mesmo poderá ser bem utilizado na sala de aula.

5 METODOLOGIA

Assim, diante do objetivo geral desta pesquisa, desenvolve-se aulas de Física em duas turmas do ensino médio sobre a lei de Ohm e associações de resistores, utilizando-se o aplicativo ElectricMax na maior parte da execução das aulas, o aplicativo foi produzido especificamente com o intuito de contribuir no ensino do conteúdo apresentado.

Sendo assim, possibilitando aos alunos à aprendizagem dos conceitos envolvidos, apresenta-se os procedimentos metodológicos que foram empregados para o desenvolvimento da pesquisa e do produto educacional, com a finalidade de se atingir os objetivos e o problema apresentado.

5.1 Caracterização da pesquisa

Devido ao advento da pandemia por Covid-19 no ano de 2020, para evitar o risco de contágio perante os alunos, opta-se por fazer a pesquisa via **modo online**, nesse formato utiliza-se a ferramenta do Google, o **Google Drive**. Elaborado as atividades através dos **Formulários Google**, envia-se via e-mail para cada aluno participante da pesquisa, mas antes de enviar as atividades, primeiro foi enviado o Termo de Consentimento Livre Esclarecido para cada aluno que desejasse participar da pesquisa, este também foi feito através dos Formulários Google e enviado por e-mail para que fosse coletado as assinaturas virtuais.

Enfatiza-se que nessa pesquisa, a investigação não foi realizada diretamente no espaço físico (sala de aula), porque não estava havendo aulas presenciais devido a pandemia por Covid-19 no ano corrente, porém trabalhou-se com os alunos em salas de aulas virtuais, como por exemplo, grupos de **whatsApps** ou salas de aulas virtuais do **Google Sala de Aula**. As atividades foram enviadas por Email, mas poderia ter sido enviadas via link para as salas de aulas virtuais, dessa maneira a pesquisa poderia ter sido mais abrangente, tendo atingido um número maior de participantes, visto que muitos alunos alegaram que não receberam as atividades via Email.

A forma como desenvolvemos a pesquisa, caracteriza uma modalidade de pesquisa naturalista ou de campo, pois a pesquisa naturalista ou de campo é:

[...] aquela modalidade de investigação na qual a coleta de dados é realizada diretamente no local em o problema ou fenômeno acontece e pode dar-se por amostragem, entrevista, observação participante, pesquisa ação, aplicação de questionário, teste, entre outros. (FIORENTINI; LORENZATO, 2012, P. 71)

Embora no âmbito desse trabalho a pesquisa não tenha sido desenvolvido diretamente no local em que o problema ou o fenômeno acontece, isso não deixa de caracterizar a pesquisa como naturalista ou de campo, visto que o problema ou o fenômeno pesquisado diz respeito a um local específico, no caso, o Centro de Ensino João Paulo I, localizado na cidade de Matões-Ma.

Neste projeto optou-se por uma estratégia qualitativa, pois nesse tipo de abordagem temos que:

a pesquisa qualitativa, descreve a complexidade de determinado problema, sendo necessário compreender e classificar os processos dinâmicos vividos nos grupos, contribuir no processo de mudança, possibilitando o entendimento das mais variadas particularidades dos indivíduos. (DIEHL *apud* DALFOVO; LANA; SILVEIRA, 2008, p. 7).

Após a finalização das etapas, o produto de estudo será disponibilizado para os docentes em sites especializados e dedicados a difusão do ensino de Física.

5.2 Campo empírico da pesquisa

A presente pesquisa foi realizada no Centro de Ensino João Paulo I, localizado na Avenida Doutor José Firmino, 2784, Centro, CEP 65645-000, Matões-MA, Brasil. Email.: cejpescolasede@outlook.com

5.3 Participantes da pesquisa

Para esta pesquisa contamos com a participação dos alunos do terceiro ano do Ensino Médio, mais precisamente, os alunos das turmas 20RMM300 e 20RMM301 do ano letivo de 2020, no turno matutino. Na ocasião da pesquisa contamos com a colaboração de 14 alunos de um total de 51 alunos, sendo que tínhamos 25 alunos na turma 20RMM300 e 26 alunos na turma 20RMM301.

5.4 Instrumentos de produção de dados

De acordo com Severino (2007, p. 124) “As técnicas são os procedimentos operacionais que servem de mediação para a realização da pesquisa”. A escolha das técnicas e instrumentos de investigação requer uma certa discussão e reflexão, visto que a escolha da técnica é um fator primordial para viabilizar a análise dos dados, portanto, precisam ser claras

e bem direcionadas com o intuito de possibilitar o levantamento dos elementos para encontrarmos respostas para as indagações que norteiam o estudo.

Nesse estudo utilizou-se como instrumento ou técnica de produção de dados uma sequência didática composta por cinco questionários, sendo que os quatro primeiros questionários com questões abertas foram voltados especificamente sobre o conteúdo abordado e o quinto questionário destinou-se a levantar o grau de satisfação dos alunos mediante o uso do aplicativo ElectricMax, este foi composto por questões abertas e fechadas.

O primeiro questionário ou atividade consistiu em levantar **as concepções alternativas ou conhecimentos prévios** que os alunos tinham sobre a lei de Ohm e associações de resistores nos circuitos elétricos. O segundo questionário foi uma atividade sobre a lei de Ohm, o terceiro foi uma atividade sobre resistores associados em série e o quarto foi uma atividade sobre resistores em paralelo. Por último, foi aplicado o quinto questionário com os alunos participantes da pesquisa, esse questionário visou levantar o grau de satisfação dos alunos quanto ao uso do aplicativo ElectricMax como ferramenta capaz de propiciar aos alunos uma aprendizagem significativa do conteúdo estudado.

Severino (2007, p. 125) define e descreve a técnica de coleta de dados via questionário, segundo ele o questionário é um:

Conjunto de questões, sistematicamente articuladas, que se destinam a levantar informações escritas por parte dos sujeitos pesquisados, com vistas a conhecer a opinião dos mesmos sobre os assuntos em estudo. As questões devem ser pertinentes ao objeto e claramente formuladas, de modo a serem bem compreendidas pelos sujeitos.

Utilizando o questionário com técnica de produção de dados na pesquisa, constatou-se que o mesmo se concretizou com um instrumento capaz de viabilizar o processo de análise dos dados, o levantamento das questões pertinentes ao conteúdo foram formuladas de forma a serem bem compreendidas pelos participantes da pesquisa, desta forma foi possível chegar as considerações finais a respeito da pesquisa.

5.5 Procedimentos de análise de dados

Esta etapa não consiste numa simples ação, pois requer inúmeras implicações, essas implicações segundo Fiorentini (2012, p. 133) consiste em “[...] leituras do material

disponível, tentando nele buscar unidades de significados ou, então, padrões e regularidades para, depois, agrupá-los em categorias”.

Na parte de análise de dados realizamos um conjunto de ações, tais como: classificar, categorizar, compilar os dados, descrevê-los, analisá-los, tais ações implicaram para que chegássemos às conclusões a respeito da hipótese levantada no início. Essa análise de dados pressupõe uma concepção da realidade dos alunos, nesse sentido, saberemos os conhecimentos prévios apresentados pelos alunos e também se os mesmos tiveram um aproveitamento significativo na aprendizagem com a aplicação do Produto Educacional.

Assim nesse procedimento de análise dos dados, estabelecemos 3(três) categorias que nos possibilitaram encontrar resposta para a questão problema desta pesquisa: quais as possibilidades de se trabalhar o ensino da lei de Ohm e associações de resistores mediante o aplicativo ElectricMax a partir de uma sequência didática na perspectiva da aprendizagem significativa?

Assim, em conformidade com as orientações aqui postas sobre os procedimentos de análise de dados, apresentamos as 3 (três) categorias estabelecidas na análise de dados:

- Conhecimentos prévios ou concepções alternativas acerca da Lei de Ohm e associações de resistores no circuito elétrico
- Aplicação da Sequência Didática no estudo da Lei de Ohm e associações de resistores no circuito elétrico mediante o uso do aplicativo ElectricMax
- Aplicação de um questionário sobre o uso de aplicativos móveis na sala de aula

essas categorias serão discutidas no próximo capítulo – Análise e discussão dos dados.

5.6 Produto educacional

O Produto Educacional – Sequência Didática com atividades teórico e simuladas, mediado pelo aplicativo ElectricMax envolvendo o estudo da lei de Ohm e associações de resistores, será apresentado no Apêndice A desta dissertação.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Através do ambiente de aprendizagem proposto pelo Produto Educacional – Aplicativo ElectricMax mais Sequência Didática, envolvendo o estudo da Lei de Ohm e associações de resistores no circuito elétrico, apresenta-se nesta seção a análise e discussão dos dados empíricos desta pesquisa. Para isso, segue a sequência das categorias:

6.1 Conhecimentos prévios ou concepções alternativas acerca da Lei de Ohm e associações de resistores no circuito elétrico

Para esta categoria aplica-se um questionário semiestruturado/pré-teste com 8 (oito) questões (APÊNDICE D), a fim de se verificar os conhecimentos prévios ou concepções alternativas dos alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública da rede estadual de ensino acerca da Lei de Ohm e associações de resistores no circuito elétrico. Para isso, o questionário foi composto de 8 (oito) questões subjetivas. A aplicação do referido questionário se deu no dia 28 de setembro de 2020, devido a Pandemia por Covid-19, esse questionário foi digitado no Google Forms e sua aplicação se deu por envio via Email, poderia ser também mediante envio do link do questionário para o grupo de sala de aula virtual criado durante a Pandemia por Covid-19, mas por falta de experiência com o Google Forms não foi pensado nessa possibilidade.

Inicialmente a intenção era aplicar o questionário em sala de aula física, na própria escola campo empírico, com duração de 100 minutos no máximo (2 horas/aula). Devido à impossibilidade de aplicação no espaço físico da sala de aula devido ao advento da Pandemia por Covid-19, ficou para os alunos responderem durante o horário das aulas virtuais, nessa situação foi informado para os alunos que eles teriam 100 minutos no máximo (2 horas/aula) para responder o questionário, ou seja, o mesmo intervalo de tempo caso fosse aplicado em sala de aula física.

Dos 14 (catorze) alunos que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para participar da pesquisa, apenas 10 alunos responderem este questionário. Vale ressaltar que os alunos receberam esclarecimentos sobre os propósitos da referida pesquisa, também que não poderiam fazer consultas a nenhum material para responder ao questionário, visto que esse questionário era sobre o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos.

Apesar desse questionário ter sido enviado ou aplicado no dia 28 de setembro de 2020, não obtivemos o retorno do mesmo durante o horário estabelecido. Apenas 3 alunos

entregaram o questionário no mesmo dia que foi aplicado extrapolando um pouco dos 100 minutos (2 horas/aula) estipulado para responderem.

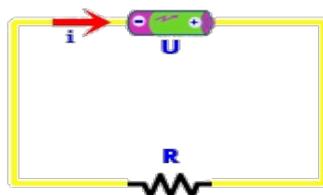
Vale ressaltar que durante esse período de aulas online os professores tiveram muitas dificuldades para receber as atividades propostas, muitos alunos as vezes não estavam presentes durante o horário de aula online, isso deve-se a uma série de fatores, pois nem todos estavam preparados para essa forma de ensino. Durante um certo período de tempo o questionário foi deixado em aberto para que os alunos pudessem responder e entregar, conforme suas condições para acesso ao mesmo, visto que esse acesso foi feito via Email. Outros 7 alunos ainda conseguiram entregar este questionário, totalizando dez alunos, sendo que o último questionário foi entregue em 17 de dezembro de 2020.

De modo geral, os participantes da pesquisa na medida do possível se propuseram a responder as questões. Verifica-se que em todas as respostas, os alunos, em nenhuma das questões, utilizaram a linguagem matemática para expressar suas respostas através da demonstração matemática, ou seja, podemos dizer que nenhum aluno fez menção a expressão matemática da **Lei de Ohm** nas respostas deste questionário.

Facilitando a compreensão dos dados produzidos, apresentamos as informações de acordo com a estrutura do questionário conhecimentos prévios ou concepções alternativas (pré-teste), na ordem como se apresenta cada uma das questões, acompanhada das respostas dos alunos.

QUESTIONÁRIO 1: *Conhecimentos prévios ou concepções alternativas acerca da Lei de Ohm e associações de resistores no circuito elétrico*

Questão 1. Observe o circuito elétrico abaixo. Para uma mesma tensão elétrica ou diferença de potencial, isto é, a mesma voltagem, ao aumentarmos a resistência elétrica no circuito, o que ocorre com a intensidade de corrente elétrica? Explique o motivo para que isso ocorra.



Quadro 1 - Respostas à questão 1 do questionário concepções alternativas

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	A intensidade elétrica, irá diminuir devido ao aumento de força de resistência elétrica.
A2	Ocorre um aumento de carga negativa em direção a positiva buscando estabelecer uma única intensidade.
A3	Aumentar. O circuito vai ocorrer do polo positivo para o negativo fazendo assim com que a corrente elétrica aumente.
A4	Os resistores são usados em um circuito para aumentar ou diminuir a intensidade de corrente elétrica que o percorre. Isso ocorre porque os elétrons colidem com a rede cristalina que o forma, gerando calor.
A5	A corrente que atravessa um circuito sempre percorrerá os geradores no sentido do polo negativo para o polo positivo, que representam os níveis de energia baixo e alto, respectivamente. Portanto, quando passar por um gerador, a corrente deve ganhar energia e não perdê-la.
A6	Ocorrerá uma queda de potencial. Ou seja menor será a corrente elétrica. Devido ao aumento da resistência elétrica.
A7	Ela diminui. Por que fica mais difícil dos elétrons circularem pelo circuito.
A8	A corrente elétrica é o fluxo ordenado de cargas elétricas, que se movem de forma orientada em um condutor elétrico ou em soluções iônicas.
A9	Os dispositivos que são usados em um circuito elétrico são denominados resistores. Os resistores são usados em um circuito elétrico para aumentar ou diminuir a intensidade de corrente elétrica que o percorre.
A10	Quando se aplica uma diferença de potencial em um circuito elétrico usando, por exemplo, uma pilha, os elétrons passam a fluir nesse circuito até que essa pilha se descarregue por completo.

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Nessa questão busca-se a compreensão dos alunos acerca dos conhecimentos prévios a respeito da lei de Ohm, portanto nessa questão, no circuito elétrico, tem-se a relação entre corrente elétrica, tensão elétrica e resistência elétrica. Na questão 1 problematiza o que ocorre com a intensidade de corrente elétrica, caso aumentássemos a resistência elétrica mantendo a tensão elétrica constante. Na mesma questão foi pedido para que os mesmos explicassem o motivo disso acontecer.

Com base nas respostas dos alunos que entregaram o questionário 1, teve-se respostas diversas, apenas os alunos A1, A6 e A7 responderam a questão de forma concisa,

afirmando que: “A intensidade elétrica, irá diminuir devido ao aumento de força de resistência elétrica” (A1); “Ocorrerá uma queda de potencial. Ou seja menor será a corrente elétrica. Devido ao aumento da resistência elétrica” (A6); “Ela diminui. Por que fica mais difícil dos elétrons circularem pelo circuito” (A7).

Com relação as respostas dos alunos A1, A6 e A7, os mesmos foram concisos quanto o que ocorre com a intensidade de corrente elétrica no circuito, porém quando são questionados a explicarem o motivo disso acontecer, os mesmos apresentam uma certa dificuldade para dar uma resposta concisa, sendo que nesse questionamento o aluno A6 consegue associar fisicamente a intensidade de corrente elétrica a quantidade de elétrons no circuito elétrico, portanto pressupõe que para o mesmo, essa dificuldade dos elétrons circularem no circuito, significa um número menor de elétrons circulando, conseqüente menor a intensidade de corrente elétrica no circuito.

Com base nas respostas dos alunos A2, A3, A4, A5, A8, A9 e A10 percebeu-se um grande distanciamento mediante ao enunciado da questão, portanto as respostas desses alunos mostra que os mesmos não compreendem como se relacionam as grandezas: corrente elétrica, tensão elétrica e resistência elétrica num circuito elétrico.

Quando se analisa a resposta do aluno A2 percebe-se uma falta de clareza na resposta dada, portanto, não condizente com o que preconiza a literatura, segundo A2: “Ocorre um aumento de carga negativa em direção a positiva buscando estabelecer uma intensidade única”. Já para o aluno A3 ocorre o inverso do que preconiza a literatura, para ele ao aumentar a resistência elétrica, também aumenta a intensidade de corrente elétrica, não tendo muito sentido sua explicação acerca do que acontece.

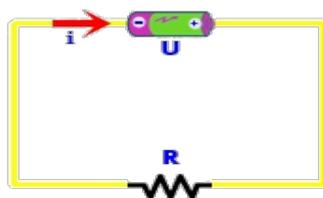
No caso dos alunos A4 e A9 ao responderem a questão 1, os mesmos definem a função dos resistores ou o que são os resistores, afirmando que: “Os resistores são usados em um circuito para aumentar ou diminuir a intensidade de corrente elétrica que o percorre. Isso ocorre porque os elétrons colidem com a rede cristalina que o forma, gerando calor” (A4); “Os dispositivos que são usados em um circuito elétrico são denominados resistores. Os resistores são usados em um circuito elétrico para aumentar ou diminuir a intensidade de corrente elétrica que o percorre” (A9). Porém não esclareceram de forma clara o que acontece com a intensidade de corrente elétrica no circuito quando aumenta-se a resistência elétrica do circuito.

O aluno A5 fala do sentido da corrente elétrica no interior do gerador, frisando que a mesma no seu interior tem sentido do polo negativo para o polo positivo, partindo de uma

região de menor energia para uma região de maior energia, porém não faz referência na sua resposta quanto a intensidade da corrente devido o aumento da resistência elétrica.

No tocante ao aluno A8, o mesmo foge completamente ao questionamento feito na questão 1, respondendo a questão conceituando o que é a corrente elétrica, não fazendo referência a sua intensidade devido ao aumento da resistência elétrica. Com uma resposta quase similar à do aluno A8, temos o aluno A10. Segundo o aluno A10, quando é aplicada uma diferença de potencial no circuito elétrico, usando uma pilha, surge no circuito elétrico uma corrente elétrica até que a pilha se descarregue.

Questão 2. Considerando o mesmo circuito elétrico da questão anterior. Ao aumentarmos a tensão elétrica, mantendo a resistência elétrica do resistor constante, o que ocorre com a intensidade de corrente elétrica? Explique o motivo para que isso ocorra.



Quadro 2 - Respostas à questão 2 do questionário concepções alternativas

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	A intensidade elétrica, irá ficar estável ou seja no lugar que foi deixada, mas sofrerá variação devido o seu aumento de intensidade.
A2	Ocorre uma potência elétrica, a carga aumenta, mais a sua potência continua igual.
A3	Vai diminuir. Pois se aumentar a tensão elétrica e manter a resistência elétrica do resistor constante sua intensidade irá diminuir fazendo o circuito ficar lento.
A4	A medida que você aumenta a tensão, existirá de fato um aumento proporcional da corrente e um aumento exponencial da potência.
A5	A quantidade de energia que um gerador consegue fornecer a um circuito recebe, por razões históricas, o nome de força eletromotriz.
A6	Nada ocorre pois a resistência elétrica é diretamente proporcional.
A7	Ela aumenta. Porque como o trabalho a ser realizado torna-se mais alto e a resistência está baixo os elétrons vão circular mais rápido.
A8	Tensão elétrica, também conhecida como diferença de potencial, é a diferença de potencial elétrico entre dois pontos ou a diferença em energia potencial elétrica por unidade de carga

	elétrica entre dois pontos.
A9	Os dispositivos que são usados em um circuito elétrico são denominados resistores. Os resistores são usados em um circuito para aumentar ou diminuir a intensidade de corrente elétrica que percorre. Isso ocorre porque os elétrons que se movem no resistor colidem com a rede cristalina que o forma, gerando calor.
A10	Quando se aplica uma diferença de potencial em um circuito elétrico usando, por exemplo, uma pilha, os elétrons passam a fluir nesse circuito até que a pilha descarregue por completo.

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Um pouco distinta da questão 1, nessa questão problematiza o que ocorre com a intensidade de corrente elétrica, caso aumentássemos a tensão elétrica, mantendo a resistência elétrica constante. Na mesma questão também foi pedido que os alunos explicassem o motivo disso acontecer. A questão também busca o entendimento dos alunos a respeito da lei de Ohm, procurando saber qual a relação da corrente elétrica devido a tensão elétrica.

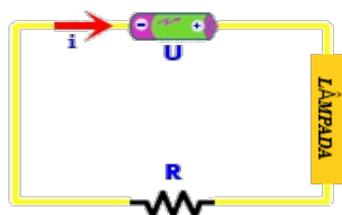
Com base nas respostas dos alunos, teve-se respostas diversas, apenas os alunos A4 e A7 responderam a questão de forma como prediz a literatura, afirmando que: “A medida que você aumenta a tensão, existirá de fato um aumento proporcional da corrente e um aumento exponencial da potência” (A4); “Ela aumenta. Porque como o trabalho a ser realizado torna-se mais alto e a resistência está baixo os elétrons vão circular mais rápido” (A7). O aluno A4, porém não explicou o motivo para que isso ocorra.

Abreviando o entendimento na análise da resposta dos outros alunos (A1, A2, A3, A5, A6, A8, A9 e A10), estes tiveram respostas bastante diversificadas, porém entende-se que suas respostas não estão de acordo com o que é reportado na literatura. Como exemplo cita-se a resposta dos alunos A3, A9 e A10, segundo eles: “Vai diminuir. Pois se aumentar a tensão elétrica e manter a resistência elétrica do resistor constante sua intensidade irá diminuir fazendo o circuito ficar lento” (A3); “Os dispositivos que são usados em um circuito elétrico são denominados resistores. Os resistores são usados em um circuito para aumentar ou diminuir a intensidade de corrente elétrica que percorre. Isso ocorre porque os elétrons que se movem no resistor colidem com a rede cristalina que o forma, gerando calor” (A9); “Quando se aplica uma diferença de potencial em um circuito elétrico usando, por exemplo, uma pilha, os elétrons passam a fluir nesse circuito até que a pilha descarregue por completo” (A10).

No caso do aluno A3 tem-se uma resposta mais plausível que tenta estabelecer uma relação entre corrente elétrica e tensão elétrica, porém sua resposta é oposta ao preconizado na

literatura, isto é, ao invés da intensidade de corrente elétrica aumentar com o aumento da tensão elétrica, para ele a intensidade de corrente elétrica tende a diminuir. Já os alunos A9 e A10, apenas repetem as respostas dos mesmos para a questão 1.

Questão 3. Observe o circuito elétrico abaixo. Mantendo a tensão elétrica constante, ao aumentarmos a resistência elétrica do resistor, o que ocorre com o brilho da lâmpada? Explique o motivo para que isso ocorra. Ainda considerando o mesmo circuito elétrico, agora aumentando a tensão elétrica e mantendo a resistência elétrica constante, o que ocorre com o brilho da lâmpada? Explique o motivo para que isso ocorra.



Quadro 3 - Respostas à questão 3 do questionário concepções alternativas

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	O brilho da lâmpada ficará estável, devido a estabilidade dos fatores ausente.
A2	A lâmpada acende mais fortemente devido a receber mais energia. Já quando somente a tensão aumenta e a resistência não, ela se apaga. Dai então no primeiro caso ocorre uma resistência elétrica, e no segundo uma tensão elétrica.
A3	Mantendo a tensão elétrica constante e aumentando a resistência elétrica o brilho da lâmpada não vai durar por muito tempo. E aumentando a tensão elétrica e mantendo a resistência elétrica constante o brilho da lâmpada vai durar mais tempo.
A4	Sabemos que a resistência a corrente são inversamente proporcionais, então se manter constante a tensão e aumentar a resistência, a intensidade da corrente irá diminuir ou seja a lâmpada vai enfraquecer, caso contrário o brilho da lâmpada ai aumentar.
A5	Não consegue responder.
A6	Apresentará menor luminosidade. Pois quanto maior for a resistência menor será a corrente elétrica.
A7	Diminui. Alta dificuldade de passagem dos elétrons. Aumenta. Mais facilidade de passagem de elétrons.
A8	Tensão elétrica é a quantidade de energia armazenada em cada coulomb de carga elétrica,

	quando esta se encontra em regiões em que há um campo elétrico não nulo.
A9	A aplicação mais comum dos resistores é converter energia elétrica em energia térmica. Isso ocorre porque os elétrons que se movem no resistor colidem com a rede cristalina que o forma, gerando calor.
A10	Parte da energia de cada um desses elétrons é, então, captada e utilizada por diferentes elementos do circuito, transformando-a em diferentes formas de energia, como luz, som, movimento, calor, etc.

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Nessa questão foi introduzida uma lâmpada no circuito elétrico, ela visa saber dos alunos se eles conseguem associar o brilho da lâmpada a resistência elétrica do circuito, a tensão elétrica do gerador e a corrente elétrica no circuito.

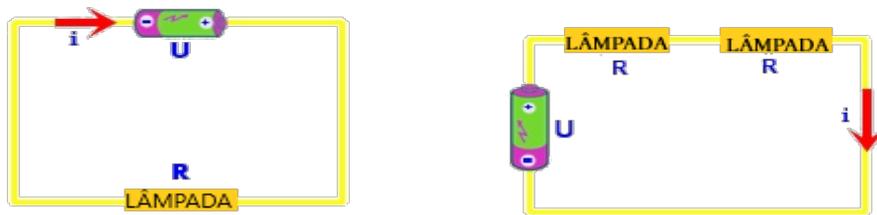
Na resposta do aluno A1, a lâmpada ficará estável, para este aluno nem aumentando a resistência elétrica, nem aumentando a tensão nada acontece com o brilho da lâmpada. Já para o aluno A2, ao aumentar a resistência, a lâmpada acende mais fortemente devido receber mais energia, ou seja, nessa interpretação, ocorre o contrário do que deveria acontecer, em vez de diminuir o brilho, aumenta o brilho. Na resposta do aluno A3 o aumento da resistência elétrica e tensão elétrica tem a ver com a duração do brilho da lâmpada.

Nas respostas dos alunos A4, A6 e A7 encontra-se as respostas de forma concisa como prediz a literatura, isto é, ao aumentar a resistência elétrica, menor será a intensidade de corrente elétrica no circuito, conseqüentemente a lâmpada brilha com menos intensidade. Aumentando a tensão elétrica, maior será a intensidade de corrente elétrica no circuito, conseqüentemente a lâmpada brilha com mais intensidade. Quando analisamos as respostas do aluno A4, parece que o mesmo demonstra que conhece as relações entre as grandezas descritas na lei de Ohm, porém na resposta da questão 1, ele não respondeu de maneira clara, mas explicitou que os resistores têm a função de aumentar e diminuir a corrente elétrica no circuito elétrico.

O aluno A5 “responde a questão” dizendo: “Não consegue responder” (A5). Já nas respostas dos alunos A8, A9 e A10 não encontramos respostas diversas, segundo eles: “Tensão elétrica é a quantidade de energia armazenada em cada coulomb de carga elétrica, quando esta se encontra em regiões em que há um campo elétrico não nulo” (A8); “A aplicação mais comum dos resistores é converter energia elétrica em energia térmica. Isso ocorre porque os elétrons que se movem no resistor colidem com a rede cristalina que o forma, gerando calor” (A9); “Parte da energia de cada um desses elétrons é, então, captada e utilizada por diferentes

elementos do circuito, transformando-a em diferentes formas de energia, como luz, som, movimento, calor, etc” (A10).

Questão 4. Nos circuitos elétricos abaixo, um circuito com uma pilha e uma lâmpada e, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em série, considerando que ambos os circuitos apresentam a mesma tensão elétrica ou diferença de potencial, isto é, a mesma voltagem. Em qual dos circuitos as lâmpadas apresentam maior luminosidade? Explique o motivo para que isso ocorra?



Quadro 4 - Respostas à questão 4 do questionário concepções alternativas

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	No circuito U, da pilha, porque vai ter mas resistência possível para dar força para a lâmpada fica estável.
A2	No segundo. Porquê é mais resistente a qualquer quantidade elétrica quanto mais resistência é, mais força ele ganha.
A3	Um circuito com uma pilha e uma lâmpada. Uma pilha não irá suportar duas lâmpadas de uma vez. Uma vez que o circuito não suporte elas de uma só vez. Já uma pilha com uma lâmpada fornecerá uma melhor luminosidade pois o circuito só fornecerá apenas para ela.
A4	Nenhuma terá brilho normal porque a ddp delas são iguais.
A5	Não consegue responder.
A6	Maior luminosidade em circuitos com duas lâmpadas de resistências constantes em série. Por que a resistência é diretamente proporcional ao potencial.
A7	No primeiro porque mais lâmpadas mais elétrons serão necessários e como ambos apresentam a mesma tenção elétrica o primeiro terá mais volta aplicados apenas em uma lâmpada.
A8	Quando conectamos um aparelho eletrodoméstico na tomada, estamos aplicando uma diferença de potencial sobre os circuitos elétricos desse eletrodoméstico, fazendo com que as cargas elétricas (nesse caso, os elétrons) percorram-no.

A9	A chave está fechada, desta forma os elétrons podem passar pela chave. Ao se moverem através da chave dizemos que há corrente elétrica no circuito, sendo assim, a lâmpada se acende.
A10	No segundo circuito. Porque tem duas lâmpadas, logo, mais luminosidade.

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

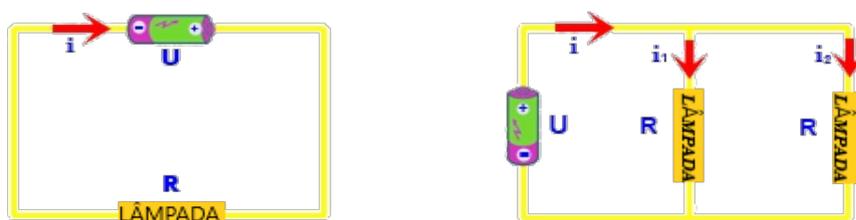
Na questão quatro, procura-se buscar uma relação entre o brilho das lâmpadas e o tipo de circuito elétrico, como sabe-se, o circuito com lâmpadas em série, apresentam menor luminosidade, isto é, porque nesse circuito tem-se uma resistência elétrica total que equivale a soma da resistência elétrica das duas lâmpadas, com isso a resistência elétrica desse circuito torna-se duas vezes maior que a resistência do circuito com uma única lâmpada, isso faz com que a intensidade de corrente elétrica no circuito com as lâmpadas em série seja duas vezes menor, sendo assim, a potência dissipada por essas lâmpadas em série também será menor.

Conforme as respostas obtidas para esta questão, apenas os alunos A3 e A7 reponderam que a luminosidade será maior na lâmpada do circuito simples (circuito com apenas uma lâmpada). No caso do aluno A3, para o circuito com duas lâmpadas em série, a pilha não suporta essas duas lâmpadas de uma só vez e o circuito também não. Para A3, o circuito com uma lâmpada apresenta melhor luminosidade porque o circuito só oferece para ela, nesse caso, supõe que o circuito forneça energia ou corrente elétrica para lâmpada, visto que o mesmo não deixou de forma explícita esse fornecimento. Já para o aluno A7, o circuito com lâmpadas em série precisaria de mais elétrons, o mesmo ainda justifica dizendo a razão da luminosidade ser maior no circuito simples (circuito com uma lâmpada), isto é, por ambos os circuitos estarem sujeitos a mesma tensão elétrica, “o primeiro terá terá mais volta aplicados apenas em uma lâmpada” (A7).

No caso do aluno A1, não foi possível identificar na sua resposta a qual circuito elétrico o mesmo estava se referindo. Já os alunos A2, A6 e A10 responderam dizendo que a luminosidade seria maior no circuito com as lâmpadas em série, segundo eles: “No segundo. Porquê é mais resistente a qualquer quantidade elétrica quanto mais resistência é, mais força ele ganha” (A2); “Maior luminosidade em circuitos com duas lâmpadas de resistências constantes em série. Por que a resistência é diretamente proporcional ao potencial” (A6); “No segundo circuito. Porque tem duas lâmpadas, logo, mais luminosidade” (A10). Ao analisar as respostas dos alunos A2, A6 e A10, não foi encontrado uma explicação plausível que justificasse o brilho das lâmpadas ser maior no circuito com elas em série.

Os alunos A4, A8 e A9, responderam a questão, porém não responderam a questão de forma lógica, fugindo totalmente do que questionamento ou indagação proposto na questão. Novamente tivemos o aluno A5, “respondendo a questão” dizendo: “Não consegue responder” (A5).

Questão 5. Nos circuitos elétricos abaixo, um circuito com uma pilha e uma lâmpada e, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em paralelo, considerando que ambos os circuitos apresentam a mesma tensão elétrica ou diferença de potencial, isto é, a mesma voltagem. O que se pode dizer a respeito da intensidade luminosidade das lâmpadas nos circuitos? Explique o motivo para que isso ocorra?



Quadro 5 - Respostas à questão 5 do questionário concepções alternativas

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	O circuito com uma lâmpada, com certeza irá dá mas funcionalidade, além da força ser normal, a luminosidade irá ficar mas suave e dura mas tempo, em relação a outra com duas lâmpadas, as forças da pilha logo se acabar porque está sustendo duas coisas de alta pressão elétrica.
A2	Se pode dizer que é a mesma. Ocorre porque a intensidade se convencionam são diferentes mais quando colocado em pressão elétrica formam um só luminosidade.
A3	Uma vai apresentar melhor resultado que a outra, uma vez que uma pilha fornece circuito apenas para uma lâmpada, e outra que uma pilha não suportará duas lâmpadas ao mesmo tempo, fazendo assim uma luminosidade fraca.
A4	Pelo fato da tensão ser a mesma em cima das cargas, elas irão dissipar a máxima potência, e caso uma das cargas pararem de funcionar as demais continuam funcionamento normalmente.
A5	Não consegue responder.
A6	Ambos brilharão só que uma a mais que o outro com mais intensidade. Em paralelo pois quanto menor for a resistência maior será o potencial.

A7	São diferentes, pelo fato de que uma precisa de mais energia que outro.
A8	É a quantidade de luz emitida por uma fonte luminosa em um determinada direção. Utilizada em lâmpadas refletoras, onde a intensidade luminosa está ligada ao ângulo de fecho.
A9	Quando passar por um gerador, a corrente elétrica deve ganhar energia e não perdê-la. É por isso que ele sempre percorrerá geradores pelo terminal de menor potencial em direção ao terminal de maior potencial.
A10	No primeiro circuito vai ser mais intensa a luminosidade da lâmpada. Isso ocorre porque ela é só uma e não tem como dividir a energia da pilha.

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Na questão cinco, também procura-se buscar uma relação entre o brilho das lâmpadas e o tipo de circuito elétrico, aqui tivemos a comparação entre a luminosidade da lâmpada num circuito simples (com uma única lâmpada) com duas lâmpadas associadas em paralelo no outro circuito elétrico, como na questão quatro, nos circuitos elétricos, as lâmpadas apresentam a mesma resistência elétrica.

Nessa questão, não foi questionado em qual circuito elétrico a lâmpada apresentará maior ou menor luminosidade. Na questão quatro, fica subtendido que em um dos circuitos elétricos, a lâmpada brilha com maior ou menor intensidade, diferente da questão cinco, aqui fica em aberto para que o aluno possa discorrer acerca de sua resposta. Sabe-se que nos dois circuitos, as todas as lâmpadas apresentam a mesma luminosidade, visto que, todas as lâmpadas dos dois circuitos elétricos, estão sujeitas a mesma diferença de potencial ou tensão elétrica e que a intensidade de corrente elétrica nas mesmas são iguais, logo dissipam a mesma quantidade de energia elétrica ou apresentam a mesma potência elétrica.

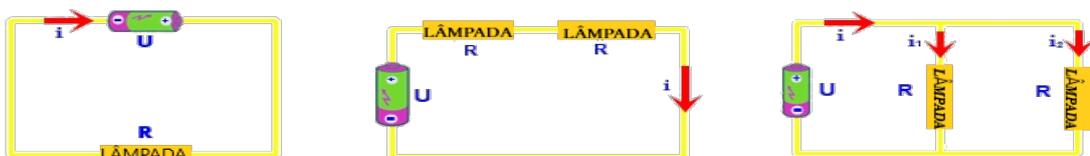
Com base nas respostas dos alunos, teve-se os alunos A1, A3 e A10 dizendo que o brilho no circuito com uma lâmpada será maior que no circuito com as duas lâmpadas em paralelo, eles afirmam que: “O circuito com uma lâmpada, com certeza irá dá mas funcionalidade, além da força ser normal, a luminosidade irá ficar mas suave e dura mas tempo, em relação a outra com duas lâmpadas, as forças da pilha logo se acabar porque está sustendo duas coisas de alta pressão elétrica” (A1); “Uma vai apresentar melhor resultado que a outra, uma vez que uma pilha fornece circuito apenas para uma lâmpada, e outra que uma pilha não suportará duas lâmpadas ao mesmo tempo, fazendo assim uma luminosidade fraca” (A3); “No primeiro circuito vai ser mais intensa a luminosidade da lâmpada. Isso ocorre porque ela é só uma e não tem como dividir a energia da pilha” (A10).

Entende-se que na resposta de A1, “dá mas funcionalidade” no circuito com uma lâmpada significa dizer que nesse circuito a lâmpada terá maior luminosidade, mesmo que depois A1 afirma que a luminosidade nesse circuito “irá ficar mas suave e dura mas tempo, em relação a outra com duas lâmpadas” [...], nessa afirmação “irá ficar mas suave” poderia ser entendido com menos luminosidade, gerando assim uma ambiguidade na fala de A1, mas acredita-se que prevaleça o entendimento anterior.

Apenas o aluno A6 responde que no circuito com as lâmpadas em paralelo, o brilho será maior. Apenas o aluno A7 disse que as luminosidades das lâmpadas são diferentes, justificando que uma precisa de mais energia que a outra. E apenas o aluno A2 disse que a luminosidade é a mesma, segundo A2: “Se pode dizer que é a mesma. Ocorre porque a intensidade se convencionam são diferentes mais quando colocado em pressão elétrica formam um só luminosidade”. Embora A2 afirme a luminosidade ser a mesma em ambos circuitos elétricos, o mesmo não dá uma explicação aceitável de acordo com a literatura.

Quando se analisa as respostas de A4, A8 e A9, constata-se que suas afirmações fogem do que se propõe a questão, segundo eles: “Pelo fato da tensão ser a mesma em cima das cargas, elas irão dissipar a máxima potência, e caso uma das cargas parem de funcionar as demais continuam funcionamento normalmente” (A4); “É a quantidade de luz emitida por uma fonte luminosa em uma determinada direção. Utilizada em lâmpadas refletoras, onde a intensidade luminosa está ligada ao ângulo de fecho” (A8); “Quando passar por um gerador, a corrente elétrica deve ganhar energia e não perdê-la. É por isso que ele sempre percorrerá geradores pelo terminal de menor potencial em direção ao terminal de maior potencial” (A9). Novamente tem-se o aluno A5 dizendo: “Não consegue responder”.

Questão 6. Comparando os três circuitos elétricos abaixo, um circuito com uma pilha e uma lâmpada, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em série e, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em paralelo, sendo que em ambos os circuitos as lâmpadas apresentam a mesma resistência elétrica. Em qual deles a lâmpada apresentará menor luminosidade? Por quê?



Quadro 6 - Respostas à questão 6 do questionário concepções alternativas

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	No circuito com duas lâmpadas e uma pilha, porque a intensidade da pilha é muito baixa em relação as pilhas.
A2	No segundo caso, pois a resistência elétrica é igual e não muda. Permanece numa única intensidade.
A3	Circuito com duas lâmpadas de resistências iguais em paralelo. Porque o circuito está indo e direções paralelas ao contrário e suas correntes contrárias.
A4	Um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em série, por que ambas terão a mesma intensidade e não terão muita luminosidade.
A5	Não consegue responder.
A6	Em um circuito com duas lâmpadas de resistências iguais. Pois a resistência não muda.
A7	O segundo terá menos luminosidade, pois as duas lâmpadas estão em série.
A8	Quando esses elétrons livres entram em movimento, começam a colidir entre si e com os átomos do condutor.
A9	Circuito com duas lâmpadas de resistências iguais em paralelo porque a densidade entre as lâmpadas são diferentes.
A10	No primeiro circuito. Porque só tem uma lâmpada, logo, vai ter menos luminosidade.

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

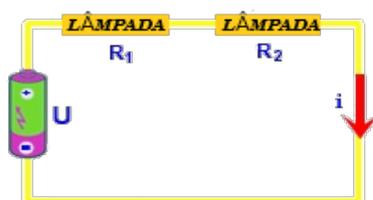
Nessa questão considera os três circuitos elétricos já exposto em questões anteriores (questão 4 e questão 5), agora querendo saber em qual dos circuitos elétricos a lâmpada apresentará a menor luminosidade. Essa questão é apenas uma constatação das questões anteriores, visto que ao comparar-se o circuito com uma lâmpada, com o circuito com as lâmpadas em série, já se sabe que a luminosidade será menor no circuito em série, comparação semelhante foi feita na questão 4. E comparando o circuito com uma lâmpada, com o circuito com as lâmpadas em paralelo, já se sabe que em ambos os circuitos as lâmpadas apresentam o mesmo brilho, essa comparação foi feita na questão 5.

Nessa questão teve-se metade dos alunos que responderam corretamente quanto ao circuito elétrico que apresenta a menor luminosidade, ou seja, cinquenta por cento dos alunos responderam que a luminosidade é menor no circuito elétrico com as lâmpadas associadas em série, porém quando se analisa a justificativa dos alunos percebe-se que nenhum dos alunos apresentam uma justificativa plausível como apresentada na literatura.

Teve os alunos A1, A2, A4, A6 e A7 dizendo que a luminosidade é menor no circuito com duas lâmpadas em série, eles afirmam que: “No circuito com duas lâmpadas e uma pilha, porque a intensidade da pilha é muito baixa em relação as pilhas” (A1); “No segundo caso, pois a resistência elétrica é igual e não muda. Permanece numa única intensidade” (A2); “Um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em série, por que ambas terão a mesma intensidade e não terão muita luminosidade” (A4); “Em um circuito com duas lâmpadas de resistências iguais. Pois a resistência não muda” (A6); “O segundo terá menos luminosidade, pois as duas lâmpadas estão em série” (A7). No caso do aluno A1 não ficou tão claro quanto ao circuito o mesmo estava se referindo, considerou-se que foi o circuito elétrico com as duas lâmpadas associadas em série.

Para os outros alunos teve-se respostas diversas, dois alunos (A3 e A9) responderam que a luminosidade é menor no circuito com as lâmpadas associadas em paralelo, apenas o aluno A10 respondeu que a luminosidade é menor no circuito com apenas uma lâmpada. Os alunos A5 e A8 apresentaram respostas que não condiziam com nenhum dos circuitos.

Questão 7. Considere o circuito elétrico abaixo, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em série, sendo que a resistência elétrica $R_2 > R_1$. Qual lâmpada apresentará maior luminosidade? Por quê?



Quadro 7 - Respostas à questão 7 do questionário concepções alternativas

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	A lâmpada R1, porque a força está mas constante e mas aproveitado.
A2	A R2. Porquê possui maior intensidade de receber e ganhar energia.
A3	A lâmpada R2. Pois apresenta maior resistência.
A4	A lâmpada R1, pois ela está mais próxima da pilha.
A5	Não consegue responder.
A6	Lâmpada R2. Porque a lâmpada que possui maior resistência brilhará com mais intensidade.

A7	R1, porque possui menor resistência.
A8	Quando um condutor é submetido a uma diferença de potencial, ele passa a ser percorrido por uma corrente elétrica, que é constituída pelo movimento de elétrons livres no interior do condutor.
A9	R1- pois a intensidade da lâmpada R1 é maior q a R2.
A10	Lâmpada R1. Porque a energia da pilha vai chegar primeiro nela.

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Nessa questão aborda-se a situação em que na associação em série, temos resistências elétricas diferentes para as lâmpadas no circuito elétrico, como sabemos na associação em série, a corrente elétrica no circuito é a mesma para ambos os elementos (lâmpadas), porém devido os elementos terem resistências elétricas diferentes, tem-se uma tensão elétrica maior no elemento com maior resistência elétrica, isso faz com que a potência elétrica dissipada seja maior no elemento de maior resistência elétrica.

Para esta questão considera-se duas lâmpadas com resistências elétricas R_1 e R_2 , sendo que a resistência elétrica R_2 é maior que a resistência elétrica R_1 . Então, para qualquer tensão elétrica diferente de zero aplicada ao circuito elétrico tende-se a ter uma corrente elétrica no circuito. Sabe-se que a potência dissipada será maior na lâmpada de resistência elétrica R_2 , isso acontece porque a resistência elétrica R_2 é maior que a resistência elétrica R_1 , dessa forma essa lâmpada apresenta uma maior potência dissipada.

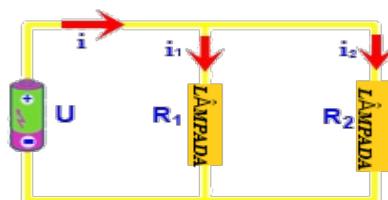
Nessa questão teve-se três alunos (A2, A3 e A6) que responde que a luminosidade ou brilho é maior na lâmpada de resistência elétrica R_2 . Para A2, a lâmpada de resistência elétrica R_2 tem maior intensidade de receber e ganhar energia e segundo A3 e A6 esse fato deve-se a essa lâmpada possuir uma maior resistência elétrica.

A maior parte dos alunos (A1, A4, A7, A9 e A10) responde que o brilho é maior na lâmpada de resistência elétrica R_1 , para justificar essa resposta, tivemos várias afirmações: “A lâmpada R1, porque a força está mas constante e mas aproveitado” (A1); “A lâmpada R1, pois ela está mais próxima da pilha” (A4); “R1, porque possui menor resistência” (A7); “R1- pois a intensidade da lâmpada R1 é maior q a R2” (A9); “Lâmpada R1. Porque a energia da pilha vai chegar primeiro nela” (A10).

Apenas os alunos A5 e A8 não responde que o brilho poderia ser maior na lâmpada de resistência elétrica R_1 , nem na lâmpada de resistência elétrica R_2 . Como na maioria das questões, o aluno A5 se absteve de responder, dizendo: “Não consegue responder” (A5). No

caso do aluno A8, tem-se uma resposta totalmente desconexa de acordo com o enunciado da questão.

Questão 8. Considere o circuito elétrico abaixo, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em paralelo, sendo que a resistência elétrica $R_2 > R_1$. Qual lâmpada apresentará maior luminosidade? Por quê?



Quadro 8 - Respostas à questão 8 do questionário concepções alternativas

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	Lâmpada R1, porque a capacidade de pegar carga é maior com isso ficará com mais luminosidade.
A2	A lâmpada R2, porque possui mais carga elétrica. O circuito é maior.
A3	A lâmpada R1 pois está indo em sentido paralelo e comporta melhor a resistência elétrica.
A4	A lâmpada R1, pois a resistência elétrica vem com intensidade maior.
A5	Não consegue responder.
A6	A lâmpada R1, Porque em paralelo a lâmpada que tiver a menor resistência. Tem maior brilho.
A7	R1 porque possui menor resistência.
A8	Quanto maior o número de colisões, maior a dificuldade encontrada pela corrente elétrica em “atravessar” o condutor.
A9	R1 – pois tem mais densidade q a R2.
A10	Lâmpada R1. Porque a energia da pilha chega primeiro nela.

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Nessa questão aborda-se a situação em que na associação em paralelo, temos resistências elétricas diferentes para as lâmpadas no circuito elétrico, como sabe-se, na associação em paralelo, a corrente total do circuito se divide para os elementos do circuito, tem-se uma corrente elétrica para cada elemento do circuito, quando todos têm a mesma

resistência elétrica a corrente elétrica tem a mesma intensidade para todos, porém quando os elementos têm resistências elétricas diferentes, tem-se uma corrente elétrica com intensidade diferente para cada elemento.

Também caracteriza uma associação em paralelo o fato de todos os elementos do circuito estarem sujeitos a mesma tensão elétrica, sendo assim a intensidade de corrente elétrica passa a ser maior no elemento do circuito que possui a menor resistência elétrica. Nesse caso, quando analisa-se a potência dissipada em cada elemento, a potência dissipada é maior no elemento que apresenta uma menor resistência elétrica, como todos os elementos estão sujeitos a mesma tensão elétrica, isso implica que a intensidade de corrente elétrica nesse elemento é maior, logo também maior será a potência dissipada.

Nessa questão também considera-se, duas lâmpadas com resistências elétricas R_1 e R_2 , sendo que a resistência elétrica R_2 é maior que a resistência elétrica R_1 . Então, para qualquer tensão elétrica diferente de zero aplicada ao circuito elétrico tende-se a ter uma corrente elétrica no circuito. Sabe-se que a potência dissipada será maior na lâmpada de resistência elétrica R_1 , isso acontece porque a resistência elétrica R_1 é menor que a resistência elétrica R_2 , isso implica uma intensidade de corrente maior em R_1 , dessa forma essa lâmpada apresenta uma maior potência dissipada.

Com base nas respostas analisadas, teve-se, os alunos A1, A3, A4, A6, A7, A9 e A10 que responderam que a lâmpada de resistência elétrica R_1 apresenta maior luminosidade, mas ao analisar as afirmações apresentadas, apenas os alunos A1, A6 e A7 justificaram que isso ocorre devido à resistência elétrica R_1 ser menor que a resistência elétrica R_2 . Na afirmação de A1, isso ficou entendido de forma implícita, visto que para ele, a lâmpada de resistência R_1 tem maior capacidade de pegar carga, nesse caso entendemos que a intensidade de corrente elétrica segundo A1 é maior na lâmpada de resistência R_1 .

Apenas A2 respondeu que a intensidade luminosa é maior na lâmpada de resistência R_2 , segundo ele essa lâmpada possui mais carga elétrica. O aluno A5 respondeu dizendo: “Não consegue responder” (A2). Entende-se que o aluno A8 não compreendeu o enunciado da pergunta, visto que sua resposta não condiz com o enunciado da pergunta.

6.2 Aplicação da Sequência Didática no estudo da Lei de Ohm e associações de resistores mediante o uso do aplicativo ElectricMax

Feito a aplicação do questionário pré-teste sobre os conhecimentos prévios dos alunos investigados acerca de conhecimentos sobre a lei de Ohm e associações de resistores

no circuito elétrico, chega-se o momento de aplicação do Produto Educacional (sequência didática seguida do aplicativo ElectricMax), nesta categoria, teve-se a aplicação de três atividades ou questionários (questionário 2, questionário 3 e questionário 4) contendo situações-problemas para estudarmos a lei de Ohm e associações de resistores.

Assim, inicialmente, foi postado no grupo de sala de aula do WhatsApp o link para que os alunos pudessem baixar o aplicativo ElectricMax na Play Store, também foi explicado para eles que a partir desse momento o conteúdo a ser trabalhado na sala de aula (lei de Ohm e associações de resistores) seria estudado a partir da sequência didática com a utilização do aplicativo. Para a utilização do aplicativo foi produzido um vídeo explicativo, nesse vídeo foi mostrado a utilização de cada menu no aplicativo, inclusive o menu circuitos elétricos onde foram feitas as simulações-problemas da sequência didática.

Para cada aplicação da sequência didática com a utilização do aplicativo ElectricMax previa-se, duas aulas, com duração de 50 min cada aula. Porém mediante a aplicação das atividades acontece muitos imprevistos, embora as atividades terem sido enviadas para serem feitas em duas aulas, o mesmo não se concretiza sendo que os alunos enviaram essas atividades em horários distintos e nem sempre nas mesmas datas.

Durante um certo período de tempo as atividades ficam em aberto para que o maior número possível de alunos fizessem as atividades, infelizmente não teve-se a participação de todos os alunos que se comprometeram a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

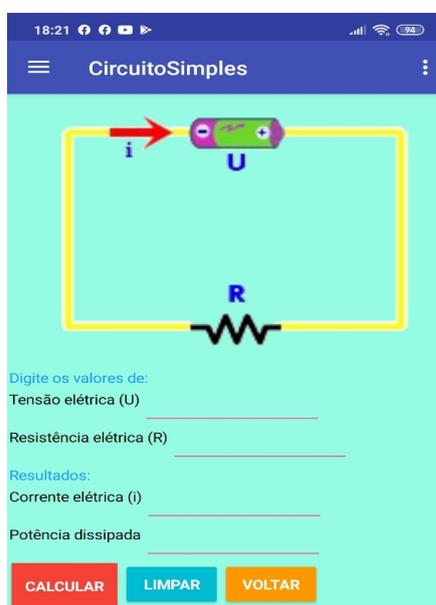
Nas sequências didáticas para uso com a utilização do aplicativo ElectricMax, tivemos 7 (sete) alunos que responderam o questionário 2 (atividade referente a circuito gerador, resistor no circuito elétrico), 6 (seis) alunos que responderam o questionário 3 (atividade referente a associação de resistores em série no circuito elétrico) e 2 (dois) alunos que responderam o questionário 4 (atividade referente a associação de resistores em paralelo no circuito elétrico).

Assim como foi feito na primeira atividade, questionário concepções alternativas ou conhecimentos prévios (pré-teste), facilitando a compreensão dos dados produzidos, apresenta-se, as informações de acordo com a estrutura de cada questionário, na ordem como se apresenta cada uma das questões, acompanhada das respostas dos alunos.

6.2.1 Estudo da Lei de Ohm no circuito gerador e resistor do aplicativo ElectricMax

A primeira ação dessa parte da sequência didática (questionário 2 no APÊNDICE E) foi estudar a expressão da lei de Ohm (estudar as relações entre as grandezas: tensão elétrica, corrente elétrica e resistência elétrica), nessa atividade foi proposto também o estudo da potência elétrica dissipada no resistor mediante a análise da tensão elétrica, da resistência elétrica e corrente elétrica, nas questões dessa atividade foi detalhado como foi feito esses estudos. Para esse estudo utiliza-se o circuito elétrico simples do aplicativo ElectricMax descrito na figura 12, nessa parte aplicamos o segundo questionário ou atividade 2.

Figura 12 – Circuito elétrico simples (gerador e resistor) no aplicativo ElectricMax



Fonte: O autor

Questionário 2: Estudo da Lei de Ohm no circuito gerador e resistor do aplicativo ElectricMax

Questão 1. Observe o circuito simples, mantenha a tensão elétrica constante, digite os valores da resistência elétrica, aumentando o seu valor. O que ocorre com o valor da intensidade de corrente elétrica no circuito? Explique o motivo para que isso ocorra.

Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

Tensão elétrica (volt - V)	Resistência elétrica (ohm - Ω)	Corrente elétrica (ampère - A)
12	2	
12	4	
12	6	
12	8	
12	10	

Quadro 9 - Respostas à questão 1 do questionário 2

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	Passou a diminuir a corrente elétrica. Isso porque os valores da resistência elétrica foram aumentados.
A2	Resistência e corrente são inversamente proporcionais, então se manter constante a tensão e aumentar a resistência, a intensidade de corrente irá diminuir.
A3	Diminui, porque quanto maior a resistência elétrica menor será a corrente.
A4	O que ocorre é que sua intensidade diminui, devido ao aumento da resistência elétrica, quanto maior for ela, menor é a corrente.
A5	Os resistores são dispositivos elétrica que ao serem percorridos por uma corrente, transformam energia elétrica em energia.
A6	Outra maneira de encontrar a corrente elétrica é através da potência (P), que é dada em Watt (W), considerando $P = V \cdot I$, ou seja, podemos encontrar a corrente elétrica pela variação dessa fórmula, sendo $I = P/V$ ou com relação da fórmula de potência elétrica com a de tensão, que é $I = \sqrt{P/R}$.
A7	Ao mantermos a tensão elétrica constante mudando a resistência elétrica e subindo o valor, o resultado é inversamente proporcional. Porque quando uma aumenta o valor da corrente elétrica diminui.

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Nessa questão busca-se estudar a relação entre tensão elétrica, resistência elétrica e corrente elétrica, grandezas físicas presentes na lei de ohm. Busca-se principalmente que os alunos verificassem que a intensidade de corrente elétrica diminui com o aumento da resistência elétrica ou vice-versa, para tanto sugere-se que os mesmos construíssem a tabela, mantendo a tensão elétrica constante e aumentando o valor da resistência elétrica.

Para esta atividade teve-se 7 alunos que respondem o questionário, de acordo com as respostas obtidas, cinco alunos responderam corretamente o questionamento da questão,

portanto, um resultado bastante satisfatório, pois equivale a aproximadamente 71,4% dos alunos, eles afirmaram que: “Passou a diminuir a corrente elétrica. Isso porque os valores da resistência elétrica foram aumentados” (A1); “Resistência e corrente são inversamente proporcionais, então se manter constante a tensão e aumentar a resistência, a intensidade de corrente irá diminuir” (A2); “Diminui, porque quanto maior a resistência elétrica menor será a corrente” (A3); “O que ocorre é que sua intensidade diminui, devido ao aumento da resistência elétrica, quanto maior for ela, menor é a corrente” (A4); “Ao mantermos a tensão elétrica constante mudando a resistência elétrica e subindo o valor, o resultado é inversamente proporcional. Porque quando uma aumenta o valor da corrente elétrica diminui” (A7).

Questão 2. Agora mantenha a resistência elétrica constante, digite os valores da tensão elétrica, aumentando o seu valor. O que ocorre com o valor da intensidade de corrente elétrica no circuito. Explique o motivo para que isso ocorra.

Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

Tensão elétrica (volt - V)	Resistência elétrica (ohm - Ω)	Corrente elétrica (ampère - A)
2	2	
6	2	
10	2	
14	2	
16	2	

Quadro 10 - Respostas à questão 2 do questionário 2

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	Os valores aumentaram. Isso porque os valores da tensão elétrica aumentaram e a resistência elétrica foi mantida constante.
A2	Com o aumento da tensão elétrica a tendência é que a corrente aumente.
A3	Aumentou. Por que quanto maior a tenção elétrica maior é a sua corrente elétrica.
A4	O que ocorre é que ela aumenta. O motivo do acontecimento é que a resistência elétrica não muda, então a tensão elétrica cresce e quanto mais sua energia aumenta maior é a força da corrente.
A5	Potência elétrica é definida como a rapidez com que um trabalho é realizado. Ou seja, é a medida do trabalho realizado por uma unidade de tempo.

A6	Devemos saber que a corrente elétrica se comporta de forma distintas nos circuitos, sendo que no circuito em série o valor dela sempre será o mesmo em todos os pontos, já em um circuito em paralelo a corrente irá se dividir de maneira inversamente ao valor de cada resistência ou reatância, ou seja, quanto maior a resistência menor será a corrente elétrica.
A7	Agora, aumentando o valor da tensão elétrica e a resistência ficando constante desse modo, notamos que o valor da corrente aumenta juntamente com a tensão elétrica. Portanto são diretamente proporcional.

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Nessa questão busca-se, também estudar a relação entre tensão elétrica, resistência elétrica e corrente elétrica, grandezas físicas presentes na Lei de Ohm. Busca-se principalmente que os alunos verifiquem que a intensidade de corrente elétrica aumenta com o aumento da tensão elétrica, de certo modo, fica subtendido que a intensidade de corrente diminui com a diminuição da tensão elétrica, para tanto sugerimos que os mesmos construíssem a tabela, mantendo a resistência elétrica constante e aumentando o valor da tensão elétrica. Como pode-se observar, mantendo a resistência elétrica constante, essa simulação faz menção a um resistor ôhmico, pois nesse caso a tensão elétrica é diretamente proporcional a tensão elétrica, sendo assim, se fosse confeccionado um gráfico da corrente elétrica em função da tensão elétrica, teríamos então uma reta crescente, assinalando assim a proporcionalidade entre tensão elétrica e corrente elétrica.

De acordo com as respostas obtidas, cinco alunos responderam corretamente o questionamento da questão, resultando bem semelhante a questão um, portanto, um resultado bastante satisfatório, pois equivale também a aproximadamente 71,4% dos alunos, eles afirmaram que: “Os valores aumentaram. Isso porque os valores da tensão elétrica aumentaram e a resistência elétrica foi mantida constante” (A1); “Com o aumento da tensão elétrica a tendência é que a corrente aumente” (A2); “Aumentou. Por que quanto maior a tensão elétrica maior é a sua corrente elétrica” (A3); “O que ocorre é que ela aumenta. O motivo do acontecimento é que a resistência elétrica não muda, então a tensão elétrica cresce e quanto mais sua energia aumenta maior é a força da corrente” (A4); “Agora, aumentando o valor da tensão elétrica e a resistência ficando constante desse modo, notamos que o valor da corrente aumenta juntamente com a tensão elétrica. Portanto são diretamente proporcional” (A7).

Questão 3. Mediante aos valores obtidos nas questões anteriores, estabeleça a relação matemática entre as grandezas físicas (tensão elétrica, resistência elétrica e corrente elétrica). Ao estabelecer a relação matemática entre as grandezas, utilize a letra **U** para representar a tensão elétrica, a letra **R** para representar a resistência elétrica e, a letra **I** para representar a corrente elétrica.

Quadro 11 - Respostas à questão 3 do questionário 2

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	$R = U \text{ sobre } I.$
A2	Resistência elétrica, representada pela letra “U” e unidade volt (V). Resistência elétrica, representada pela letra “R” e unidade ampere (A). Tensão elétrica, representada pela letra “U” e unidade volt (V).
A3	$U = r \times i$
A4	A tensão elétrica é... $U = 108$ bem forte. A resistência elétrica é... $R = 40$ super elevada. A corrente elétrica é... $I = 37$ potência de energia grande.
A5	A unidade de potência no sistema internacional de medidas é o watt (W), em homenagem ao matemático e engenheiro James Watts que aprimorou a máquina à vapor.
A6	Importância de compreender a utilização dessa lei é sem dúvida a base para quase todos os outros estudos e aplicações de eletricidade. Essa lei relaciona as três principais grandezas elétricas e demonstra como elas estão ligadas, sendo elas a tensão elétrica, corrente elétrica e resistência elétrica.
A7	A relação existente ao mantermos o valor da tensão elétrica o mesmo é aumentando o valor da resistência elétrica, e dividido surgindo assim o valor da corrente elétrica.

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Esta questão exigiu um nível de abstração ou conhecimento matemático por parte dos alunos, pois mediante aos valores obtidos esperava-se que os alunos percebessem a relação entre as grandezas físicas tensão elétrica, resistência elétrica e corrente elétrica, portanto, em outras palavras, a expressão da lei de Ohm.

Nessa questão o resultado correto interpretado pelos alunos não foi a maioria, mas parte dos alunos que responderam corretamente as questões anteriores dessa atividade, ou seja, três alunos (A1, A3 e A7) conseguiram estabelecer a relação matemática entre as grandezas, eles afirmaram que: “ $R = U \text{ sobre } I$ ” (A1); “ $U = r \times i$ ”; “A relação existente ao

mantermos o valor da tensão elétrica o mesmo é aumentando o valor da resistência elétrica, e dividido surgindo assim o valor da corrente elétrica” (A7).

Questão 4. Vamos fazer uma análise da potência dissipada no resistor, para tanto você pode digitar os valores da tensão elétrica, aumentando a tensão e mantendo a resistência elétrica constante. Anote os valores encontrados da corrente elétrica e da potência dissipada no resistor. Explique suas observações acerca da potência elétrica dissipada no resistor, em relação a tensão elétrica e a corrente elétrica.

Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

Tensão elétrica (volt - V)	Resistência elétrica (ohm - Ω)	Corrente elétrica (ampère - A)	Potência elétrica (watt - W)
2	2		
4	2		
6	2		
8	2		
10	2		

Quadro 12 - Respostas à questão 4 do questionário 2

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	Os valores da potência dissipada teve maior valores. Porque a resistência elétrica foi mantida constante e a corrente elétrica teve seus valores aumentados.
A2	A potência elétrica dissipada pelos resistores é a medida da quantidade de calor que eles são capazes de liberar a cada segundo.
A3	Ambas sofrem um aumento, a medida que uma é elevada, a outra também sofre uma elevação no seu valor.
A4	A potência elétrica muda constantemente. Enquanto a tensão elétrica varia, de acordo com a intensidade do resistor e a corrente elétrica aumenta.
A5	No caso dos equipamentos elétricos, a potência indica a quantidade de energia elétrica que foi transformada em outro tipo de energia por unidade de tempo.
A6	V: Tensão elétrica, dado em volts (V). R: Resistência elétrica, dado em ohm (Ω). I: Corrente elétrica, dado em ampère (A).
A7	É interessante se forem usado números exatos como 2, 4, 6, 8... Quando mudamos os valores da tensão elétrica e deixamos o mesmo número da resistência elétrica o resultado da é obtido pela divisão, já o da potência dissipada é multiplica pelo

	resultado da divisão é muito interessante.
--	--

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Nessa questão foi pedido aos alunos que eles analisassem o que acontece com a potência no resistor quando aumenta-se a tensão elétrica, no entanto, foi pedido que o mesmo mantivesse a resistência elétrica com um valor fixo, isto é, manter a resistência elétrica constante. Sabe-se que quando a tensão elétrica aumenta, a intensidade de corrente elétrica no circuito também aumenta, nesse caso o resistor passa a receber mais energia e consequentemente aumenta sua potência elétrica dissipada, isto é, o resistor converte mais energia elétrica em calor.

De acordo com as respostas obtidas, teve-se quatro alunos (A1, A3 e A4) que responderam corretamente sobre o que acontece com a intensidade da potência elétrica quando aumenta-se a tensão elétrica, eles afirmaram que: “Os valores da potência dissipada teve maior valores. Porque a resistência elétrica foi mantida constante e a corrente elétrica teve seus valores aumentados” (A1); “Ambas sofrem um aumento, a medida que uma é elevada, a outra também sofre uma elevação no seu valor” (A2); “Ambas sofrem um aumento, a medida que uma é elevada, a outra também sofre uma elevação no seu valor” (A3); “A potência elétrica muda constantemente. Enquanto a tensão elétrica varia, de acordo com a intensidade do resistor e a corrente elétrica aumenta” (A4).

Já com relação ao aluno A7 teve-se uma interpretação diferente para a potência elétrica, este aluno percebeu que a corrente elétrica é obtida dividindo a tensão elétrica pela resistência, esta observação o mesmo já havia feito na questão três. Nessa questão o aluno observou que a potência elétrica no resistor é resultado da tensão elétrica multiplicada pela corrente elétrica, veja a afirmação de A7: “É interessante se forem usado números exatos como 2, 4, 6, 8... Quando mudamos os valores da tensão elétrica e deixamos o mesmo número da resistência elétrica o resultado da é obtido pela divisão, já o da potência dissipada é multiplica pelo resultado da divisão é muito interessante” (A7).

Questão 5. Vamos fazer uma análise da potência dissipada no resistor, para tanto você pode digitar os valores da tensão elétrica, mantendo a tensão elétrica constante e aumentando o valor da resistência elétrica. Anote os valores encontrados da corrente elétrica e da potência dissipada no resistor. Explique suas observações acerca da potência elétrica dissipada no resistor, em relação a resistência elétrica e a corrente elétrica.

Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

Tensão elétrica (volt -V)	Resistência elétrica (ohm - Ω)	Corrente elétrica (ampère - A)	Potência elétrica (watt - W)
12	2		
12	4		
12	6		
12	8		
12	10		

Quadro 13 - Respostas à questão 5 do questionário 2

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	Observa-se que a potência dissipada apresentou valores maiores, enquanto a resistência elétrica e a corrente elétrica teve seus valores menores.
A2	A potência dissipada pelos resistores é a medida da quantidade de calor que eles são capazes de liberar cada segundo.
A3	Ambas sofrem uma diminuição, a medida que uma é diminuída, a outra também sofre uma diminuição.
A4	A potência elétrica diminui. Por causa da resistência elétrica, e a corrente que possui uma carga de energia baixa. Já a Tensão permanece alta, não se altera.
A5	Quando um equipamento elétrico fica em funcionamento durante um determinado intervalo de tempo, podemos calcular a energia elétrica que foi consumida.
A6	Não sei.
A7	Funciona da seguinte maneira, $V/\Omega = A.V = W$ seguindo o exemplo da forma é como encontramos a relação o resultado. Deixando o valor volt constante e o ohm sempre aumenta o valor ao obtermos o valor da corrente, pegamos a corrente elétrica e multiplicamos dessa maneira será obtido o valor do potencial dissipado. Conforme é aumentado a resistência elétrica o valor W diminui, ou seja, são inversamente proporcionais.

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Bem semelhante a questão quatro, porém aqui foi pedido que se mantivesse a tensão elétrica constante e aumentasse a resistência elétrica, como resultado ter-se-ia uma diminuição da corrente elétrica no circuito elétrico e conseqüentemente uma diminuição da potência elétrica dissipada no resistor.

De acordo com as respostas obtidas apenas três alunos (A3, A4 e A7) afirmaram que a potência elétrica diminui com o aumento da resistência elétrica, eles afirmaram que: “Ambas sofrem uma diminuição, a medida que uma é diminuída, a outra também sofre uma diminuição” (A3); “A potência elétrica diminui. Por causa da resistência elétrica, e a corrente que possui uma carga de energia baixa. Já a Tensão permanece alta, não se altera” (A4); “Funciona da seguinte maneira, $V/\Omega = A.V = W$ seguindo o exemplo da forma é como encontramos a relação o resultado. Deixando o valor volt constante e o ohm sempre aumenta o valor ao obtermos o valor da corrente, pegamos a corrente elétrica e multiplicamos dessa maneira será obtido o valor do potencial dissipado. Conforme é aumentado a resistência elétrica o valor W diminui, ou seja, são inversamente proporcionais” (A7).

Para o aluno A1 a potência elétrica dissipada no resistor aumenta, sendo que a simulação não mostra isso no circuito elétrico. Não sabe-se como esse aluno conduziu essa simulação, pois o mesmo afirma que a resistência elétrica e a corrente elétrica teve seus valores diminuídos. Tem-se aqui uma inconsistência física, pois como sabemos quando a resistência diminui a corrente elétrica tende a aumentar.

Questão 6. Mediante aos valores obtidos nas questões 4 e 5, estabeleça a relação matemática entre as grandezas físicas (potência elétrica, tensão elétrica e corrente elétrica). Ao estabelecer a relação matemática entre as grandezas, utilize a letra **P** para representar a potência elétrica, a letra **U** para representar a tensão elétrica e, a letra **I** para representar a corrente elétrica.

Quadro 14 - Respostas à questão 6 do questionário 2

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	$U = I$ sobre P.
A2	A tensão elétrica (U) e corrente elétrica (I) são termos muito diferentes e mais vulgarmente conhecidos por tensão e corrente. A resistência elétrica é facilidade ou dificuldade que os materiais possuem, de opor-se a passagem de uma corrente.
A3	$P = U \cdot I$
A4	$P = 90$ se apresenta é um nível estável. U= aumenta I= diminui
A5	Potência elétrica é definida como a rapidez com que um trabalho é realizado. Ou seja, é a medida do trabalho realizado por unidade de tempo.
A6	Como já sabemos, a corrente em um circuito em série é a mesma em todas as cargas, ou

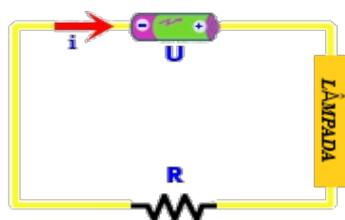
	seja, ao calcular a corrente total neste circuito a mesma será para todas as resistências contidas nele.
A7	Nas questões anteriores, os valores da tensão elétrica e a resistência ficaram constante, os mesmos mudavam também o valor sempre subia. Desse modo notamos que na tabela 5, quando a Volt era 12 e Ω subiu de 2 para 10 sempre de dois em dois, conforme o valor subia o potencial dissipado diminuía, sendo assim inversamente proporcional. Já na questão 4 eles eram diretamente proporcional.

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

De acordo com as respostas obtidas para esta questão, apenas o aluno A3 conseguiu estabelecer a relação entre tensão elétrica, corrente elétrica e potência elétrica. Esperava-se que mediante aos dados anotados na tabela sugerida nas questões 4 e 5 o aluno fosse capaz de fazer uma interpretação matemática desses dados estabelecendo a relação entre as grandezas físicas, porém a grande maioria dos alunos não conseguiram fazer essa relação.

Talvez a maneira como foi aplicado o questionário tenha influenciado no resultado, pois os mesmos não foram aplicados no formato como foram digitados no digitador de texto padrão, por ser um formulário do *Google Forms*, alguns aspectos da digitação não foram possíveis de serem inseridos, como por exemplo, as tabelas sugeridas nas questões 4 e 5, essas tabelas foram enviadas separadas para os grupos de sala de aula do *WhatsApp*.

Questão 7. Após fazer uma análise da questão 4, o que se pode dizer a respeito do brilho da lâmpada apresentada no circuito elétrico abaixo ao aumentarmos a tensão elétrica no circuito, mantendo a resistência elétrica constante?



Quadro 15 - Respostas à questão 7 do questionário 2

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	A lâmpada vai apresentar um brilho mais resistente.
A2	O brilho das lâmpadas pode ser usado como um indicador da magnitude (valor) da corrente que atravessa a lâmpada: quanto maior o brilho da lâmpada, maior é a corrente.
A3	Seu brilho fica mais forte.
A4	Pode se dizer que o brilho aumenta intensamente.
A5	A unidade de potência no sistema internacional de medidas é o watt (W), em homenagem ao matemático e engenheiro James Watts que aprimorou a máquina a vapor.
A6	Ela ficará mais forte.
A7	Quando aumentamos a tensão elétrica, a lâmpada recebe uma carga que faz que ela acenda. Mantendo a resistência elétrica constante os elétrons seguem a corrente em direção ao polo negativo da bateria fazendo que a luz continue acesa.

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Nessa questão foi introduzida uma lâmpada no circuito, a intenção aqui era que os alunos pudessem associar o brilho da lâmpada a corrente elétrica no circuito, como eles já haviam simulado a corrente elétrica no circuito em função da tensão elétrica, esperava-se que todos fossem capaz de dizer que o brilho da lâmpada fosse aumentar em virtude do aumento da tensão elétrica e conseqüentemente também da corrente elétrica.

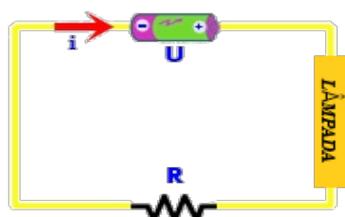
De acordo com as respostas obtidas, quatro alunos (A1, A3, A4 e A6) responderam de maneira concisa que o brilho da lâmpada fosse aumentar ou ficar mais forte, eles afirmaram que: “A lâmpada vai apresentar um brilho mais resistente” (A1); “Seu brilho fica mais forte” (A3); “Pode se dizer que o brilho aumenta intensamente” (A4); Ela ficará mais forte” (A6). Com relação a essa questão, a interpretação correta sobre o que acontece com o brilho da lâmpada corresponde a aproximadamente 57,1%, dessa forma podemos dizer que parte dos alunos compreenderam a relação entre tensão elétrica, corrente elétrica e potência elétrica. No caso do aluno A1, entende-se que o mesmo ao dizer que a lâmpada vai ficar com o brilho mais “resistente”, então, interpretou-se que mais resistente significa mais intenso, pois na interpretação da questão oito, o aumento de potência na lâmpada para esse aluno significa um brilho mais resistente.

No caso da resposta do aluno A2, como não sabe-se o mesmo respondeu a questão por conta própria, apesar dele afirmar que quanto maior for o brilho da lâmpada, maior é a

corrente, essa resposta parece um pouco estranha na maneira como foi conduzida, também pelo fato que ele repete a mesma resposta na questão oito.

Ao fazer a análise da resposta do aluno A7, conclui-se que o mesmo não faz referência a intensidade do brilho da lâmpada com o aumento da tensão elétrica, mas ele afirma que a mesma recebe carga elétrica para ficar acesa quando sujeita ao aumento de tensão. Já na questão oito, o mesmo associa de maneira clara o brilho da lâmpada ao aumento da resistência elétrica, nesse caso o aluno A7 respondeu que o brilho diminui com o aumento da resistência elétrica. Imagina-se que o mesmo poderia ter respondido de forma mais precisa essa questão, visto que a questão oito é bem semelhante a esta.

Questão 8. Após fazer uma análise da questão 5, o que se pode dizer a respeito do brilho da lâmpada apresentada no circuito elétrico abaixo ao aumentarmos a resistência elétrica no circuito, mantendo a tensão elétrica no circuito constante?



Quadro 16 - Respostas à questão 8 do questionário 2

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	A potência elétrica aumentará, fazendo com que o brilho fique resistente.
A2	O brilho das lâmpadas pode ser usado como um indicador da magnitude (valor) da corrente que atravessa a lâmpada: quanto maior o brilho da lâmpada, maior é a corrente.
A3	Seu brilho diminui.
A4	Pode se dizer que o brilho diminui cada vez mais.
A5	Os resistores são dispositivos elétricos que ao serem percorridos por uma corrente, transformam energia elétrica em energia térmica.
A6	Dessa forma teremos a corrente total (I_t) do circuito e conseqüentemente a corrente em todas as cargas, pois é a mesma em todo o circuito.
A7	Ao mantermos a tensão constante e aumentando a resistência o brilho da luz vai diminuir.

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Essa questão é bem semelhante a questão anterior (questão sete), porém nessa questão, aumenta a resistência elétrica mantendo a tensão constante, a intenção aqui era que os alunos pudessem associar o brilho da lâmpada a corrente elétrica no circuito, como eles já haviam simulado a corrente elétrica no circuito em função da resistência elétrica, esperava-se que todos fossem capaz de dizer que o brilho da lâmpada fosse diminuir em virtude do aumento da resistência elétrica, pois esse aumento na resistência elétrica ocasiona uma diminuição na intensidade de corrente elétrica.

De acordo com as respostas obtidas, três alunos (A3, A4 e A7) responderam de maneira concisa que o brilho da lâmpada fosse diminuir ou ficar mais fraco, eles afirmaram que: “Seu brilho diminui” (A3); “Pode se dizer que o brilho diminui cada vez mais” (A4); “Ao mantermos a tensão constante e aumentando a resistência o brilho da luz vai diminuir” (A7).

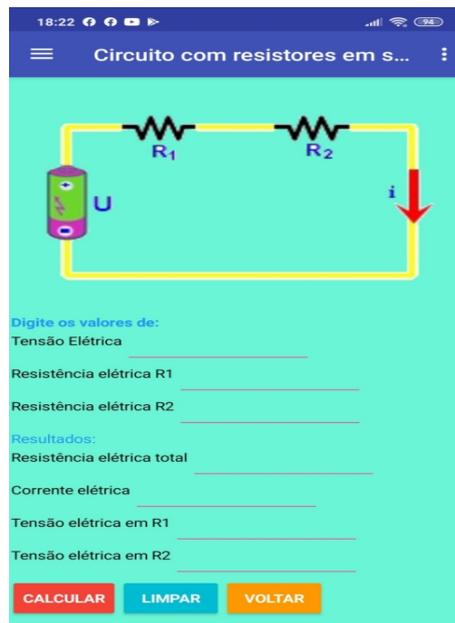
Nessa questão teve-se um número bem inferior de alunos que responderam de forma correta o que acontece com o brilho da lâmpada. Na simulação diante do aplicativo ElectricMax no circuito gerador, resistor, e mediante as questões quatro e cinco onde o aluno tinha a possibilidade de ver o que acontece com a potência dissipada no resistor quando se tem um aumento de corrente ou diminuição de corrente.

Esperava-se que nas questões sete e oito, ao acrescentar uma lâmpada no circuito, que o aluno associasse o brilho da lâmpada a corrente elétrica no circuito, porém como foi percebido diante das respostas obtidas, que para essas questões nunca se teve uma unanimidade com relação a interpretação correta sobre o que acontece com o brilho da lâmpada ou potência elétrica dissipada na lâmpada.

6.2.2 Estudo do circuito com resistores em série no aplicativo ElectricMax

A segunda ação dessa parte da sequência didática (questionário 3 no APÊNDICE F) foi estudar a associação de resistores em série, nessa parte utilizamos o circuito elétrico com dois resistores associados em série do aplicativo ElectricMax, conforme descrito na figura 13.

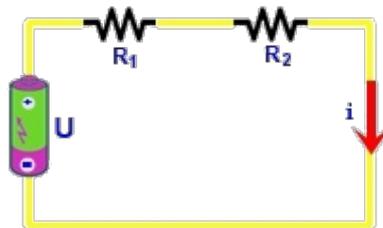
Figura 13 – Circuito elétrico com resistores em série no aplicativo ElectricMax



Fonte: O autor

Questionário 3 - *Estudo da associação de resistores em série utilizando o aplicativo ElectricMax.*

Questão 1. Utilizando o aplicativo **ElectricMax** no circuito com resistores em série, digite um valor de tensão elétrica, uma resistência elétrica R_1 e uma resistência elétrica R_2 , com R_1 diferente de R_2 . Após pedir pra calcular o resultado no aplicativo, analise os resultados obtidos e responda o que se pede abaixo:



- Como se obtêm a resistência elétrica total no circuito?
- Como se obtêm a corrente elétrica no circuito?
- Se os resistores têm resistências elétricas diferentes, o que se pode dizer sobre a tensão elétrica nos resistores? Como se obtêm essa tensão elétrica em cada resistor?

Quadro 17 - Respostas à questão 1 do questionário 3

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	a) Se obtém adicionando os valores de R1 e R2. b) Obtém através dos R1 e R2. c) Elas aumentam. Através da diferença dos valores do R1 e R2.
A2	A) Somando os valores das resistências existentes. B) Basta dividir a tensão pela resistência e para descobrir a corrente total do circuito basta somar as duas correntes. C) São diferentes. Corrente elétrica vezes a resistência no local. É maior em um e menor em outra já que possuem valores diferentes. Elas são diferentes.
A3	A. Se souber o valor da corrente e tensão total do circuito inteiro, você pode encontrar a resistência total usando a Lei de Ohm: $R = V/I$. Por exemplo, um circuito em paralelo tem uma tensão de 9 volts e uma corrente de 3 amps. A resistência total do circuito $R_T = 9 \text{ volts} / 3 \text{ amps} = 3 \Omega$. B. Para se obter uma corrente elétrica, é necessário criar um campo elétrico nesse condutor. Com esse campo elétrico, teremos diferentes níveis de energia potencial. Esses diferentes níveis de energia potencial provocarão algo que é conhecido como diferença de potencial (d.d.p), ou simplesmente tensão elétrica. C. A medição crítica de um resistor é a resistência, que serve como relação de tensão para corrente é medida em ohm, uma unidade SI.
A4	A) Se obtém a resistência elétrica, através da tensão elétrica, somada pelos resistores..B) Se obtém a corrente elétrica através da velocidade da resistência total de um resistor..C) se pode dizer que a tensão elétrica mudou constantemente sua velocidade no resistor. Se obtém através dos valores de velocidade que o resistor passa a obter..
A5	Pode ser definida como sendo a grandeza física que mede a quantidade de trabalho realizado em um determinado intervalo de tempo. Ela tem com unidade de medida o watt (W).
A6	Não sei.

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Passa-se a estudar o circuito com resistores em série, para facilitar o entendimento do circuito com resistores em série, adota-se nesse estudo uma associação com apenas dois resistores. Nessa questão pede-se aos alunos que digitassem um valor para tensão elétrica, uma resistência elétrica R_1 e uma resistência elétrica R_2 , sendo que para esta questão as resistências deveriam ser diferentes.

Como sabe nessa associação de resistores, a resistência elétrica total equivale a soma das resistências elétricas no circuito; a corrente elétrica no circuito é obtida dividindo a tensão

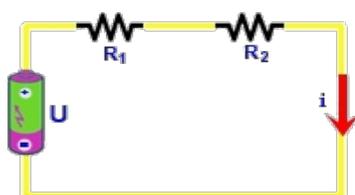
elétrica do circuito pela resistência elétrica do circuito e essa corrente elétrica é a mesma para todos os resistores da associação; existe uma divisão de tensão elétrica entre os resistores, sendo que a tensão elétrica será maior no resistor de maior resistência elétrica. Com base nos dados da simulação no aplicativo ElectricMax esperava-se que os alunos fossem capazes de interpretar os fenômenos da associação de resistores em série.

De acordo com as respostas obtidas, apenas dois alunos (A1 e A2) parecem ter feito a utilização do aplicativo para essa questão, pois quando se analisa a resposta dos outros alunos, essas respostas parecem muito distante para uma simulação feita no aplicativo. Os alunos A1 e A2 afirmam que: “a) Se obtém adicionando os valores de R1 e R2. b) Obtém através dos R1 e R2. c) Elas aumentam. Através da diferença dos valores do R1 e R2” (A1); “A) Somando os valores das resistências existentes. B) Basta dividir a tensão pela resistência e para descobrir a corrente total do circuito basta somar as duas correntes. C) São diferentes. Corrente elétrica vezes a resistência no local. É maior em um e menor em outra já que possuem valores diferentes. Elas são diferentes” (A2).

Analisando as respostas do aluno A1, pôde-se perceber que apenas na **letra a** esse aluno responde de forma concisa, na **letra b** e **letra c**, o mesmo não consegue interpretar de maneira clara e concisa ao questionamento. No caso do aluno A2, o mesmo consegue responder a **letra a** e a **letra c**, porém a **letra b** causa um pouco de estranheza, pois o mesmo diz que para se achar a corrente total no circuito, basta somar as duas correntes, mas só teria duas correntes caso fosse uma associação em paralelo.

No caso da **letra b** teria-se duas respostas para a corrente elétrica total no circuito, quando analisamos a resposta do aluno A2, ele disse também que basta dividir a tensão pela resistência, nesse caso ele estaria correto, pois ao dividir a tensão elétrica no resistor pela sua resistência chega-se também ao resultado.

Questão 2. Utilizando o aplicativo ElectricMax no circuito com resistores em série, digite um valor de tensão elétrica, uma resistência elétrica R1 e uma resistência elétrica R2, com R1 igual a R2. Após pedir pra calcular o resultado no aplicativo, analise os resultados obtidos e responda o que se pede abaixo:



- a) Como se obtêm a resistência elétrica total no circuito?
- b) Como se obtêm a corrente elétrica no circuito?
- c) Se os resistores têm resistências elétricas iguais, o que se pode dizer sobre a tensão elétrica nos resistores? Como se obtêm essa tensão elétrica em cada resistor?

Quadro 18 - Respostas à questão 2 do questionário 3

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	a) Obtém colocando os valores do R1 e R2. b) Usando a tensão elétrica e a resistência elétrica R1 e R2. c) Ficam com os valores iguais. Utilizando os valores dos R1 e R2 com a resistência elétrica total.
A2	A) Somando as duas resistências existente. B) Dividindo a tensão sobre a resistência. C) São iguais.
A3	A. Se souber o valor da corrente e tensão total do circuito inteiro, você pode encontrar a resistência total usando a Lei de Ohm: $R = V/I$. Por exemplo, um circuito em paralelo tem uma tensão de 9 volts e uma corrente de 3 amps. A resistência total do circuito $R_T = 9 \text{ volts}/3 \text{ amps} = 3 \Omega$. B. Para se obter uma corrente elétrica, é necessário criar um campo elétrico nesse condutor. Com esse campo elétrico, teremos diferentes níveis de energia potencial. Esses diferentes níveis de energia potencial provocarão algo que é conhecido como diferença de potencial (d.d.p), ou simplesmente tensão elétrica. C. A medição crítica de um resistor é a resistência, que serve como relação de tensão para corrente é medida em ohm, uma unidade SI.
A4	A) Se obtém através da tensão elétrica dos resistores...B) Se obtém através da velocidade total da resistência do resistor..C) Se pode dizer que a tensão elétrica não muda permanece intensa. Se obtém através do valor que os resistores possuem..
A5	A Tensão elétrica é fornecida ao circuito por meio de um gerador, seja ela uma pilha, bateria, fonte ou até mesmo um gerador solar, térmico, mecânico e inúmeros outros.
A6	Não tenho o app

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Essa questão é bem semelhante a questão anterior, a diferença estar no fato das resistências elétricas serem iguais. Com relação a análise da simulação por parte dos alunos no aplicativo, na **letra c**, diferentemente da questão anterior, devido as resistências serem iguais, também ter-se-ia tensões elétricas iguais nos resistores. Esse fato evidencia a lógica

matemática, pois se as resistências são iguais e a tensão elétrica também, isso evidencia de maneira clara que a corrente elétrica em cada resistor é a mesma corrente no circuito elétrico, por tanto, essa tensão em cada resistor pode ser encontrada multiplicando a resistência elétrica de cada resistor pela corrente elétrica no circuito.

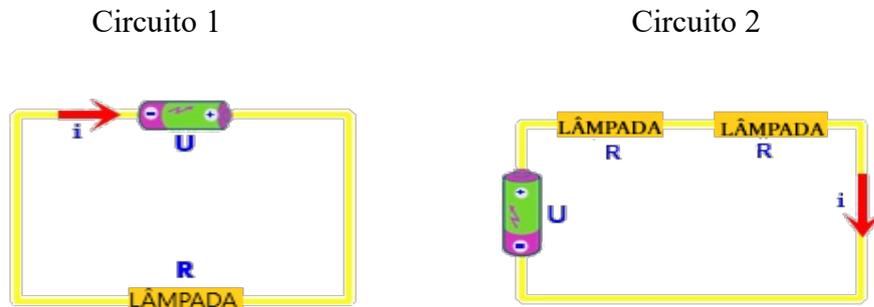
Novamente, de acordo com as respostas obtidas, apenas os alunos (A1 e A2) parecem ter feito a utilização do aplicativo para fazer a questão, pois quando se analisa a resposta dos outros alunos, as respostas continuam muito distante para uma simulação feita no aplicativo. Os alunos A1 e A2 afirmam que: “a) Obtém colocando os valores do R1 e R2. b) Usando a tensão elétrica e a resistência elétrica R1 e R2. c) Ficam com os valores iguais. Utilizando os valores dos R1 e R2 com a resistência elétrica total” (A1); “A) Somando as duas resistências existente. B) Dividindo a tenção sobre a resistência. C) São iguais” (A2).

Quando analisa-se as respostas do aluno A1, observa-se que o mesmo responde de forma parcial cada item da questão 2, por exemplo, na **letra a** da questão 1, ele respondeu que basta adicionar os valores das resistências R_1 e R_2 , porém na **letra a** da questão 2, ele responde com outras palavras, dizendo: “Obtém colocando os valores de R_1 e R_2 ”, portanto, não menciona que tem que somar ou adicionar essas resistências. Na **letra b** da questão 2, o aluno A1 diferentemente da **letra b** da questão 1, responde com outras palavras, sendo que no item b da questão 1, ele reponde como prever a literatura, já no item b da questão 2, a resposta fica imprecisa, segundo ele: “Usando a tensão elétrica e a resistência elétrica R1 e R2”, como pode-se observar, o mesmo não mencionou que teria que dividir a tensão total do circuito pela soma das resistências elétricas no circuito.

Partindo para a análise das respostas do aluno A2, pôde-se perceber que o mesmo saiu-se bem nessa questão, respondendo de maneira precisa aos questionamentos em cada item. Na **letra b**, quando analisa-se a reposta do ponto de vista da tensão no resistor sobre a resistência do resistor, podemos considerar que nesse item, o aluno A2 respondeu de forma precisa. No item c, ele respondeu de forma parcial, visto que nesse item foram feitos dois questionamentos, ao primeiro questionamento sobre a tensão nos resistores, ele respondeu de forma correta dizendo que a tensão elétrica é igual nos dois resistores de resistências iguais, porém não respondeu como se calcula essa tensão nos resistores.

Questão 3. Fazendo uma análise da questão quatro da atividade 1, agora utilizando o aplicativo **ElectricMax**. Considerando que ambos os circuitos apresentam a mesma tensão elétrica e que todas as lâmpadas apresentam a mesma resistência elétrica. Digite os valores de tensão elétrica e resistência elétrica nos dois circuitos presentes no aplicativo **ElectricMax**,

após pedir pra calcular os valores, analise os resultados obtidos. Em qual dos circuitos, as lâmpadas apresentam maior luminosidade? Explique o motivo para que isso ocorra?



Sugestão: construa uma tabela para cada circuito e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

TABELA PARA O CIRCUITO 1

Tensão elétrica U (volt - V)	Resistência elétrica R (ohm - Ω)	Corrente elétrica (ampère - A)	Potência elétrica (watt - W)
12	6		

TABELA PARA O CIRCUITO 2

Tensão elétrica (V)	Resistência elétrica R_1 (Ω)	Resistência elétrica R_2 (Ω)	Corrente elétrica i (A)	Tensão elétrica em R_1 (V)	Tensão elétrica em R_2 (V)	Potência elétrica em R_1 (W)	Potência elétrica em R_2 (W)
12	6	6				$P_1 = U_1 \cdot i$	$P_2 = U_2 \cdot i$

OBSERVAÇÃO: P_1 = potência elétrica em R_1 e U_1 = Tensão elétrica em R_1

P_2 = potência elétrica em R_2 e U_2 = tensão elétrica em R_2

Quadro 19 - Respostas à questão 3 do questionário 3

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	Circuito 1. Pelo motivo dos resistores do circuito 2 ter resistências iguais.
A2	No primeiro. Quanto menor a presença de resistência maior a potência elétrica, e consequentemente maior luminosidade.
A3	Em paralelo. Isso porque a montagem em paralelo as lâmpadas são alimentadas pela mesma voltagem. Por exemplo, duas Lâmpadas de 100 Watts ligadas em paralelo vão brilhar como uma de 200 Watts. Se você pegar essas mesmas lâmpadas e as montar em

	série, as voltagens dela irão ser divididas e cada uma receberá cerca de 55 volts, portanto, com menos brilho devido a essa divisão de voltagem. Lei de Ohm.
A4	No circuito 2. Porque duas lâmpadas possui maior resistência de carga, pois consegue aumentar a velocidade do gerador, dessa forma adquirindo para se, fortes cargas elétricas que aumentarão sua luminosidade.
A5	A corrente elétrica é um fluxo de elétrons que circula em um condutor quando há diferença de potencial - ou seja, tensão.
A6	Não tenho o app.

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Nessa questão faz-se um comparativo a questão quatro da atividade 1 sobre os conhecimentos prévios dos alunos, mas agora eles respondem ao mesmo questionamento nessa questão, porém agora depois de fazer as devidas simulações em cada circuito no aplicativo ElectricMax. Através das simulações, com os dados expostos nas tabelas, esperava-se que eles percebessem o que acontece com a potência elétrica das lâmpadas em cada circuito, podendo comparar a potência elétrica de cada lâmpada em cada circuito, dizendo em qual circuito elétrico a lâmpada apresenta uma maior potência elétrica e conseqüentemente um maior brilho.

Vamos supor aqui uma simulação com os valores sugeridos nas tabelas, onde entramos com uma tensão elétrica de 12 V e as respectivas resistências elétricas sejam iguais a 6 Ω , dessa forma nossas tabelas ficam preenchidas, assim:

Tabela 1 – Simulação para o circuito 1 no aplicativo ElectricMax

Tensão elétrica U (V)	Resistência elétrica R (Ω)	Corrente elétrica (A)	Potência elétrica (W)
12	6	2	24

Fonte: Simulação feita pelo autor

Tabela 2 – Simulação para o circuito 2 no aplicativo ElectricMAX

Tensão elétrica (V)	Resistência elétrica R ₁ (Ω)	Resistência elétrica R ₂ (Ω)	Corrente elétrica i (A)	Tensão elétrica em R ₁ (V)	Tensão elétrica em R ₂ (V)	Potência elétrica em R ₁ (W)	Potência elétrica em R ₂ (W)
12	6	6	1	6	6	$P_1 = U_1 \cdot I$ $P_1 = 6 \cdot 1$ $P_1 = 6$	$P_2 = U_2 \cdot i$ $P_2 = 6 \cdot 1$ $P_2 = 6$

Fonte: Simulação feita pelo autor

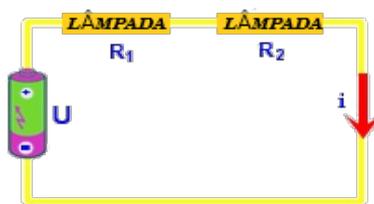
Então, conforme as simulações esperava-se que os alunos chegassem a esses valores com os dados já sugeridos anteriormente, como pode-se perceber no circuito 1 a lâmpada apresenta uma maior luminosidade, isto é, nesse circuito a lâmpada apresenta uma potência elétrica maior, esse fato deve-se a corrente elétrica ser maior nesse circuito.

Com relação as lâmpadas do circuito 2, percebe-se que as duas estão sujeitas a mesma tensão elétrica, por apresentarem a mesma resistência elétrica e serem percorridas pela mesma corrente elétrica. Também devido terem a mesma resistência elétrica e serem percorridas pela mesma corrente elétrica, apresentam também potências elétricas iguais, isto é, as duas lâmpadas do circuito 2, apresentam a mesma luminosidade.

De acordo com as respostas obtidas, teve-se dois alunos (A1 e A2) que disseram que o brilho da lâmpada seria maior no circuito 1, os alunos A1 e A2 afirmam que: “Circuito 1. Pelo motivo dos resistores do circuito 2 ter resistências iguais” (A1); “No primeiro. Quanto menor a presença de resistência maior a potência elétrica, e conseqüentemente maior luminosidade” (A2).

Apenas o aluno A4 disse que o brilho da Lâmpada seria maior no circuito 2 com as duas lâmpadas de resistências iguais associadas em série, o aluno A4 afirma que: “No circuito 2. Porque duas lâmpadas possui maior resistência de carga, pois consegue aumentar a velocidade do gerador, dessa forma adquirindo para se, fortes cargas elétricas que aumentarão sua luminosidade” (A4).

Questão 4. Fazendo uma análise da questão sete da atividade 1, agora utilizando o aplicativo **ElectricMax**. Considerando o circuito elétrico abaixo, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas de resistências diferentes em série, sendo que a resistência $R_2 > R_1$. Qual lâmpada apresentará maior luminosidade? Por quê?



Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

Tabela

Tensão elétrica (V)	Resistência elétrica R ₁ (Ω)	Resistência elétrica R ₂ (Ω)	Corrente elétrica i (A)	Tensão elétrica em R ₁ (V)	Tensão elétrica em R ₂ (V)	Potência elétrica em R ₁ (W)	Potência elétrica em R ₂ (W)
12	4	6				$P_1 = U_1 \cdot i$	$P_2 = U_2 \cdot i$

OBSERVAÇÃO: P_1 = potência elétrica em R₁ e U_1 = Tensão elétrica em R₁

P_2 = potência elétrica em R₂ e U_2 = tensão elétrica em R₂

Quadro 20 - Respostas à questão 4 do questionário 3

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	Lâmpada 2. Pois apresenta maior potência.
A2	Lâmpada R1 porque possui resistência menor.
A3	Se uma lâmpada tem potência de 100 watt, significa que em cada segundo de funcionamento ela consome 100 joules de energia elétrica. A maioria dos aparelhos elétricos tem apenas um valor de potência, mas existem alguns que trazem escrito mais de um valor como por exemplo o chuveiro elétrico.
A4	A lâmpada 2. (R2).. Pois ela possui uma corrente elétrica maior e mais forte.
A5	Quando ligamos algum aparelho de eletrodoméstico, fazemos com que uma corrente elétrica passe pelo motor desse aparelho e ligue-o.
A6	Ñ tenho o app.

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Nessa questão, tem a situação em que duas lâmpadas de resistências elétricas diferentes estão associadas em série, o mesmo questionamento feito nessa questão, foi feito na questão sete da atividade 1, sobre os conhecimentos prévios dos alunos. Respondendo ao mesmo questionamento nessa questão, fazendo as devidas simulações no circuito com o aplicativo ElectricMax, através das simulações, com os dados expostos nas tabelas, esperava-se que eles percebessem o que acontece com a potência elétrica das lâmpadas no circuito, podendo comparar a potência elétrica de cada lâmpada no circuito, dizendo qual das lâmpadas apresenta uma maior potência elétrica e conseqüentemente um maior brilho.

Supondo-se aqui uma simulação com os valores sugeridos nas tabelas, onde entra-se com uma tensão elétrica de 12 V e as respectivas resistências elétricas de R_1 e R_2 sejam respectivamente iguais a 4 Ω e 6 Ω , dessa forma nossa tabela fica preenchida, assim:

Tabela 3 - Simulação no aplicativo ElectricMax com duas lâmpadas em série de resistências diferentes

Tensão elétrica (V)	Resistência elétrica R_1 (Ω)	Resistência elétrica R_2 (Ω)	Corrente elétrica i (A)	Tensão elétrica em R_1 (V)	Tensão elétrica em R_2 (V)	Potência elétrica em R_1 (W)	Potência elétrica em R_2 (W)
12	4	6	1,2	4,8	7,2	$P_1 = U_1 \cdot i$ $P_1 = 4,8 \cdot 1,2$ $P_1 = 5,76$	$P_2 = U_2 \cdot I$ $P_2 = 7,2 \cdot 1,2$ $P_2 = 8,64$

Fonte: Simulação feita pelo autor

Então, conforme as simulações esperava-se que os alunos chegassem a esses valores com os dados já sugeridos na tabela, como pode-se perceber a lâmpada R_2 apresenta uma maior luminosidade, isto é, a lâmpada de resistência elétrica R_2 apresenta uma potência elétrica maior, essa potência elétrica é maior na lâmpada de resistência R_2 porque essa lâmpada, embora percorrida pela mesma corrente elétrica que a lâmpada de resistência elétrica R_1 , está sujeita a uma tensão elétrica maior devido possuir uma resistência elétrica também maior.

De acordo com as respostas obtidas, teve-se dois alunos (A1 e A4) que disseram que o brilho da lâmpada seria maior na lâmpada de resistência elétrica R_2 , os alunos A1 e A4 afirmam que: “Lâmpada 2. Pois apresenta maior potência” (A1); “A lâmpada 2. (R_2).. Pois ela possui uma corrente elétrica maior e mais forte” (A4).

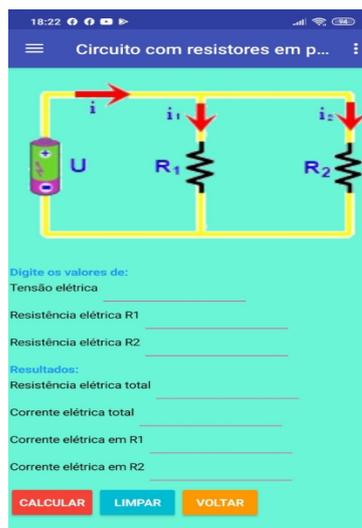
Como pode-se perceber de acordo com a resposta do aluno A1, este associou o brilho das lâmpadas a potência elétrica nas lâmpadas, portanto, respondendo de maneira correta que a lâmpada de resistência elétrica R_2 apresenta um brilho maior, devido à potência elétrica nessa lâmpada ser maior. Já na resposta do aluno A4 há uma incoerência, apesar de responder que a lâmpada de resistência elétrica R_2 apresentará uma maior luminosidade, o mesmo justifica que isso deve-se a corrente elétrica em R_2 ser maior do que em R_1 , mas sabemos que isso não é verdade, sendo que a corrente elétrica nas duas lâmpadas é a mesma.

Teve-se ainda o aluno A2 que respondeu que a lâmpada de resistência elétrica R_1 apresenta uma maior luminosidade ou maior brilho. Esse aluno afirmou que: “Lâmpada R_1 porque possui resistência menor” (A2). Como podemos perceber, segundo A1, quanto menor a resistência elétrica numa associação em série, maior será a potência elétrica.

6.2.3 Estudo do circuito com resistores em paralelo no aplicativo ElectricMax

A terceira ação dessa parte da sequência didática (questionário 4 no APÊNDICE G) foi estudar a associação de resistores em paralelo, nessa parte utiliza-se o circuito elétrico com dois resistores associados em paralelo do aplicativo ElectricMax, conforme descrito na figura 14.

Figura 14 – Circuito elétrico com resistores em paralelo no aplicativo ElectricMax

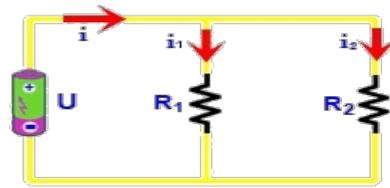


Fonte: O autor

Infelizmente, para a aplicação desse questionário conta-se com a participação de apenas dois alunos, ou seja, apenas dois alunos entregaram o questionário quatro. Porém, um dos alunos apesar de responder cada uma das questões referente a este questionário, escreveu em cada questão a palavra “Repetida”, pressupõe aqui que o mesmo tenha se equivocado, achando que o questionário quatro fosse o mesmo questionário três, lembrando que um faz referência a associação de resistores em série (questionário três) e o outro faz referência a associação de resistores em paralelo (questionário quatro).

Questionário 4 - *Estudo da associação de resistores em paralelo utilizando o aplicativo ElectricMax.*

Questão 1. Utilizando o aplicativo **ElectricMax** no circuito com resistores em paralelo, digite um valor de tensão elétrica, uma resistência elétrica R_1 e uma resistência elétrica R_2 , com R_1 diferente de R_2 . Após pedir pra calcular o resultado no aplicativo, analise os resultados obtidos e responda o que se pede abaixo:



- a) Como se obtêm a resistência elétrica total no circuito?
- b) Como se obtêm a corrente elétrica total no circuito?
- c) Se os resistores têm resistências elétricas diferentes, o que se pode dizer sobre a corrente elétrica em cada resistor? Sabendo a corrente elétrica e a resistência de cada resistor, o que se pode dizer sobre a tensão elétrica nesses resistores?

Quadro 21 - Respostas à questão 1 do questionário 4

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	A) Seguindo a seguinte equação: 1 sobre a resistência equivalente é igual a soma de 1 sobre todas as resistências do circuito. B) É dada pela tensão sobre a resistência equivalente. C) São diferentes.
A2	Repetida

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Passou-se a estudar o circuito com resistores em paralelo, para facilitar o entendimento do circuito com resistores em paralelo, adotou-se nesse estudo uma associação com apenas dois resistores. Nessa questão pediu-se aos alunos que digitassem um valor para tensão elétrica, uma resistência elétrica R_1 e uma resistência elétrica R_2 , sendo que para esta questão as resistências deveriam ser diferentes.

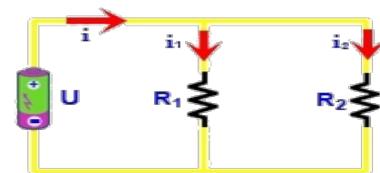
Como sabe-se, na associação de resistores em paralelo, todos os resistores estão submetidos a mesma tensão elétrica; o inverso da resistência total do resistor é igual à soma dos inversos das resistências elétricas dos resistores da associação; a corrente elétrica total no circuito é obtida dividindo a tensão elétrica do circuito pela resistência elétrica total do circuito, essa corrente total também pode ser obtida somando-se a corrente elétrica em cada um dos resistores da associação. Nesse tipo de associação de resistores a corrente elétrica total

do circuito se divide pelo número de resistores na associação, essa corrente elétrica em cada resistor é obtida dividindo-se a tensão elétrica do circuito pela resistência elétrica do resistor.

De acordo com as respostas obtidas, apenas o aluno A1 fez a utilização do aplicativo para essa questão, pois quando se analisa a resposta do aluno A2, o mesmo parece ter se equivocado achando que o questionário quatro fosse o mesmo questionário três, os mesmos afirmam que: “A) Seguindo a seguinte equação: 1 sobre a resistência equivalente é igual a soma de 1 sobre todas as resistências do circuito. B) É dada pela tensão sobre a resistência equivalente. C) São diferentes” (A1); “Repetida” (A2).

Tem-se que nessa questão o aluno A1 saiu-se bem, pois o mesmo respondeu corretamente aos questionamentos em cada item dessa questão. No item c, havia dois questionamentos, um era sobre a corrente elétrica em cada um dos resistores e o outro era sobre a tensão elétrica nesses resistores, na resposta de A1 para este item, ele responde apenas ao primeiro questionamento, isto é, sobre a corrente elétrica em cada resistor, mas podemos dizer que o aluno A1 respondeu de maneira satisfatória a questão 1. Se o aluno A1 tivesse aplicado a expressão da **Lei de Ohm** em cada um dos resistores, ele perceberia que a tensão elétrica nos resistores seriam iguais.

Questão 2. Utilizando o aplicativo **ElectricMax** no circuito com resistores em paralelo, digite um valor de tensão elétrica, uma resistência elétrica R_1 e uma resistência elétrica R_2 , com R_1 igual a R_2 . Após pedir pra calcular o resultado no aplicativo, analise os resultados obtidos e responda o que se pede abaixo:



- Como se obtêm a resistência elétrica total no circuito?
- Como se obtêm a corrente elétrica total no circuito?
- Se os resistores têm resistências elétricas iguais, o que se pode dizer sobre a corrente elétrica em cada resistor? Sabendo a corrente elétrica e a resistência de cada resistor, o que se pode dizer sobre a tensão elétrica nesses resistores?

Quadro 22 - Respostas à questão 2 do questionário 4

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	Seguindo a seguinte equação: 1 sobre a resistência equivalente é igual a soma de 1 sobre todas as resistências do circuito. B) É dada pela tensão sobre a resistência equivalente. C) São iguais.
A2	Repetida

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

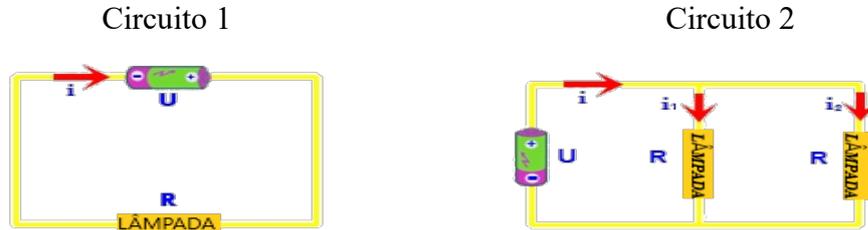
Bem semelhante a questão 1, esta questão se diferencia dela apenas pelo fato das resistências elétricas no circuito serem iguais, porém essa diferença nas resistências não altera a resposta da **letra a** e **letra b**, ou seja, para essas letras (**a** e **b**) prevalece as mesmas respostas das letras (**a** e **b**) da questão 1. Já para a **letra c**, ao invés das correntes elétricas nos resistores serem diferentes, para esta questão as correntes elétricas nos resistores **são iguais**, isto deve ao fato dos resistores apresentarem a mesma resistência elétrica e estarem sujeitos a mesma tensão elétrica.

De acordo com as respostas obtidas, apenas o aluno A1 parece ter feito a utilização do aplicativo para essa questão, pois quando se analisa a resposta do aluno A2, o mesmo parece ter se equivocado achando que o questionário quatro fosse o mesmo questionário três, os mesmos afirmam que: “Seguindo a seguinte equação: 1 sobre a resistência equivalente é igual a soma de 1 sobre todas as resistências do circuito. B) É dada pela tensão sobre a resistência equivalente. C) São iguais” (A1); “Repetida” (A2).

Nessa questão o aluno A1 também saiu-se bem, pois semelhantemente a questão anterior, o mesmo respondeu corretamente aos questionamentos em cada item dessa questão. Novamente no item c, havia dois questionamentos, um era sobre a corrente elétrica em cada um dos resistores e o outro era sobre a tensão elétrica nesses resistores, na resposta de A1 para este item, novamente ele responde apenas ao primeiro questionamento, isto é, sobre a corrente elétrica em cada resistor, mas podemos dizer que o aluno A1 respondeu de maneira satisfatória a questão 1. Se o aluno A1 tivesse aplicado a expressão da **Lei de Ohm** em cada um dos resistores, ele perceberia que a tensão elétrica nos resistores seriam iguais também para resistências elétricas iguais.

Questão 3. Fazendo uma análise da questão cinco da atividade 1, agora utilizando o aplicativo **ElectricMax**. Considerando que ambos os circuitos apresentam a mesma tensão elétrica e que todas as lâmpadas apresentam a mesma resistência elétrica. Digite os valores de

tensão elétrica e resistência elétrica nos dois circuitos presentes no aplicativo **ElectricMax**, após pedir pra calcular os valores, analise os resultados obtidos. Que conclusão se tem a respeito do brilho das lâmpadas nos circuitos? Explique o motivo para que isso ocorra?



Sugestão: construa uma tabela para cada circuito e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

CIRCUITO 1

Tensão elétrica U (V)	Resistência elétrica R (Ω)	Corrente elétrica (A)	Potência elétrica (W)
12	6		

CIRCUITO 2

Tensão elétrica U (V)	Resistência elétrica R1 (Ω)	Resistência elétrica R2 (Ω)	Corrente elétrica total i (A)	Corrente elétrica em R1 (A)	Corrente elétrica em R2 (A)	Potência elétrica em R1 (W)	Potência elétrica em R2 (W)
12	6	6				$P_1 = U_1 \cdot i_1$	$P_2 = U_2 \cdot i_2$

OBSERVAÇÃO: P_1 = potência elétrica em R_1 e $U_1 = U =$ Tensão elétrica em R_1

P_2 = potência elétrica em R_2 e $U_2 = U =$ tensão elétrica em R_2

Quadro 23 - Respostas à questão 3 do questionário 4

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	No primeiro é mais forte uma vez que quanto menos resistência há no circuito maior potência há, e conseqüentemente maior luminosidade.
A2	Repetida

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Essa questão é bem semelhante a questão 5 da atividade 1, sobre o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, aqui o aluno vai responder a questão mediante as observações dos dados obtidos a partir das simulações no aplicativo ElectricMax.

Fazendo as devidas simulações nos circuitos com o aplicativo ElectricMax, através das simulações, com os dados expostos nas tabelas, fazendo as comparações entre esses dados das tabelas dos dois circuitos elétricos, esperava-se que os alunos fossem capaz de chegar a uma conclusão correta sobre o brilho das lâmpadas nos dois circuitos elétricos.

Supondo aqui uma simulação com os valores sugeridos nas tabelas, onde entra-se com uma tensão elétrica de 12 V e as respectivas resistências elétricas R de ambas as lâmpadas nos circuitos fossem iguais a 6 Ω , dessa forma as tabelas ficam preenchidas, assim:

Tabela 4 – Simulação para o circuito 1 no aplicativo ElectricMax

Tensão elétrica U (volt - V)	Resistência elétrica R (ohm - Ω)	Corrente elétrica (ampère - A)	Potência elétrica (watt - W)
12	6	2	24

Fonte: Simulação feita pelo autor

Tabela 5 – Simulação para o circuito 2 no aplicativo ElectricMax

Tensão elétrica U (V)	Resistência elétrica R1 (Ω)	Resistência elétrica R2 (Ω)	Corrente elétrica total i (A)	Corrente elétrica em R1 (A)	Corrente elétrica em R2 (A)	Potência elétrica em R1 (W)	Potência elétrica em R2 (W)
12	6	6	4	2	2	$P_1 = U_1 \cdot I_1$ $P_1 = 12 \cdot 2$ $P_1 = 24$	$P_2 = U_2 \cdot i_2$ $P_2 = 12 \cdot 2$ $P_2 = 24$

Fonte: Simulação feita pelo autor

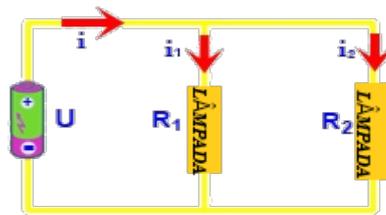
Então, conforme as simulações esperava-se que os alunos chegassem a esses valores com os dados já sugeridos na tabela, como pode-se perceber as lâmpadas em ambos os circuitos elétricos estão sujeitas as mesmas tensão elétrica e em ambos os circuitos a corrente elétrica nas lâmpadas também é a mesma, isso implica a mesma potência elétrica para as lâmpadas em ambos os circuitos elétricos, ou seja, as lâmpadas apresentam o mesmo brilho em ambos os circuitos elétricos.

De acordo com as respostas obtidas, teve-se o aluno A1 dizendo que no circuito 1 a lâmpada apresenta um brilho mais forte, ele afirma que: “No primeiro é mais forte uma vez que quanto menos resistência há no circuito maior potência há, e conseqüentemente maior luminosidade” (A1). Como pode-se observar, para o aluno A1 a resistência elétrica no circuito 1 é menor que no circuito 2, porém se for feita uma análise conforme os dados das tabelas,

para o circuito 1, a resistência elétrica total do circuito é igual à própria resistência elétrica da lâmpada, isto é, seria igual a 6Ω . Para o circuito 2, a resistência elétrica total seria $R/2 = 3 \Omega$, portanto, a resistência elétrica é menor no circuito 2.

Conclui-se portanto que o aluno A1 não associou o brilho da lâmpada a potência elétrica desenvolvida pela lâmpada em ambos os circuitos, pois conforme os dados na tabela seria muito fácil fazer essa comparação, visto que bastava que o aluno tivesse preenchido as tabelas conforme foi sugerido e feito a comparação das potências elétricas das lâmpadas nos dois circuitos elétricos.

Questão 4. Fazendo uma análise da questão oito da atividade 1, agora utilizando o aplicativo **ElectricMax**. Considerando o circuito elétrico abaixo, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas de resistências diferentes em série, sendo que a resistência $R_2 > R_1$. Qual lâmpada apresentará maior luminosidade? Por quê?



Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

Tabela

Tensão elétrica U (V)	Resistência elétrica R_1 (Ω)	Resistência elétrica R_2 (Ω)	Corrente elétrica total i (A)	Corrente elétrica em R_1 (A)	Corrente elétrica em R_2 (A)	Potência elétrica em R_1 (W)	Potência elétrica em R_2 (W)
12	4	6				$P_1 = U_1 \cdot i_1$	$P_2 = U_2 \cdot i_2$

OBSERVAÇÃO: P_1 = potência elétrica em R_1 e $U_1 = U$ = Tensão elétrica em R_1

P_2 = potência elétrica em R_2 e $U_2 = U$ = tensão elétrica em R_2

Quadro 24 - Respostas à questão 4 do questionário 4

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	R1, porque sua resistência é menor.
A2	Repetida

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Nessa questão tem-se, a situação em que duas lâmpadas de resistências elétricas diferentes estão associadas em paralelo, o mesmo questionamento feito nessa questão, foi feito na questão oito da atividade 1, sobre os conhecimentos prévios dos alunos. Respondendo ao mesmo questionamento nessa questão, fazendo as devidas simulações no circuito com o aplicativo ElectricMax, através das simulações, com os dados expostos nas tabelas, esperava-se que eles percebessem o que acontece com a potência elétrica das lâmpadas no circuito, podendo comparar a potência elétrica de cada lâmpada no circuito, dizendo qual das lâmpadas apresenta uma maior potência elétrica e conseqüentemente um maior brilho.

Supondo aqui uma simulação com os valores sugeridos nas tabelas, onde entramos com uma tensão elétrica de 12 V e as respectivas resistências elétricas de R_1 e R_2 sejam respectivamente iguais a 4 Ω e 6 Ω , dessa forma a tabela fica preenchida, assim:

Tabela 6 - Simulação no aplicativo ElectricMax com duas lâmpadas em paralelo de resistências diferentes

Tensão elétrica U (V)	Resistência elétrica R_1 (Ω)	Resistência elétrica R_2 (Ω)	Corrente elétrica total i (A)	Corrente elétrica em R_1 (A)	Corrente elétrica em R_2 (A)	Potência elétrica em R_1 (W)	Potência elétrica em R_2 (W)
12	4	6	5	3	2	$P_1 = U_1 \cdot i_1$ $P_1 = 12 \cdot 4$ $P_1 = 48$	$P_2 = U_2 \cdot I_2$ $P_2 = 12 \cdot 2$ $P_2 = 24$

Então, conforme as simulações esperava-se que os alunos chegassem a esses valores com os dados já sugeridos na tabela, como pode-se perceber a lâmpada de resistência elétrica R_1 apresenta uma maior luminosidade, isto é, a lâmpada de resistência elétrica R_1 apresenta uma potência elétrica maior, essa potência elétrica é maior na lâmpada de resistência R_1 porque essa lâmpada é percorrida por uma corrente elétrica maior.

De acordo com as respostas obtidas, apenas o aluno A1 respondeu que o brilho da lâmpada seria maior na lâmpada de resistência elétrica R_1 , ele afirma que: “R1, porque sua resistência é menor” (A1). Sem ser muito enfático, na associação em paralelo, o aluno A1

associou o maior brilho da lâmpada a menor resistência elétrica, portanto, respondendo de maneira correta que a lâmpada de resistência elétrica R_1 apresenta um brilho maior, ou seja, como as lâmpadas estão sujeitas a mesma tensão elétrica, a lâmpada de menor resistência será percorrida por uma corrente elétrica de intensidade maior, isso implica também a uma potência elétrica maior nessa lâmpada.

6.3 Aplicação do questionário o uso de aplicativos móveis em sala de aula

Para esta categoria aplica-se um questionário com 7 (sete) questões (APÊNDICE H), este questionário foi utilizado pra saber se os alunos já tinham usados outros aplicativos de tecnologias móveis em sala de aula, mas também tinha o intuito de levantar o grau de satisfação dos alunos mediante o uso do aplicativo ElectricMax para o estudo da Lei de Ohm e associações de resistores no circuito elétrico. Para isso, o questionário foi composto de 5 (cinco) questões objetivas e de 2 (duas) subjetivas. A aplicação do referido questionário se deu no dia 23 de dezembro de 2020, devido ao advento da Pandemia por Covid-19, esse questionário foi digitado no Google Forms e sua aplicação se deu por envio via Email.

Para este último questionário (questionário 5) contou-se com a participação de 3 (três) alunos, que responderam as questões sobre o uso de aplicativos móveis em sala de aula e também deram suas opiniões sobre o uso do aplicativo ElectricMax. A participação nesse último questionário foi muito abaixo do esperado, visto que as questões presentes neste questionário eram triviais, mas infelizmente os alunos estavam distantes das aulas online e não estavam tão dispostos para fazer as atividades.

Assim como foi feito nas outras atividades, facilitando a compreensão dos dados produzidos, apresentamos as informações de acordo com a estrutura de cada questionário, na ordem como se apresenta cada uma das questões, acompanhada das respostas dos alunos.

Questionário 5 - *O uso de aplicativos móveis em sala de aula*

Questão 1. Você já tinha participado de uma aula em que se utilizava aplicativos de tecnologias móveis?

sim não

Quadro 25 - Respostas à questão 1 do questionário 5

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	Não
A2	Sim
A3	Sim

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

No geral, queria-se que mais alunos tivessem entregue este questionário, mas infelizmente para este questionário, conta-se com a participação de apenas 3 (três) alunos. Nessa questão foi perguntado se os alunos já tinham participado de uma aula em que se utilizava aplicativo de tecnologias móveis, conforme o quadro 24, dois alunos (A2 e A3) responderam dizendo: “Sim”. O aluno A1 respondeu dizendo: “Não”.

Lembrando que nesse período de pandemia todos estavam utilizando o aplicativo WhatsApp como sala de aula virtual, a intenção aqui não era a utilização do aplicativo móvel nessa perspectiva e sim como uma ferramenta potencializadora de se produzir aprendizagem significativa, nesse caso o intuito aqui era utilizar esses aplicativos móveis como ferramenta capaz de possibilitar o aprendizado de algum conteúdo em determinada área do conhecimento ou disciplina.

Embora a quantidade de alunos para este questionário tenha sido bastante pequena, a maioria dos alunos responderam que já tinham participado de alguma aula em que se utilizava aplicativos de tecnologias móveis voltado para o estudo de conteúdos de alguma disciplina. Isso mostra que a utilização desses aplicativos móveis vem se difundindo na educação ao longo do tempo.

Segundo Pais (2010, p.143) “A transição para a sociedade da informação requer estratégias educativas mais audaciosas do que aquelas representadas por métodos tradicionais de aprendizagem”. Nesse contexto o uso das tecnologias requer métodos que favoreçam a articulação entre a elaboração de conhecimentos e os valores por eles visados, nesse sentido, propusemos o uso da sequência didática como método didático tentando orientar o aluno na construção dos conhecimentos, com o aplicativo ElectricMax foi proposto as **simulações**, umas das características compatíveis com os desafios do novo cenário pedagógico, pois são consideradas apropriadas à estruturação de estratégias didáticas, contando com a utilização dos recursos do dispositivo móvel ou da informática.

Questão 2. O que você achou ao utilizar o aplicativo ElectricMax a partir de nossa aula sobre a lei de Ohm e associações de resistores nos circuitos elétricos?

ótima boa regular ruim péssima

Quadro 26 - Respostas à questão 2 do questionário 5

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	Ótima
A2	Boa
A3	Ótima

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Nessa questão pergunta-se aos alunos o que eles acharam da utilização do aplicativo ElectricMax nas aulas para estudo da Lei de Ohm e associações de resistores. Para esta questão foi disponibilizado 5 (cinco) alternativas para que os alunos pudessem assinalar uma delas.

Conforme as respostas no quadro 25, teve-se os alunos A1 e A3 que responderam que acharam **ótima** a utilização do aplicativo ElectricMax para o estudo dos conteúdos. Já um aluno A2 respondeu que achou **boa** a utilização do aplicativo ElectricMax.

Questão 3. Com o uso do aplicativo ElectricMax o conteúdo ficou mais fácil de se aprender?

sim não

Quadro 27 - Respostas à questão 3 do questionário 5

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	Sim
A2	Sim
A3	Sim

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Para esta questão pergunta-se se com a utilização do aplicativo ElectricMax ficou mais fácil de se aprender o conteúdo, uma questão objetiva e fechada onde o aluno poderia responder **sim** ou **não**.

Então, para essa questão todos os alunos responderam **sim**. De certa forma, com a simulação no aplicativo é possível perceber o que acontece no circuito elétrico, por exemplo, na expressão da Lei de Ohm, no primeiro circuito elétrico do aplicativo (circuito gerador e

receptor) é fácil estudar e perceber com se comporta a relação tensão elétrica, resistência elétrica e corrente elétrica no circuito elétrico.

No circuito com resistores em série, fica fácil perceber que a resistência elétrica total no circuito equivale a soma das resistências; a corrente elétrica nos resistores é a mesma; a tensão elétrica nos resistores é o produto da resistência de cada resistor pela corrente elétrica e a tensão elétrica total fornecida ao circuito equivale a soma das tensões em cada resistor. Para efeito didático foi colocado dois resistores no circuito elétrico, dessa forma ficaria mais fácil a observação e análise dos dados por parte dos alunos.

No circuito com resistores em paralelo, o nível de abstração para perceber como se obtém a resistência elétrica total do circuito é maior, porém com relação a isto, esse fato pode despertar a curiosidade do aluno, visto que o mesmo, tendo percebido que na associação em série, essa resistência elétrica total equivale a soma das resistências, já associação em paralelo, o aluno seria levado a refletir um pouco mais como se obtém essa resistência. Na simulação é fácil perceber que existe uma corrente elétrica para cada resistor e que a corrente elétrica total do circuito equivale a soma das correntes elétricas em cada resistor. A tensão elétrica é a mesma para ambos os resistores.

Questão 4. Em que grau o uso do aplicativo ElectricMax contribuiu para ampliar o seu conhecimento sobre a lei de Ohm e associações de resistores nos circuitos elétricos?

não contribuiu

contribuiu pouco

contribuiu bastante

Quadro 28 - Respostas à questão 4 do questionário 5

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	Contribuiu bastante
A2	Contribuiu bastante
A3	Contribuiu bastante

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Quanto a contribuição do aplicativo para ampliação do conhecimento a respeito do conteúdo, todos os alunos responderam que o aplicativo **contribuiu bastante**. Como dito anteriormente, com a simulação no aplicativo ElectricMax é possível perceber o que acontece no circuito elétrico, sendo assim, há contribuição para a aprendizagem do aluno.

Questão 5. O que você mais gostou no aplicativo ElectricMax?

Quadro 29 - Respostas à questão 5 do questionário 5

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	A facilidade de manipulação
A2	Branco
A3	A organização do aplicativo

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Encontra-se aqui uma questão do tipo **aberta**, nessa questão o aluno é levado a escrever sob o que lhe agradou no aplicativo ElectricMax, conforme a resposta no aluno A1, o que mais lhe agradou, foi **a facilidade de manipulação**. Já um aluno A2 não se manifestou, deixando a questão em branco. Quando se fala em manipular o aplicativo, ressaltamos que o mesmo é de fácil manipulação, podendo o aluno acessar o aplicativo, clicando no ícone do aplicativo depois que o mesmo foi baixado. Na tela do aplicativo basta o aluno ou usuário clicar no menu do aplicativo, clicando no menu, aparece todos os submenus do aplicativo, inclusive o submenu circuitos elétricos.

Para o aluno A3, o que mais lhe agradou, foi **a organização do aplicativo**. Na questão de organização, foi pensado primeiro na tela inicial, como ficaria a exposição dessa tela. Na tela inicial com já foi falado, tem o menu, que depois de clicado aparece os submenus do aplicativo. Logo abaixo temos a apresentação da tela inicial.

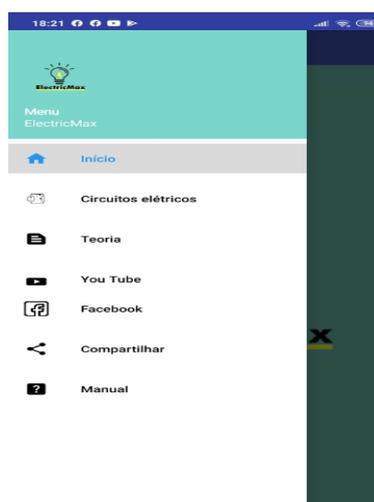
Figura 15 - Tela inicial do aplicativo ElectricMax



Fonte: O autor

Conforme a figura 15, na tela inicial temos o nome do aplicativo sublinhado por uma linha amarela, em cima do nome do aplicativo, temos uma lâmpada acesa, essa lâmpada acesa simboliza que a mesma está sujeita a uma fonte de tensão elétrica, em fim, tanto a lâmpada acesa como o nome do aplicativo, faz menção ao estudo da eletrodinâmica. Ainda no canto superior esquerdo temos o menu do aplicativo, este dar acesso aos submenus. Logo abaixo temos a apresentação da tela de submenus.

Figura 16 - Tela de submenus do aplicativo ElectircMax



Fonte: O autor

Conforme a figura 16, após clicarmos no menu na tela inicial, aparece os seguintes submenus: **Início**, **Circuitos elétricos**, **Teoria**, **You Tube**, **Facebook**, **Compartilhar**, **Manual**, cada um com suas devidas funções, por exemplo, ao clicar em Início, volta-se para a tela inicial do aplicativo.

Questão 6. O que você acha que pode ser melhorado no aplicativo ElectricMax?

Quadro 30 - Respostas à questão 6 do questionário 5

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	Mostrar as fórmulas para realizar os cálculos
A2	Branco
A3	Design

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Tem aqui novamente uma questão do tipo **aberta**, nessa questão foi pedido que o aluno expressasse sua opinião sobre o que poderia ser melhorado no aplicativo ElectricMax,

conforme a resposta no aluno A1, o aplicativo deveria **mostrar as fórmulas para realizar os cálculos**. Novamente aluno A2 não se manifestou, deixando a questão em branco. Sobre a questão de mostrar as fórmulas, depois da aplicação da sequência didática, o professor poderia reforçar o conteúdo mostrando como foi possível chegar nos resultados, ou seja, com os dados sugeridos, o professor realizasse os cálculos para mostrar como foi possível chegar nos mesmos resultados alcançados através do aplicativo.

Para o aluno A3, deveria ser melhorado o **design** do aplicativo ElectricMax, quando se fala em gosto pelo design isso depende muito de quem está usando, mas também não se pode fazer um design de forma qualquer, tem que se pensar no usuário, sendo assim, o design tem que ser o mais atraente possível e funcional.

Design é a palavra em inglês para desenho, do verbo latino *designare*, que significa traçar, apontar, mostrar uma direção. Além de se preocupar com a estética de um produto, o designer busca a sua funcionalidade. (REDAÇÃO, 2019, única página).

A questão do design envolve vários significados, por exemplo, na confecção dos circuitos elétricos, foram desenvolvidos vários esboços (representação do gerador, alteração de cor, tipo de letra, formato do circuito, etc) até chegarmos na configuração final, no próprio aplicativo também testamos várias configurações, além da preocupação com a estética, nos preocupamos também com a funcionalidade do aplicativo, de uma certa forma, há sempre alguma coisa que possa ser melhorado.

Questão 7. Você gostaria de ter mais aulas desse tipo, com o uso de tecnologias móveis a partir de aplicativos?

sim não

Quadro 31 - Respostas à questão 7 do questionário 5

ALUNO (A)	RESPOSTAS
A1	Sim
A2	Sim
A3	Sim

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Todos nessa questão respondem que gostariam de mais aulas com tecnologias móveis a partir do uso de aplicativos. Aos poucos, uma parcela maior da população estão tendo cada vez mais acesso as mídias digitais. Na sala de aula, o uso das mídias digitais já não é mais

novidade. Não sendo mais novidades para todos quanto ao uso de tecnologias móveis na sala de aula, aos poucos essa tecnologia vai se difundindo como recurso dentro educação e atingindo um público cada vez maior.

Os recursos tecnológicos e as mídias digitais estão cada vez mais inseridos no cotidiano das pessoas e nas suas relações sociais; disso decorre que a educação também é influenciada pelo avanço e utilização desses recursos, principalmente com a inclusão dos computadores nas escolas (SÁ, 2016, p.70).

Como visto anteriormente, na questão 1, pergunta-se os alunos já tinham participado de alguma aula com tecnologias móveis, segundo as respostas obtidas, nem todos os alunos tinham participado de aulas com tecnologias móveis a partir do uso de aplicativos. Analisando de um outro ponto de vista, devido ao advento da pandemia por Covid-19, pode dizer de uma certa forma que todos os alunos participaram de uma aula com tecnologias móveis, visto que os alunos estavam assistindo as aulas online mediante aos grupos de sala de aulas virtuais criados no aplicativo de mensagens, WhatsApp.

Durante o período da pandemia por Covid-19 no ano letivo de 2020, também foi utilizado outros aplicativos de celulares para que os alunos pudessem participar das aulas ou fazer suas atividades, como relatado por alguns professores do Centro de Ensino Médio João Paulo I, esses profissionais e alunos fizeram também uso do Google Meet, Google Sala de Aula, no caso dos alunos, muitos utilizaram a versão na forma de aplicativo para dispositivos de tecnologias móveis, mas no caso aqui esses aplicativos foram utilizados para mediação das aulas no modo remoto, ou seja, serviram de ambientes virtuais de sala de aula.

Com relação ao uso do aplicativo ElectricMax, a ênfase aqui foi a utilização do aplicativo voltado especificamente para o ensino de um determinado conteúdo, então, nessa questão aos alunos: “Você gostaria de ter mais aulas desse tipo, com o uso de tecnologias móveis a partir de aplicativos? Quando se fala em ter mais aulas desse tipo, refere-se em utilizar algum aplicativo de tecnologias móveis voltado para o ensino de algum conteúdo, destaca que pode ser para qualquer disciplina, nesse quesito, todos os alunos relatam que gostariam de utilizar os aplicativos móveis voltado para o ensino. Lembra que o tema aqui desse questionário é: *o uso de aplicativos móveis em sala de aula*, mas destaca também que poderia ser fora da sala de aula, como atividade extraclasse.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que concerne ao estudo da expressão da lei de Ohm, estudo este feito na segunda atividade (questionário 2) com o uso do aplicativo ElectricMax, conforme os resultados apresentados nas respostas, pode-se dizer que para este estudo os resultados são bastantes satisfatórios, porém não pode-se afirmar com toda ênfase que houve aprendizagem significativa, mas de certa forma conforme as respostas apresentadas, a maioria dos alunos entendem que a intensidade de corrente elétrica aumenta com o aumento da tensão elétrica e diminui com o aumento da resistência elétrica.

A partir dos dados do aplicativo ElectricMax quando foi pedido aos alunos para estabelecerem a relação matemática entre as grandezas físicas tensão elétrica, resistência elétrica e corrente elétrica, apesar da maioria dos alunos ter entendido que a corrente elétrica aumenta com o aumento da tensão elétrica e diminui com o aumento da resistência elétrica, essa maioria não consegue estabelecer a relação da expressão da lei de Ohm, isto é, a relação entre tensão elétrica, resistência elétrica e corrente elétrica.

No estudo feito da potência elétrica dissipada no resistor, primeiramente o estudo de como se comportava essa potência dissipada no resistor com o aumento da tensão elétrica e resistência elétrica constante, depois como se comportava essa potência dissipada com o aumento da resistência elétrica e tensão elétrica constante. Com relação a potência dissipada no resistor, a minoria dos alunos respondem de maneira correta, apenas um aluno consegue estabelecer a relação matemática entre: potência elétrica, tensão elétrica e corrente elétrica. Supõe-se que mediante algumas respostas, os alunos não fizeram as simulações com o aplicativo ou não souberam interpretar os resultados obtidos na simulação com o aplicativo.

Ainda com relação a potência elétrica, foi proposto duas situações-problema, para os alunos interpretarem conforme a intensidade de corrente elétrica aumentasse ou diminuísse no circuito elétrico, o que ocorreria com o brilho de uma lâmpada presente nesse circuito contendo um gerador e um resistor, essa mesma situação-problema tinha sido exposta no questionário conhecimentos prévios ou concepções alternativas (pré-teste), para esta situação-problema no questionário pré-teste, três alunos tinham respondido que o brilho da lâmpada diminui com o aumento da resistência e aumenta com o aumento da tensão.

Já com a utilização do aplicativo ElectricMax quatro alunos respondem que a intensidade luminosa aumenta com o aumento da tensão elétrica, porém apenas três alunos disseram que essa intensidade luminosa diminui com o aumento da resistência elétrica. Portanto, há uma incoerência nas respostas, pois para ser coerente, seria normal que quatro

alunos respondessem também que a intensidade luminosa diminui com o aumento da resistência elétrica.

Em relação a potência elétrica pode-se dizer que houve ampliação do conhecimento, visto que no questionário pré-teste, os alunos já haviam demonstrado que tinham alguns conhecimentos prévios a respeito. Então, depois da utilização com o aplicativo ElectricMax, apesar da incoerência citada no parágrafo anterior, em uma das situações-problema o número de respostas corretas foi superior ao mesmo problema apresentado no questionário pré-teste.

Para o estudo da associação em série, na análise das duas primeiras questões na terceira atividade (questionário 3) o resultado não foi muito satisfatório, pois teve poucos alunos que responderam essas questões de forma correta, não que os outros alunos tenham respondido de forma incorreta, porque parece que parte desses alunos não fizeram as atividades conforme as orientações, portanto, ao que parecem nem utilizaram o aplicativo ElectricMax para fazer as simulações.

Ainda na associação em série teve-se duas situações-problema, questão 3 e questão 4, a primeira era pra fazer a análise do brilho das lâmpadas em dois circuitos elétricos, comparando em qual dos circuitos elétricos a lâmpada teria a maior luminosidade, essa questão era semelhante a questão 4 do questionário 1 (pré-teste), não teve alterações no número de respostas corretas em relação as respostas do questionário conhecimentos prévios (pré-teste). Na questão 4, teve a análise do brilho da lâmpada no circuito com duas lâmpadas associadas em séries com resistências diferentes, essa questão era semelhante a questão 7 do questionário 1, aqui teve-se uma regressão no número de respostas corretas em relação ao questionário pré-teste, embora inferior as respostas, foi percebido que os alunos tiveram um melhor embasamento teórico.

Para o estudo da associação em paralelo, na análise das duas primeiras questões na quarta atividade (questionário 4) o resultado foi muito satisfatório, pois o único aluno que se propôs a responder essas questões, responde todas de forma correta, apenas na letra c que tinha dois questionamentos, o aluno não responde ao segundo questionamento que era sobre a tensão elétrica em cada resistor, mas para isso, o aluno teria que aplicar a Lei de Ohm em cada um dos resistores, exigindo um certo nível de abstração.

Ainda na associação em paralelo teve duas situações-problema, questão 3 e questão 4, a primeira era pra fazer a análise do brilho das lâmpadas em dois circuitos elétricos, todos com lâmpadas de resistências elétricas iguais, comparando em qual dos circuitos elétricos a lâmpada teria a maior, menor ou igual luminosidade, essa questão era semelhante a questão 5 do questionário 1 (pré-teste), no questionário 1 teve diversas respostas, apenas um aluno

responde que o brilho seria o mesmo em ambos os circuitos, porém esse aluno não justifica de uma maneira plausível. Na questão 3, o único aluno que se propôs a responder o questionário 4, responde que no circuito 1 o brilho da lâmpada seria maior, isso devido à resistência elétrica nesse circuito ser menor, portanto, para essa questão o aluno não se saiu bem, respondendo erradamente ao problema.

Na questão 4 (questionário 4) teve a análise do brilho da lâmpada no circuito com duas lâmpadas associadas em paralelo com resistências diferentes, essa questão era semelhante a questão 8 do questionário 1, referente ao questionário 1, uma pequena minoria de alunos responde justificando de forma correta que o brilho seria maior na lâmpada de menor resistência elétrica. Já para o questionário 4, o único aluno respondente, responde corretamente esse mesmo problema e justifica bem sua resposta, dizendo que a maior luminosidade se deve a menor resistência elétrica.

Numa análise da utilização do aplicativo ElectricMax na sala de aula para o ensino da lei de Ohm e associações de resistores, para os alunos, sua utilização foi considerada boa ou ótima, segundo eles com o uso do aplicativo o conteúdo fica mais fácil de aprender e o uso do aplicativo contribui bastante na ampliação do conhecimento sobre lei de Ohm e associações de resistores. Os alunos relatam ainda que: no aplicativo, gostaram da facilidade de manipulação e organização do conteúdo, mas houve relato que poderia ser melhorado o design e todos os alunos gostariam de ter mais aulas desse tipo com o uso de aplicativos.

Na aplicação da Sequência Didática houve uma queda no número de alunos que entregaram as atividades, acredita-se que essa queda se deve a maneira como foi aplicada a pesquisa. Essa aplicação remota no período pandêmico da Covid-19 em 2020 interferiu no resultado final da pesquisa, pois os alunos estavam dispersos das aulas remotas devido a uma série de fatores, a falta de motivação pode ter sido um desses fatores.

Apesar de todos os fatores adversos a pesquisa, conforme as respostas de alguns alunos perante as atividades, o produto educacional mostra dentro das possibilidades para uso na sala de aula, visto que algumas respostas condizem com o esperado, em comparação com as concepções que os alunos tinham antes do estudo com o aplicativo ElectricMax, dessa forma se acredita que há possibilidade de aprendizagem significativa, uma vez que o professor poderá discutir as questões em sala de aula, reforçando assim o conteúdo, ressalta que mediante ao uso da sequência didática, o professor poderá fazer alterações ou sugerir outras situações de aprendizagem com o uso do aplicativo ElectricMax.

REFERÊNCIAS

- BARRETO FILHO, B. **Física aula por aula: eletromagnetismo, ondulatória, física moderna**. 2. ed. São Paulo: FTD, 2013. v. 3.
- BISCUOLA, G. J; VILLAS BÔAS, N; DOCA, R. H. **Física 3: eletricidade, física moderna**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016. v. 3.
- BORGES, F. V. A.; REALI, A. M. de M. **Formação de professores e educação a distância: uma parceria na formação de professores-tutores-regentes**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA, 2012, São Carlos. **Anais...** São Paulo: UFSCar. Disponível em: <http://sistemas3.sead.ufscar.br/ojs/Trabalhos/177-898-1-ED.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2019.
- BRASIL. PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Semtec, 2002.
- DALFOVO, M.S; LANA, R.A; SILVEIRA, A. Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico. **Revista Interdisciplinar Científica**, Blumenau, v.2, n.4, p. 01-13, Sem II, 2008 ISSN 1980-7031. Disponível em: <https://www.slideshare.net/FranciscodeFreitas3/metodos-quantitativos-equalitativosumresgateteorico>. Acesso em: 25 abr. 2019
- FAVA, R. **Educação para o século XXI: a era do indivíduo digital**. São Paulo: Saraiva, 2016.
- FIORENTINI, D; LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos metodológicos**. Campinas, SP: Autores Associados, 2012.
- GONÇALVES, L. M. **Tecnologias e educação: Inovações curriculares na concepção docente**. Curitiba, Appris, 2017.
- GRAÇA, C. de O. **Série Didática: eletromagnetismo**. Santa Maria: Imprensa Universitária da UFSM, 2012.
- HALLIDAY, D; WALKER, J; RESNICK, R. **Fundamentos de física: eletromagnetismo**. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v.3.
- KNIGHT, R. D. **Física 3 [recurso eletrônico] : uma abordagem estratégica**. Trad. Manuel Almeida Andrade Neto. 2. ed. – Dados eletrônicos. Porto Alegre : Bookman, 2009.
- LUIZ, A. M. **Física 3: eletromagnetismo: teoria e problemas resolvidos**. São Paulo: Livraria da Física, 2009.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem Significativa em Mapas Conceituais**. Textos de apoio ao Professor de Física, Porto Alegre, vol. 24, n. 6, p. 1-53, 2013. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v24_n6_moreira.pdf. Acesso em: 15 jun. 2019.

MOREIRA, M. A. **Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea**. Revista do Professor de Física, Brasília, vol. 1, n. 1, p. 1-13, 2017. Disponível em: <http://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7074/5725>. Acesso em: 5 jun. 2019.

MOURA, A. **Geração móvel: um ambiente de aprendizagem suportada por tecnologias móveis para a “geração polegar”**. VI Conferência Internacional de TIC na Educação. Disponível em: [https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/10056/1/Moura%20\(2009\)%20Challenges.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/10056/1/Moura%20(2009)%20Challenges.pdf). Acesso: 6 maio 2019.

PAIS, L. C. **Educação escolar e as tecnologias da informática**. Belo horizonte: Autêntica, 2010.

REDAÇÃO. **Orientação profissional**. E guia do estudante, 16 maio 2019. Disponível em: <https://guiadoestudante.abril.com.br/profissoes/design/>. Acesso em: 15 jul. 2020.

RIBEIRO, A. O; STIUBIENER, I. **Impactos e usos da tecnologia na educação**. São Paulo: Livraria da física, 2019.

SÁ, R. A. de. **Tecnologias e mídias digitais na escola contemporânea: questões teóricas e práticas**. Curitiba: Appris, 2016.

SERWAY, R. A; JEWETT JR, J. W. **Princípios de física: eletromagnetismo**. 2. ed. Trad. Leonardo Freire de Mello, Tânia X. V. Freire de Mello. São Paulo: Thomson Learning Edições, 2006. v. 3.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23 ed. São Paulo: Cortez, 2007.

TORRES, C. M. A. et. al. **Física: ciência e tecnologia**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2016. v. 3.
VÁLIO, A. B. M. et. al. **Ser protagonista: física, 3º ano: ensino médio**. 3. ed. São Paulo: SM, 20216. v. 3.

VILLATORRE, A. M; HIGA, I; TYCHANOWICZ, S. D. **Didática e Avaliação em Física**. - São Paulo: Saraiva, 2009.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Trad. Ernani F. da Rosa – Porto Alegre: ArtMed, 1998.

APÊNDICE A - O aplicativo ElectricMax e a Sequência Didática (Produto Educacional) com situações-problema acerca da lei de Ohm e associações de resistores no circuito elétrico

Produto de Mestrado
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS ININGA



**O USO DO APLICATIVO ELECTRICMAX NO ENSINO DA LEI DE OHM E
ASSOCIAÇÕES DE RESISTORES**

Por Francisco Nairon da Costa Botelho
naironbotelho@gmail.com

Orientadora:
Profa Dra. Edina Maria de Sousa Luz
maria.edina99@gmail.com

Teresina – PI
2021

APRESENTAÇÃO

Neste trabalho, intitulado; “**O USO DO APLICATIVO ELECTRICMAX NO ENSINO DA LEI DE OHM E ASSOCIAÇÕES DE RESISTORES**”, o professor encontrará as instruções necessárias para a sua aplicação em sala de aula. O aplicativo ElectricMax mediado pela sequência didática é o produto referente à conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Piauí – MNPEF – Polo 26 – UFPI.

O Produto Educacional conforme consta na introdução da dissertação, foi a produção de um aplicativo (ElectricMax) disponível no link <https://play.google.com/store/apps/details?id=io.kodular.naironbotelho.Produto> e de uma sequência didática, esta contempla situações-problema acerca da lei de Ohm, contempla também algumas situações-problema que envolvam circuitos elétricos com resistores em série e em paralelo.

O objetivo do aplicativo ElectricMax e da sequência didática é inserir o ensino da lei de Ohm e associações de resistores na 3ª série do Ensino médio, ressaltamos que três atividades da sequência didática que se baseia no uso do aplicativo ElectricMax. Abordamos na sequência didática um conjunto de situações-problema acerca de circuito elétricos envolvendo a lei de Ohm e associações de resistores. Buscamos nessa abordagem levar ao estudante o conhecimento a respeito das relações entre as grandezas físicas envolvidas no fenômeno da eletricidade.

Acredita-se que o uso do aplicativo ElectricMax junto com a sequência didática seja um instrumento didático capaz de operar com êxito no ensino da lei e Ohm e associações de resistores no circuito elétrico produzindo aprendizagem significativa, visto que nossa metodologia priorizou uma prática pedagógica baseada no que diz respeito a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, dessa forma, essa teoria nos proporciona um direcionamento para aplicação das atividades com os alunos, do conteúdo de Eletricidade, favorecendo o aprendizado nos diferentes níveis de desenvolvimento.

A sequência envolverá a aplicação de diversas atividades, elas podem ser aplicadas individualmente ou coletivamente, propiciando na sequência didática a aprendizagem em seus aspectos: conceituais; procedimentais e atitudinais. A sequência didática deverá ser aplicada

em 8 aulas, cada atividade deverá ser aplicada em duas aulas de 50 minutos cada. A seguir destacamos as 4 (quatro) atividades da sequência didática.

Atividade 1

Esta atividade busca as concepções alternativas que os alunos têm sobre as grandezas: tensão elétrica, corrente elétrica, resistência elétrica e potência elétrica, traz questões ou situações-problemas que diz respeito ao estudo da lei de Ohm e também sobre os tipos de associações de resistores no circuito elétrico, esta atividade é aplicada sem a utilização do aplicativo ElectricMax.

Após levantar as concepções alternativas dos alunos sobre a lei de Ohm e associações de resistores, aplicamos outras três atividades para serem aplicadas junto com o aplicativo ElectricMax, destacamos a seguir cada uma dessas atividades.

Atividade 2

Esta atividade é voltada mais especificamente para o estudo da lei de Ohm, para que aluno compreenda as relações entre as grandezas: tensão elétrica, resistência elétrica e corrente elétrica, nessa atividade também se faz um estudo da potência elétrica dissipada no resistor, dessa forma o aluno é levado a compreender as relações entre as grandezas: tensão elétrica, resistência elétrica, corrente elétrica e potência elétrica, aqui utilizamos as situações-problemas da atividade e fizemos as simulações no aplicativo ElectricMax.

Atividade 3

Esta atividade diz respeito a associação de resistores em série, a mesma tenta fazer o aluno a compreender com se comporta esse tipo de associação, aqui o aluno faz algumas simulações para tentar a entender como se comporta as grandezas físicas presentes no circuito elétrico, também traz situações-problemas para os alunos refletirem e tirarem suas conclusões, algumas dessas simulações faz o aluno fazer um comparativo entre circuitos elétricos diferentes, analisando por exemplo, como se comporta o brilho de uma lâmpada nesses circuitos.

Atividade 4

Bem semelhante à atividade 3, porém aqui tratamos da associação de resistores em paralelo, aqui o aluno também faz algumas simulações para tentar a entender como se comporta as grandezas físicas presentes no circuito elétrico, também traz situações-problemas para os alunos refletirem e tirarem suas conclusões, algumas dessas simulações faz o aluno fazer um comparativo entre circuito elétricos diferentes, analisando por exemplo, como se comporta o brilho de uma lâmpada nesses circuitos.

Caro professor, a sequência didática é composta por várias atividades encadeadas de questionamentos, atitudes, procedimentos e ações que os alunos executam com a mediação do professor. Cada atividade foi pensada para ser aplicada em duas aulas, mediante o uso do aplicativo do ElectricMax esperamos que o aluno seja capaz de perceber as relações entre as grandezas físicas envolvidas no fenômeno da eletricidade, mas também de perceber as diferenças existentes no estudo dos circuitos com resistores em série e em paralelo.

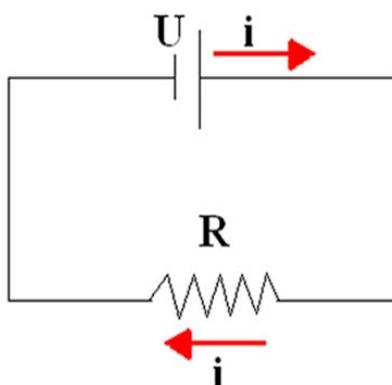
A partir das respostas dos alunos, o professor fará as avaliações dessas respostas podendo reforçar o conteúdo discutindo ou comentando cada uma das questões propostas, ele poderá também aplicar outra estratégia ou metodologia de ensino.

1 FUNDAMENTOS SOBRE ELETRODINÂMICA

Ao estudarmos eletrodinâmica, associamos a esse estudo os circuitos elétricos, quando falamos em circuitos elétricos, logo pensamos na ligação elétrica da nossa residência, essa ligação é feita por uma extensão de fios que percorrem toda a casa, neles são conectados as lâmpadas e outros dispositivos que podem ser ligados através das tomadas. A lista de dispositivos elétricos ou aparelhos elétricos é bem extensa, alguns deles são: impressora, aparelho de som, televisor, ventilador, todos dependem de uma fonte de energia elétrica e são compostos de circuitos elétricos pelos quais passa uma corrente elétrica.

Segundo Válio (2016, p. 69), “Circuito elétrico é uma composição de dispositivos elétricos conectados entre si por materiais condutores e ligados por uma fonte de energia elétrica”. Vejamos na ilustração abaixo a representação de um circuito elétrico simples.

Figura 1 – Representação de um circuito elétrico simples



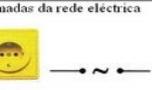
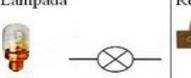
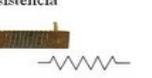
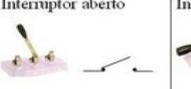
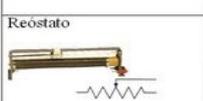
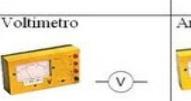
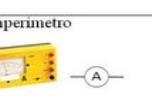
Fonte: Disponível em: <https://s1.static.brasilecola.uol.com.br>

Nesse esquema, as componentes do circuito elétrico são representados por símbolos. As setas destacadas de vermelho representam a corrente elétrica que percorre o circuito elétrico. As duas barras paralelas representam o gerador, dispositivo que fornece energia elétrica ao circuito elétrico, são exemplos de geradores: pilhas, baterias, dínamos e células fotoelétricas.

As linhas pretas que conectam os componentes representam os condutores, geralmente fios de cobre que constituem o caminho por onde a corrente elétrica flui. Temos ainda no circuito a representação de um resistor, que pode ser qualquer dispositivo elétrico que converte energia elétrica em calor, oferecendo uma resistência a passagem de corrente elétrica, na figura 2 temos o símbolo da resistência elétrica.

Na figura 2 apresentamos a representação por símbolos de alguns dispositivos elétricos que podem ser encontrados num circuito elétrico, como exemplo, podemos citar novamente o símbolo da pilha (gerador de energia elétrica), um tipo de gerador elétrico que gera energia elétrica para os outros dispositivos presentes no circuito, bastante presente em dispositivos portáteis, como por exemplo, na lanterna. Como foi destacado, sendo a pilha um gerador, seu símbolo é representado por duas barras paralelas na vertical, sendo a barra menor, o polo negativo e a barra maior, o polo positivo.

Figura 2 – Símbolos atribuídos aos diferentes dispositivos elétricos

<p>Pilha</p> 	<p>Outros geradores (caixa de alimentação)</p> 	<p>Tomadas da rede elétrica</p> 
<p>Fio de ligação</p> 	<p>Lâmpada</p> 	<p>Resistência</p> 
<p>Motor</p> 	<p>Interruptor aberto</p> 	<p>Interruptor fechado</p> 
<p>Reóstato</p> 	<p>Voltímetro</p> 	<p>Amperímetro</p> 

Fonte: Disponível em: experienciasemciencias.blogspot.com

Esses são apenas alguns símbolos de dispositivos que podem ser encontrados num circuito elétrico, cada um desses dispositivos dentro do circuito elétrico apresentam suas funções, no caso do resistor, que é um elemento bastante comum no circuito elétrico, tem como função limitar a corrente elétrica no circuito.

1.1 Geradores de energia elétrica

Segundo Halliday (2009) o gerador de energia elétrica é um dispositivo que realiza trabalho sobre os portadores de cargas mantendo uma diferença de potencial entre dois terminais. Esse dispositivo é chamado de **fonte de tensão**, ou simplesmente **fonte**. Uma fonte de tensão fornece a energia necessária para o movimento através do trabalho que realiza sobre os portadores de carga.

Uma fonte muito útil é a bateria, usada para alimentar uma grande variedade de máquinas, de relógios de pulso a submarinos. A fonte mais importante na vida diária, porém, é o *gerador de eletricidade*, que, através de ligações elétricas (fios) a partir de uma usina de energia elétrica, cria uma diferença de potencial nas residências e escritórios. (HALLIDAY, 2009, p. 167).

Essas fontes de energia citadas acima são fontes artificiais, existem outras fontes artificiais além dessas capazes de gerar energia elétrica. Destacamos que nem todas as fontes de energia elétrica são artificiais. Existem organismos vivos, como as enguias elétricas capazes de gerar energia elétrica.

1.1.1 O gerador ideal de energia elétrica

O gerador ideal de energia elétrica na prática não existe, porque os geradores elétricos não fornecem toda a energia elétrica que são capazes de gerar, isto é, esses geradores de uma certa forma também apresentam resistências elétricas, por possuírem resistência elétrica, dissipam energia elétrica na forma de calor, falando de outro modo, ocorre efeito joule nesses geradores.

Para o nosso estudo, estamos considerando que os geradores são ideais, pois não estamos levando em conta sua resistência elétrica, portanto considerando que toda a energia elétrica gerada seja fornecida ao circuito elétrico.

1.2 Energia Potencial Elétrica

De acordo com Halliday (2009), podemos associar uma energia potencial elétrica U a um sistema quando uma força eletrostática age entre duas ou mais partículas. A força eletrostática realiza um trabalho W sobre as partículas à medida que se tem uma mudança na configuração do sistema, isto é, quando o sistema muda sua configuração de um estado inicial i para um estado final f . Nessa mudança de configuração temos uma variação da energia potencial que é dada por

$$\Delta U = U_f - U_i = -W. \quad (1.1)$$

Como acontece com qualquer *força conservativa*, o trabalho realizado pela força eletrostática é independente da trajetória. A variação da energia potencial elétrica do elétron está relacionada ao trabalho W realizado pelo campo elétrico sobre o elétron. Esse trabalho realizado por uma força constante \vec{F} sobre uma partícula que sofre um deslocamento \vec{d} é dado por

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} \quad (1.2)$$

A força eletrostática e o campo elétrico estão relacionados pela equação $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$ (1.3), onde q é a carga do elétron ($-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$).

Substituindo \vec{F} por seu valor na equação $W = \vec{F} \cdot \vec{d}$ e calculando o produto escalar, obtemos a relação

$$W = q \cdot \vec{E} \cdot \vec{d} = q \cdot E \cdot d \cdot \cos \Theta, \quad (1.4)$$

onde Θ é o ângulo entre as direções de \vec{E} e \vec{d} .

Ainda falando de energia potencial elétrica temos que essa energia é descrita de forma sucinta conforme o exposto abaixo.

Energia potencial elétrica é a energia de um objeto carregado na presença de um campo elétrico externo (ou, mais precisamente, a energia do sistema formado por um objeto e um campo elétrico externo); é medida em joules. (HALLIDAY, 2009, p. 81).

Em outras palavras, esse campo elétrico pode ser gerado por uma carga elétrica, fixa em certo ponto do espaço, sendo assim ela cria a sua volta um campo elétrico, esse seria o campo elétrico externo, uma carga ou partícula de prova colocada na presença desse campo elétrico adquire a energia potencial elétrica.

1.3 Potencial elétrico

Segundo Halliday (2009, p. 79) “a energia potencial de uma partícula carregada na presença de um campo elétrico depende do valor da carga. Por outro lado, a *energia potencial por unidade de carga* associada a um campo elétrico possui um valor único em cada ponto do espaço”.

Ainda conforme Halliday (2009), a energia potencial por unidade de carga, não depende da carga q de uma partícula de prova, esse potencial é uma característica apenas do campo elétrico na região do espaço, isto é, podemos dizer que esse potencial elétrico depende do valor da carga geradora do campo elétrico. A energia potencial elétrica por unidade de carga em um ponto do espaço é chamada de **potencial elétrico**. Assim, denominamos o potencial elétrico associado a um ponto do espaço, e o indicamos por V , o quociente entre a

energia potencial elétrica U da partícula na presença do campo elétrico e o valor de sua carga q , isto é,

$$V = \frac{U}{q} \quad (1.5)$$

Observa-se que o potencial elétrico é uma grandeza escalar. De acordo com a equação 1.5, a unidade de potencial elétrico é o *joule por coulomb*.

De acordo com Halliday (2009, p.80), “Esta combinação é usada com tanta frequência que uma unidade especial, o *volt* (V), é usada para representá-la. Assim,

$$1 \text{ volt} = 1 \text{ joule por coulomb.}”$$

1.3.1 Diferença de potencial elétrico

Segundo Halliday (2009), a diferença de potencial elétrico ΔV entre dois pontos i e f é igual à diferença entre os potenciais elétricos dos pontos:

$$\Delta V = V_f - V_i = \frac{U_f}{q} - \frac{U_i}{q} = \frac{\Delta U}{q} \quad (1.6)$$

Na equação 1.1, temos que $\Delta U = -W$, então na equação 1.6 podemos substituir ΔU por $-W$, sendo assim podemos definir a diferença de potencial entre dois pontos como

$$\Delta V = V_f - V_i = - \frac{W}{q} \quad (1.7)$$

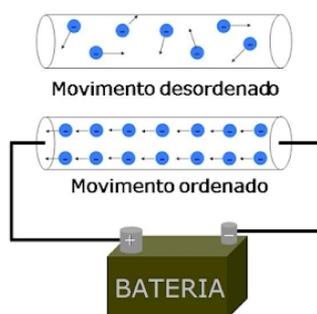
A diferença de potencial entre dois pontos é, portanto, o negativo do trabalho realizado pela força eletrostática para deslocar uma carga unitária de um ponto para outro. Uma diferença de potencial pode ser positiva, negativa ou nula, dependendo dos sinais e dos valores absolutos de q e W .

1.4 Corrente elétrica

Segundo Barreto Filho (2013, p. 82) “chamamos de **corrente elétrica** o movimento ordenado de cargas elétricas no interior de um condutor, visto que, normalmente, há o movimento desordenado de elétrons livres, ou de outros portadores de cargas, devido a agitação térmica”.

Na figura 3 temos a representação do movimento desordenado de cargas elétricas e também a representação do movimento ordenado de cargas elétricas, como podemos ver na figura as cargas elétricas em questão são os elétrons.

Figura 3 – Movimento desordenado e ordenado de elétrons



Fonte: Disponível em: <http://www.fisicaresolvida.com.br/2015/05/eletrodinamica-corrente-eletrica-resistencia-eletrica-e-lei-de-ohm.html>

Luiz (2009, p. 119) ao falar da corrente elétrica diz que:

A condição necessária e suficiente para a existência do equilíbrio eletrostático exige que o potencial elétrico permaneça constante em todos os pontos do condutor. Quando existe uma diferença de potencial entre dois pontos de um condutor, surge uma **corrente elétrica** através do condutor.

Sendo assim, olhando a figura 3, entre o polo negativo e o polo positivo existe uma diferença de potencial entre dois pontos, essa diferença de potencial possibilita o movimento ordenado de elétrons que se movimentam no fio condutor do polo negativo para o polo positivo.

Ainda segundo Luiz (2009), a corrente elétrica produz efeitos físicos que podem ser estudados experimentalmente, sendo que o efeito fundamental associado a corrente elétrica é o **efeito térmico** ou **efeito Joule**; destaca-se ainda o efeito magnético com a criação de um **campo magnético**. Tais efeitos são muito importantes pois contribuem para aplicações

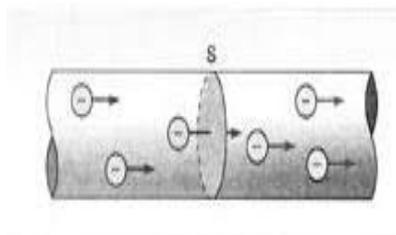
tecnológicas que facilitam nossa vida, no caso do efeito térmico temos o uso do chuveiro elétrico, ferro de passar, soprador térmico, entre outros.

No caso do campo magnético temos o princípio de funcionamento do motor elétrico, outra importante tecnologia bastante presente nas nossas vidas. Além dos efeitos citados, temos ainda efeitos químicos, luminosos e fisiológicos.

1.4.1 Intensidade de corrente elétrica

Na figura 4 temos a representação do movimento de elétrons que se movimentam ordenadamente através de um fio condutor, nesse fio condutor temos uma certa quantidade de cargas elétricas, dada pela fórmula $\Delta Q = n \cdot e$ (1.8), onde n representa o número de partículas elementares, sendo que e é o valor da carga elementar, isto é, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Essa quantidade de cargas elétricas atravessam uma seção S do fio num intervalo de tempo Δt .

Figura 4 - Movimento ordenado de elétrons no fio condutor



Fonte: Disponível em: <https://www.colegioweb.com.br/corrente-e-tensao-eletrica/intensidade-da-corrente-eletrica.html>

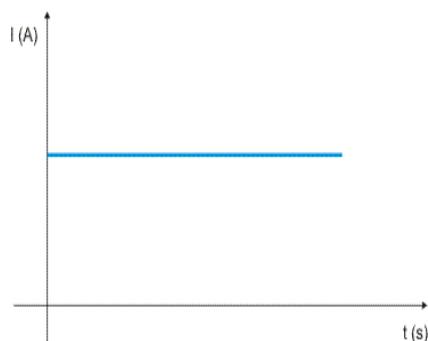
De acordo com Torres (2016, p. 47) “Define-se a **intensidade de corrente elétrica (I)** como a razão entre carga elétrica ΔQ que passa pela seção S do fio condutor e o intervalo de tempo Δt em que ocorreu essa passagem: $I = \Delta Q / \Delta t$ ” (1.9).

Da definição acima, chegamos a conclusão que a unidade de intensidade de corrente elétrica no SI é o **coulomb por segundo (C/s)**, essa unidade de medida recebeu o nome de **ampere (A)**.

1.4.2 Corrente elétrica contínua constante

Segundo Biscuola (2016, p. 97) “Uma corrente elétrica é **contínua constante** quando mantém intensidade e sentidos constantes no decorrer do tempo. Seu gráfico $I \times t$ é um segmento de reta paralela ao eixo dos tempos”.

Figura 5 – Gráfico intensidade de corrente elétrica em função do tempo



Fonte: disponível em: <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/Eletrodinamica/caecc.php>

No gráfico da figura 5, **I** é a intensidade de corrente elétrica e **t** é o tempo. As correntes elétricas constantes podem ser encontradas em pilhas e baterias, um exemplo clássico de corrente elétrica contínua, é a corrente elétrica gerada na lâmpada de uma lanterna ligada.

1.4.3 Corrente elétrica real

A corrente real nada mais é que o movimento ordenado de elétrons num fio condutor, esses elétrons se movimentam de regiões onde o potencial elétrico é menor para regiões de maior potencial elétrico, por exemplo, num fio condutor alimentado por uma bateria, esses elétrons se movimentam do polo negativo para o polo positivo.

De acordo com Torres (2016, p. 47) “Sabemos então que a corrente elétrica nos condutores metálicos é constituída pela movimentação ordenada de elétrons. Essa é a **corrente real**”.

1.4.4 Corrente elétrica convencional

Segundo Serway (2006), as partículas que fluem através de um condutor metálico, podem ser carregadas positiva ou negativamente, ou podemos ter dois ou mais tipos de

partículas que se deslocam, com cargas de ambos os sinais no fluxo. **Convencionalmente, definiu-se a direção de corrente como a direção do fluxo de carga positiva**, independentemente do sinal das partículas carregadas reais em movimento. Consequentemente, quando falamos da corrente em um condutor metálico, como por exemplo, o cobre, a direção da corrente é oposta a direção do fluxo dos elétrons.

Torres (2016, p. 47) ao falar de corrente convencional relata:

Entretanto, por razões históricas, que remontam à época em que se considerava que a eletricidade era produzida pela movimentação de um fluido elétrico, tornou-se estabelecer uma convenção. De acordo com essa convenção, a corrente elétrica nos condutores metálicos é constituída pelo movimento ordenado de partículas positivas (com a mesma carga, em módulo, dos elétrons); portanto, em sentido contrário ao movimento dos elétrons. Tal corrente, que faz uso dessas partículas positivas hipotéticas, é a chamada **corrente convencional**.

Então, como podemos perceber, a corrente convencional representa o movimento dos prótons que apresentam cargas elétricas positivas, esses prótons diferente dos elétrons se movimentam para regiões de menor potencial elétrico, isto é, num condutor metálico alimentado por uma bateria, eles se movem do polo positivo para o polo negativo. Dessa forma fica bem evidente que **corrente real** é representada pelo *movimento de elétrons* e **corrente convencional** é representada pelo *movimento de prótons*.

1.5 Resistência elétrica e a lei de Ohm

Segundo Serway (2006), a resistência elétrica é constante para uma grande partes dos materiais, isso inclui principalmente os metais, os experimentos de laboratórios mostraram que a resistência elétrica é constante para grande parte das voltagens aplicadas, esse comportamento ficou conhecido como lei de Ohm, em homenagem a George Simon Ohm (1787 – 1854), ele foi o primeiro a fazer um estudo sistemático da resistência elétrica.

Ainda segundo Serway (2006), existe uma relação de proporcionalidade entre a diferença de potencial ΔV aplicada as extremidades de um condutor metálico e a corrente elétrica gerada nesse condutor, nessa relação a corrente elétrica é proporcional a diferença de potencial, a relação entre essas grandezas pode ser expressa através da expressão

$$\Delta V = IR \quad (1.10)$$

onde o R é uma constante de proporcionalidade chamada de resistência do condutor.

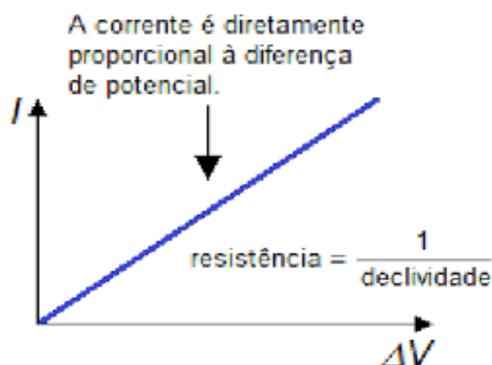
A resistência pode ser definida como a razão entre a voltagem no condutor e a corrente que transporta, ficando dessa forma,

$$R = \frac{\Delta V}{I} \quad (1.11)$$

A unidade de resistência no SI é o **volt por ampère**, como ocorre com tanta frequência uma unidade especial é usada para representá-la, o **ohm** (Ω).

De acordo com Halliday (2009), a lei de Ohm é uma afirmação de que a corrente elétrica que atravessa um dispositivo é sempre diretamente proporcional à diferença de potencial aplicada ao dispositivo. Porém a lei de Ohm não se trata de uma lei, pois a afirmação de que a corrente elétrica é diretamente proporcional a diferença de potencial só é válida em certas situações, entretanto por razões históricas continua a ser chamada de “lei”. Na figura 6 temos uma situação em que a corrente elétrica é diretamente proporcional a diferença de potencial elétrico.

Figura 6 - Gráfico corrente *versus* diferença de potencial para materiais ôhmicos



Fonte: Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Grafico-Tensao-x-Corrente-de-um-Resistor_fig1_264236780

Diz-se que um dispositivo obedece a lei de Ohm se resistência do dispositivo não depende do valor absoluto nem da polaridade da diferença de potencial aplicada. Podemos ter como exemplo, alguns resistores que mesmo sobre variação da diferença de potencial, sua resistência elétrica permanece constante e a corrente elétrica nessa situação é diretamente proporcional a essa diferença de potencial, na figura 6 temos a representação do gráfico de um resistor ôhmico.

Por outro lado temos os dispositivos que não obedecem a lei de Ohm, como exemplo podemos citar o diodo semicondutor. Nesse dispositivo a corrente elétrica não se torna

diretamente proporcional a diferença de potencial aplicada, só existe corrente elétrica no diodo semiconductor quando a polaridade da diferença de potencial é positivo e, também a partir de um certo valor de diferença de potencial.

Figura 7 - Gráfico corrente *versus* x diferença de potencial para materiais não-ôhmicos



Fonte: Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Simbolo-Representativo-do-diodo-Semicondutor_fig6_264236780

Knight (2009, p. 958) ao falar um pouco mais sobre a Lei de Ohm alerta que

Os livros didáticos sobre circuitos elétricos geralmente escrevem a lei de Ohm como $V = IR$, em vez de $I = \Delta V/R$. Isso pode induzi-lo ao erro até que você tenha experiência suficiente em análise de circuitos. Primeiro, a lei de Ohm relaciona a corrente à diferença de potencial entre os terminais do condutor. Engenheiros e projetistas de circuitos subentendem uma “diferença de potencial” quando usam o símbolo V , mas o uso do símbolo é facilmente negligenciado por novatos que pensam que ele significa “o potencial”. Segundo, a relação $V = IR$, ou mesmo $\Delta V = IR$, sugere que uma corrente I causa uma diferença de potencial ΔV . Como você viu, a corrente é que é a consequência de uma diferença de potencial; por isso a relação $I = \Delta V/R$ constitui uma descrição melhor de causa e efeito.

Pode-se confirmar que o relato Knight (2009) está presente na grande maioria dos livros didáticos, ou seja, esses livros realmente escrevem a lei de Ohm na forma $V = RI$, em vez de $I = \Delta V/R$. Como sabemos, a diferença de potencial aplicada num condutor é que provoca uma corrente elétrica nesse condutor. Com relação ao símbolo da diferença de potencial, alguns livros do ensino médio realmente utilizam a letra V , no entanto, já observamos que alguns livros também costumam utilizar a letra U como símbolo para representar a diferença de potencial.

Essas mudanças de símbolos para representar uma grandeza física, costuma causar uma pequena confusão na cabeça dos alunos porque as vezes esses alunos já estão acostumados a utilizar um determinado símbolo presente em determinado livro, quando há uma mudança de livro, essa mudança provoca estranheza nos alunos.

1.5.1 Resistores

“Um condutor cuja função em um circuito é introduzir uma certa resistência é chamado de **resistor**”. (HALLIDAY, 2009, p. 147).

Ao oferecerem resistência a passagem de corrente elétrica eles transformam **energia potencial elétrica** em **energia térmica**, essa transformação recebe o nome de **efeito Joule**. Isso acontece porque os elétrons livres que se movem através do condutor colidem com cátions do metal, nessas colisões esses cátions passam a vibrar com amplitudes maiores ocasionando um eventual aumento de temperatura.

De uma certa forma todos os aparelhos elétricos apresentam resistências elétricas, isto é, todos dissipam uma parcela da energia elétrica em calor. Podemos citar aparelhos como ferro de passar roupa, chuveiros, computadores, aquecedores, lâmpadas incandescentes, dentre outros.

1.6 Potência elétrica

De acordo com Halliday (2009) um dispositivo elétrico quando submetido a uma diferença de potencial ΔV , recebe energia elétrica que vem de uma fonte (gerador), a potência P , ou taxa de transferência de energia elétrica ao dispositivo elétrico é dada por

$$P = I \cdot \Delta V \quad (1.12)$$

Segundo Graça (2012) a equação $P = I \cdot \Delta V$ é independente do tipo de material, seja ele ôhmico ou não ôhmico, portanto, essa equação se aplica a qualquer tipo de transferência de energia elétrica.

1.6.1 Potência dissipada

Para os resistores ou outros dispositivos de resistência R , combinando as equações $R = \Delta V / I$ e $P = I \cdot \Delta V$, obtém-se a taxa de dissipação de energia elétrica devido à resistência, isto é, as seguintes expressões:

$$P = I \cdot \Delta V = I (I \cdot R) = I^2 \cdot R \quad (1.13)$$

ou

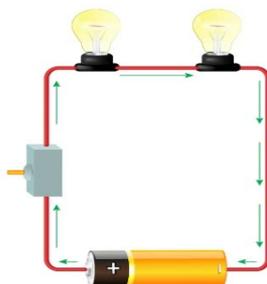
$$P = I \cdot \Delta V = \left(\frac{\Delta V}{R} \right) \cdot \Delta V = \frac{\Delta V^2}{R} \quad (1.14)$$

No caso dos materiais ôhmicos, as equações $P = I^2 \cdot R$ e $P = \frac{\Delta V^2}{R}$ se aplicam apenas à transferência de energia elétrica para energia térmica em um dispositivo com resistência.

1.7 Associações de resistores

Os resistores nos circuitos elétricos podem ser associados de diferentes maneiras, dependendo do tipo de circuito que estamos querendo montar. Essas associações de resistores podem ser do tipo em série, paralela, ou mista. Por exemplo, nos circuitos elétricos de uma árvore-de-natal, as lâmpadas com suas resistências elétricas vem associadas em série semelhante a figura 8.

Figura 8 – Circuito com duas lâmpadas associadas em série

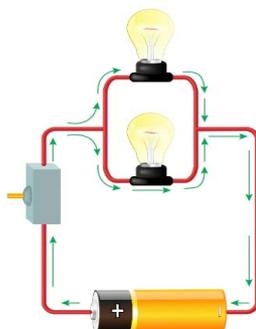


Fonte: Disponível em: <http://www.drb-m.org/eletrodinamica/Circuitoeltrico.htm>

Um tipo muito comum de circuito elétrico em que os dispositivos com suas resistências elétricas vem associados em paralelo é o circuito residencial, mas vale destacar que nesse tipo de circuito também pode aparecer elementos ou dispositivos que podem ser

ligados em série com outros dispositivos, sendo que no mesmo circuito pode ter dispositivos em série e em paralelo caracterizando portanto uma associação mista. A figura 9 diz respeito a um circuito elétrico em que os elementos (lâmpadas) estão associados em paralelo.

Figura 9 – Circuito com duas lâmpadas associadas em paralelo

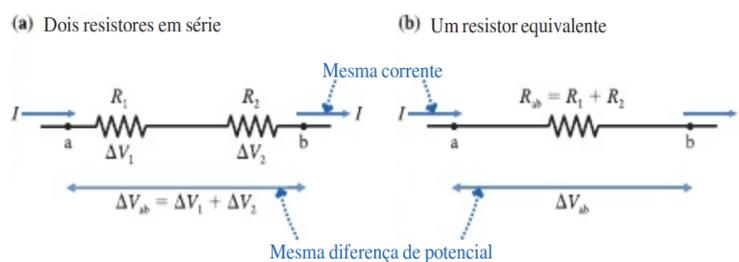


Fonte: Disponível em: <http://www.drb-m.org/eletrodinamica/Circuitoelétrico.htm>

Portanto na figura 9, as lâmpadas estão associadas em paralelo, isto é, ambas ficam sujeitas a mesma tensão elétrica fornecida pelo gerador (pilha), no circuito elétrico da figura 9, temos uma corrente elétrica em cada lâmpada, de modo que a corrente elétrica que passa por todo o circuito é igual à soma das correntes elétricas que passa por cada uma das lâmpadas na associação.

1.7.1 Resistores em série

Segundo Knight (2009) a figura 10 mostra dois resistores ligados extremidade a extremidade entre dois pontos a e b, portanto, vale ressaltar que poderia ser mais de dois resistores ligados extremidade a extremidade, esses resistores alinhados em sequência, *sem haver nós entre eles*, são chamados de **resistores em série**. Nesse tipo de associação devido à inexistência de nós e ao fato da corrente ser conservada, **a corrente I deve ser a mesma através de cada um desses resistores.**

Figura 10 – Resistores associados em série

Fonte: Dados eletrônicos. – Porto Alegre : Bookman, 2009.

Pela expressão da lei de Ohm, temos que as diferenças de potencial nos resistores R_1 e R_2 são respectivamente $\Delta V_1 = IR_1$ e $\Delta V_2 = IR_2$. A diferença de potencial total ΔV_{ab} na figura 10.a entre os pontos a e b é a soma das diferenças de potencial individuais:

$$\Delta V_{ab} = \Delta V_1 + \Delta V_2 = IR_1 + IR_2 = I(R_1 + R_2) \quad (1.5)$$

Portanto, semelhante a equação 1.5, se tivermos N resistores ligados em série entre os pontos a e b, a diferença de potencial entre esses pontos seria:

$$\Delta V_{ab} = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \dots + \Delta V_N = IR_1 + IR_2 + IR_N = I(R_1 + R_2 + \dots + R_N) \quad (1.6)$$

Aplicando novamente a expressão da lei de Ohm entre os pontos a e b na figura 10.a para encontrar a resistência elétrica R_{ab} entre esses pontos, temos:

$$R_{ab} = \frac{\Delta V_{ab}}{I} = \frac{I(R_1 + R_2)}{I} = R_1 + R_2 \quad (1.7)$$

Chega-se a conclusão que a resistência elétrica R_{ab} na figura 10.b é equivalente a um único resistor com resistência $R_1 + R_2$. Portanto, se tivermos N resistores ligados em série, sua resistência equivalente será

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_N \quad (1.8)$$

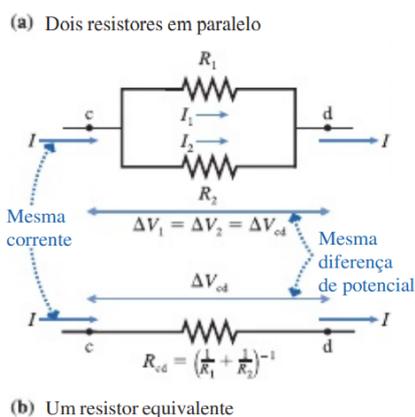
Então, na associação em série se os resistores da associação forem substituídos por um único resistor de resistência equivalente (R_{eq}), o comportamento do circuito elétrico fica

inalterado, ou seja, **uma mesma corrente elétrica passa por todos os resistores ligados em série**, essa é a principal ideia-chave.

1.7.2 Resistores em paralelo

Segundo Knight (2009) a figura 11.a mostra dois resistores ligados lado a lado, com suas extremidades conectadas aos pontos **c** e **d**, esses resistores conectados aos mesmos pontos por ambas as extremidades são chamados de **resistores em paralelo**. Percebe-se que as extremidades esquerdas dos dois resistores estão ligadas ao ponto c, isto é, estão no mesmo potencial V_c . Semelhantemente, as extremidades do lado direito dos dois resistores estão no mesmo potencial V_d . Sendo assim, as diferenças de potencial ΔV_1 e ΔV_2 são iguais a diferença de potencial ΔV_{cd} .

Figura 11 – Resistores associados em paralelo



Fonte: Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Bookman, 2009.

Pela lei dos nós de Kirchhoff (a soma das correntes que entram em um nó é igual à soma das correntes que saem do nó) aos pontos **c** e **d** na figura 11.a, temos:

$$I = I_1 + I_2 \quad (1.9)$$

Com já sabemos $\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_{cd}$, isto é, os resistores em paralelo estão sujeitos a mesma diferença de potencial, aplicando a lei de Ohm nos resistores R_1 e R_2 para acharmos I_1 e I_2 , somando essas correntes acharemos a corrente elétrica total no circuito

$$I = I_1 + I_2 = \frac{\Delta V_1}{R_1} + \frac{\Delta V_2}{R_2} = \frac{\Delta V_{cd}}{R_1} + \frac{\Delta V_{cd}}{R_2} = \Delta V_{cd} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad 1.10$$

Chega-se a conclusão que a resistência elétrica R_{cd} na figura 11.b é equivalente a um

único resistor com resistência $(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2})^{-1}$. Portanto, se tivermos N resistores ligados em paralelo, sua resistência equivalente será

$$R_{eq} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N} \right)^{-1} \quad 1.11$$

a equação 1.11 pode ser escrita ainda na da seguinte forma

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N} \quad 1.12$$

Então, na associação em paralelo se os resistores da associação forem substituídos por um único resistor de resistência equivalente (R_{eq}), o comportamento do circuito elétrico fica inalterado, ou seja, podemos afirmar que a corrente elétrica total no circuito continua a mesma, ressaltamos também que a ideia-chave principal nesse tipo de associação é que **todos os resistores estão sujeitos à mesma diferença de potencial.**

2 O APLICATIVO ELECTRICMAX

Apresenta-se neste capítulo o *aplicativo ElectricMax*, este foi desenvolvido pelo criador de aplicativo *Kodular*, mecanismo para criação de aplicativo online. O Kodular estar hospedado na Plataforma Google Cloud, isto quer dizer que os projetos ficam armazenados nos servidores da nuvem, o mais legal nisso tudo é que o Kodular é livre, sem qualquer taxa obrigatória de uso.

Utilizando o Kodular pode-se criar qualquer aplicativo, o mais vantajoso é que ele não utiliza codificação, basta arrastar alguns componentes, juntar alguns blocos e pronto o aplicativo está pronto, dessa forma chegamos a conclusão do projeto aplicativo ElectricMax.

Nesse projeto desenvolve-se o aplicativo ElectricMax para celulares que usam o sistema Android, fez-se dessa forma, porque os celulares na versão Android alcançam um público maior, sendo assim, entende-se que os alunos têm mais facilidade de acesso a celulares com Sistema Operacional Android.

2.1 Apresentação do aplicativo ElectricMax

A figura 12 apresenta a tela inicial do aplicativo ElectricMax, no canto superior esquerdo, tem-se o **menu** do aplicativo que dar acessos aos submenus. Essa tela é o cartão de acesso para o usuário começar a utilizar o aplicativo, tentamos produzir um design que fosse bem atraente para o usuário.

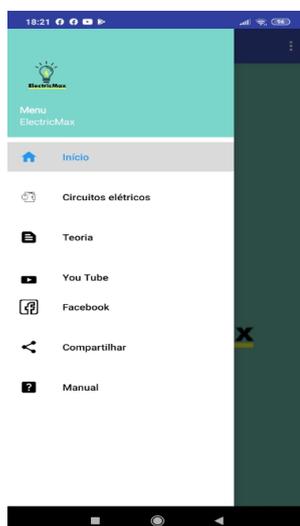
Figura 12 – Tela inicial do aplicativo ElectricMax



Fonte: O próprio autor

Ao clicar no menu do aplicativo aparece a tela de submenus como na figura 13, nessa tela pode-se acessar as funcionalidades do aplicativo, dentre elas o submenu circuitos elétricos que dar acesso aos circuitos elétricos do aplicativo.

Figura 13 – Tela de submenus do aplicativo ElectricMax



Fonte: O próprio autor

Apresenta-se alguns submenus, por exemplo, começa-se com o submenu *Circuitos elétricos*, clicando nele aparece a tela Circuitos elétricos apresentada na figura 14, nessa tela o usuário pode clicar em um os circuitos em que desejar fazer uma simulação.

Figura 15 – Tela circuitos elétricos



Fonte: O próprio autor

Em *You Tube*, o aluno pode clicar e ir direto ao próprio You Tube, este submenu foi adicionado com o intuito do aluno poder pesquisar e assistir video-aulas. Em *Compartilhar*, o

aluno compartilha o próprio aplicativo enviando o link para outros usuários, isso pode ser feito mediante envio via WhatsApp, ShareMe, Bluetooth, etc.

2.1.1 Os circuitos elétricos

Nessa parte apresenta-se os circuitos elétricos descritos na tela Circuitos elétricos, sendo assim temos esses circuitos elétricos:

- Circuito gerador e resistor
- Circuito com dois resistores em série
- Circuito com dois resistores em paralelo

2.1.1.1 Circuito gerador e resistor

Nesse circuito pode-se fazer a simulação da corrente elétrica no circuito elétrico, também é possível fazer a simulação da potência dissipada no resistor. Conforme mostra a figura 14, através das simulações nesse circuito pode-se observar como se comporta a corrente elétrica em função da tensão elétrica e da resistência elétrica.

Figura 14 – Circuito gerador e resistor (circuito simples)



Fonte: O próprio autor

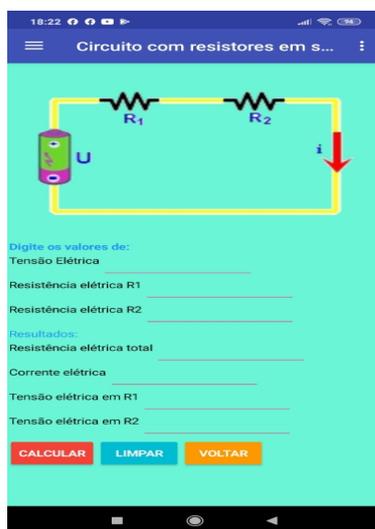
Também pode ver como se comporta a potência dissipada no resistor, para isso podemos fazer várias simulações como foi sugerido na atividade 2 da sequência didática. Por

exemplo, na simulação podemos manter a resistência elétrica constante e aumentar os valores da tensão elétrica no resistor, nesse caso esse resistor passa a ter um comportamento de um resistor ôhmico, mediante a simulação percebe-se que a corrente elétrica aumenta com o aumento da tensão elétrica e conseqüentemente tem-se um aumento da potência dissipada no resistor.

2.1.1.2 Circuito com dois resistores em série

No circuito com resistores em série, figura 15, pode fazer a simulação da corrente elétrica no circuito elétrico, da resistência elétrica total no circuito e da tensão elétrica em cada um desses resistores. Mediante a essas simulações o aluno pode chegar a suas conclusões, por exemplo, esse aluno pode chegar a conclusão que a resistência elétrica total equivale a soma das resistências do circuito. O aluno pode perceber que a tensão total do gerador equivale a soma das tensões em cada resistor, ou seja, a tensão do gerador é dividida nos resistores, caso o aluno digite as resistências iguais vai perceber que a tensão elétrica é a mesma em ambos os resistores.

Figura 15 – Circuito com resistores em série



Fonte: O próprio autor

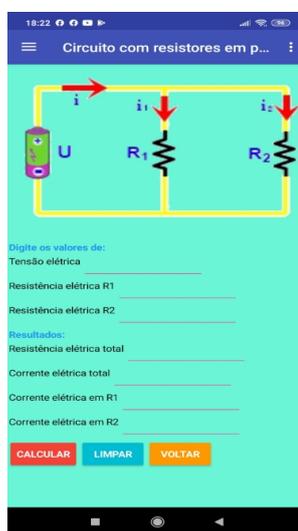
Então, embora pareça algo simples, essas simulações são muito enriquecedoras para a aprendizagem do aluno, claro que estamos fazendo uma simulação considerando que o gerador seja ideal, mas poderia ser feito um projeto para um circuito com geradores reais.

Embora tenha sido produzido também a sequência didática para trabalhar junto com o aplicativo, o professor também pode pedir para o aluno fazer suas simulações por conta própria no aplicativo e pedir que ele compartilhasse com a turma as observações feitas em cada um dos circuitos elétricos.

2.1.1.3 Circuito com dois resistores em paralelo

No circuito com resistores em paralelo, figura 16, pode fazer a simulação da corrente elétrica no circuito elétrico, da resistência elétrica total no circuito e da corrente elétrica em cada um desses resistores. Nesse circuito o aluno pode perceber que a tensão total do gerador é a mesma para ambos os resistores, mas para isso ele teria que aplicar a lei de Ohm em ambos os resistores. Para o aluno seria mais fácil perceber que a corrente elétrica total se divide nos resistores, pois fica fácil perceber que essa corrente é a soma das correntes elétricas nos resistores, porém para o aluno seria mais complexo chegar na conclusão de como se chega na resistência elétrica total.

Figura 16 – Circuito com dois resistores em paralelo



Fonte: O próprio autor

Segundo Moreira (2011) o ser humano não precisa fazer as descobertas para aprender de maneira significativa. Basta que ele saiba relacionar interativamente o novo conhecimento, com algum conhecimento prévio, ou seja, com algum subsunçor, mas esse conhecimento prévio tem que ser adequado, especificamente relevante, isso implica também o uso de

materiais potencialmente significativos. Nesse sentido, esperamos que o aplicativo ElectricMax se configure como um material de apoio didático potencialmente significativo produzindo aprendizagem nos alunos.

3 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Nesse capítulo apresentaremos as atividades propostas da sequência didática, como dito anteriormente, a sequência didática desse trabalho é composta por 4 (quatro) atividades, na próxima subseção consta cada uma dessas atividades.

O professor é um agente fundamental na elaboração de atividades de ensino, ele enfrenta os desafios envolvendo o ensino e aprendizagem na sala de aula, as atividades elaboradas pelo professor servem como instrumento de mediação proporcionando uma relação entre os fenômenos e processos da ciência. Como instrumento de ensino as atividades produzidas devem promover uma perspectiva problematizadora, dessa forma essas atividades têm que ser potencialmente significativas, pois dessa forma ela se torna um pressuposto para aprendizagem.

Segundo Zabala *apud* Bacelar (1998) uma Sequência Didática é uma proposta metodológica, determinada e ordenada por atividades que formam as unidades didáticas, realizadas a partir de certos objetivos educacionais, conhecidos pelos sujeitos envolvidos. Ainda segundo o mesmo autor, o planejamento e a avaliação de uma sequência didática não pode acontecer de forma distinta da atuação do professor em sala de aula.

De acordo com Zabala (1998, p.18), as sequências didáticas são

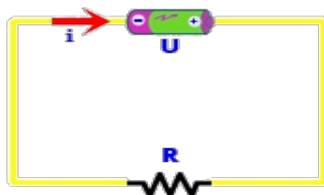
Um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.

Nessa perspectiva a sequência didática foi elaborada com o objetivo educacional de se produzir aprendizagem no que diz respeito ao ensino da lei de Ohm e associações de resistores, a mesma foi produzida de forma ordenada, partindo inicialmente do levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo, depois para atividades com simulações mediante a utilização do aplicativo ElectricMax, nesse contexto, fizemos primeira a simulação no circuito elétrico para o aluno compreender as relações entre as grandezas presentes na expressão da lei de Ohm, essa compreensão é necessária para que o aluno adquira os conhecimentos necessários ao estudo de circuitos elétricos.

3.1 Atividades propostas da sequência didática

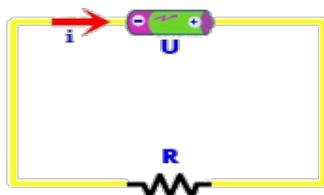
Atividade 1: Aplicação de um pré-teste (levantamento dos conhecimentos prévios)

1. Observe o circuito elétrico abaixo. Para uma mesma tensão elétrica ou diferença de potencial, isto é, a mesma voltagem, ao aumentarmos a resistência elétrica no circuito, o que ocorre com a intensidade de corrente elétrica? Explique o motivo para que isso ocorra.



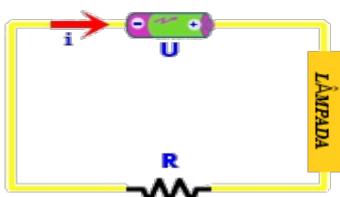
Resposta: _____

2. Considerando o mesmo circuito elétrico da questão anterior. Ao aumentarmos a tensão elétrica, mantendo a resistência elétrica do resistor constante, o que ocorre com a intensidade de corrente elétrica? Explique o motivo para que isso ocorra.



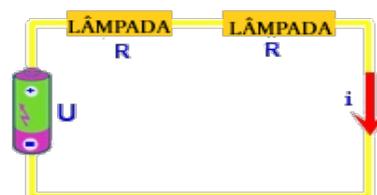
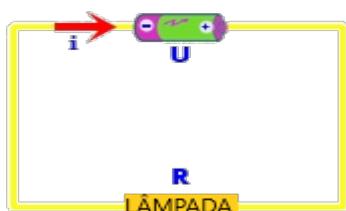
Resposta: _____

3. Observe o circuito elétrico abaixo. Mantendo a tensão elétrica constante, ao aumentarmos a resistência elétrica do resistor, o que ocorre com o brilho da lâmpada? Explique o motivo para que isso ocorra. Ainda considerando o mesmo circuito elétrico, agora aumentando a tensão elétrica e mantendo a resistência elétrica constante, o que ocorre com o brilho da lâmpada? Explique o motivo para que isso ocorra.



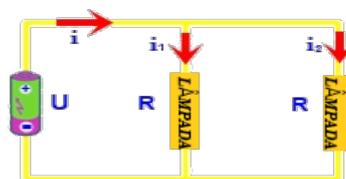
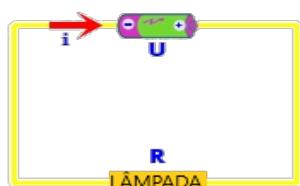
Resposta: _____

4. Nos circuitos elétricos abaixo, um circuito com uma pilha e uma lâmpada e, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em série, considerando que ambos os circuitos apresentam a mesma tensão elétrica ou diferença de potencial, isto é, a mesma voltagem. Em qual dos circuitos as lâmpadas apresentam maior luminosidade? Explique o motivo para que isso ocorra?



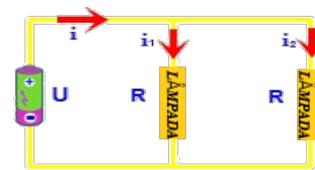
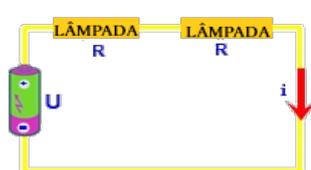
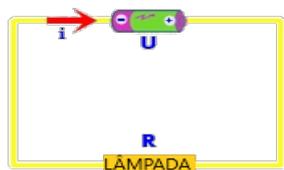
Resposta: _____

5. Nos circuitos elétricos abaixo, um circuito com uma pilha e uma lâmpada e, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em paralelo, considerando que ambos os circuitos apresentam a mesma tensão elétrica ou diferença de potencial, isto é, a mesma voltagem. O que se pode dizer a respeito da intensidade luminosa das lâmpadas no circuito? Explique o motivo para que isso ocorra?



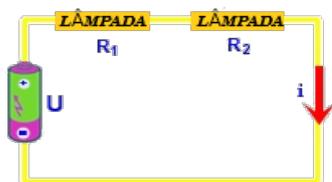
Resposta: _____

6. Comparando os três circuitos elétricos abaixo, um circuito com uma pilha e uma lâmpada, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em série e, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em paralelo, sendo que em ambos os circuitos as lâmpadas apresentam a mesma resistência elétrica. Em qual deles a lâmpada apresentará menor luminosidade? Por quê?



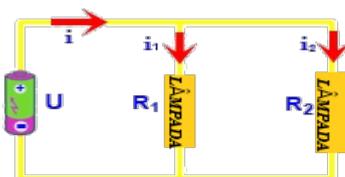
Resposta: _____

7. Considere o circuito elétrico abaixo, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em série, sendo que a resistência elétrica $R_2 > R_1$. Qual lâmpada apresentará maior luminosidade? Por quê?



Resposta: _____

8. Considere o circuito elétrico abaixo, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em paralelo, sendo que a resistência elétrica $R_2 > R_1$. Qual lâmpada apresentará maior luminosidade? Por quê?



Resposta: _____

Atividade 2: Simulação no circuito gerador e resistor do aplicativo ElectricMax

1. Observe o circuito simples, mantenha a tensão elétrica constante, digite os valores da resistência elétrica, aumentando o seu valor. O que ocorre com o valor da intensidade de corrente elétrica no circuito? Explique o motivo para que isso ocorra.

Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

Tensão elétrica (volt - V)	Resistência elétrica (ohm - Ω)	Corrente elétrica (ampère - A)
12	2	
12	4	
12	6	

Resposta: _____

2. Agora mantenha a resistência elétrica constante, digite os valores da tensão elétrica, aumentando o seu valor. O que ocorre com o valor da intensidade de corrente elétrica no circuito. Explique o motivo para que isso ocorra.

Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

Tensão elétrica (volt - V)	Resistência elétrica (ohm - Ω)	Corrente elétrica (ampère - A)
2	2	
6	2	
10	2	

Resposta: _____

3. Mediante aos valores obtidos nas questões anteriores estabeleça a relação matemática entre as grandezas físicas (tensão elétrica, resistência elétrica e corrente elétrica). Ao estabelecer a relação matemática entre as grandezas, utilize a letra **U** para representar a tensão elétrica, a letra **R** para representar a resistência elétrica e, a letra **I** para representar a corrente elétrica.

Resposta: _____

4. Vamos fazer uma análise da potência dissipada no resistor, para tanto você pode digitar os valores da tensão elétrica, aumentando a tensão e mantendo a resistência elétrica constante. Anote os valores encontrados da corrente elétrica e da potência dissipada no resistor. Explique suas observações acerca da potência elétrica dissipada no resistor, em relação a tensão elétrica e a corrente elétrica.

Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

Tensão elétrica (volt - V)	Resistência elétrica (ohm - Ω)	Corrente elétrica (ampère - A)	Potência elétrica (watt - W)
2	2		
4	2		
6	2		

Resposta: _____

5. Vamos fazer uma análise da potência dissipada no resistor, para tanto você pode digitar os valores da tensão elétrica, mantendo a tensão elétrica constante e aumentando o valor da resistência elétrica. Anote os valores encontrados da corrente elétrica e da potência dissipada no resistor. Explique suas observações acerca da potência elétrica dissipada no resistor, em relação a resistência elétrica e a corrente elétrica.

Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

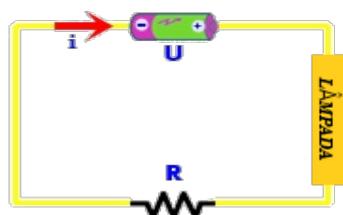
Tensão elétrica (volt - V)	Resistência elétrica (ohm - Ω)	Corrente elétrica (ampère - A)	Potência elétrica (watt - W)
12	2		
12	4		
12	6		

Resposta: _____

6. Mediante aos valores obtidos nas questões 4 e 5, estabeleça a relação matemática entre as grandezas físicas (potência elétrica, tensão elétrica e corrente elétrica). Ao estabelecer a relação matemática entre as grandezas, utilize a letra **P** para representar a potência elétrica, a letra **U** para representar a tensão elétrica e, a letra **I** para representar a corrente elétrica.

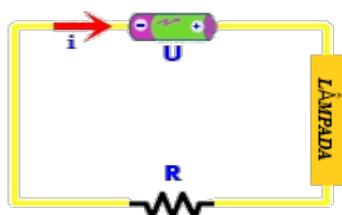
Resposta: _____

7. Após fazer uma análise da questão 4, o que se pode dizer a respeito do brilho da lâmpada apresentada no circuito elétrico abaixo ao aumentarmos a tensão elétrica no circuito, mantendo a resistência elétrica constante?



Resposta: _____

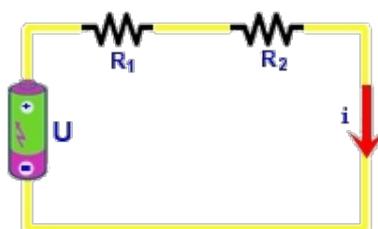
8. Após fazer uma análise da questão 5, o que se pode dizer a respeito do brilho da lâmpada apresentada no circuito elétrico abaixo ao aumentarmos a resistência elétrica no circuito, mantendo a tensão elétrica no circuito constante?



Resposta: _____

Atividade 3: Simulação no circuito com resistores em série no aplicativo ElectricMax

1. Utilizando o aplicativo **ElectricMax** no circuito com resistores em série, digite um valor de tensão elétrica, uma resistência elétrica R_1 e uma resistência elétrica R_2 , com R_1 diferente de R_2 . Após pedir pra calcular o resultado no aplicativo, analise os resultados obtidos e responda o que se pede abaixo:



a) Como se obtêm a resistência elétrica total no circuito?

Resposta: _____

b) Como se obtêm a corrente elétrica no circuito?

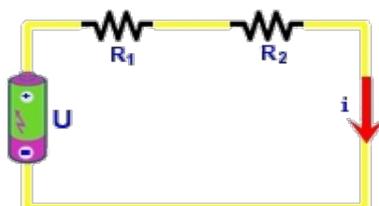
Resposta: _____

c) Se os resistores têm resistências elétricas diferentes, o que se pode dizer sobre a tensão elétrica nos resistores? Como se obtêm essa tensão elétrica em cada resistor?

Resposta: _____

2. Utilizando o aplicativo ElectricMax no circuito com resistores em série, digite um valor de tensão elétrica, uma resistência elétrica R_1

e uma resistência elétrica R_2 , com R_1 igual a R_2 . Após pedir pra calcular o resultado no aplicativo, analise os resultados obtidos e responda o que se pede abaixo:



a) Como se obtêm a resistência elétrica total no circuito?

Resposta: _____

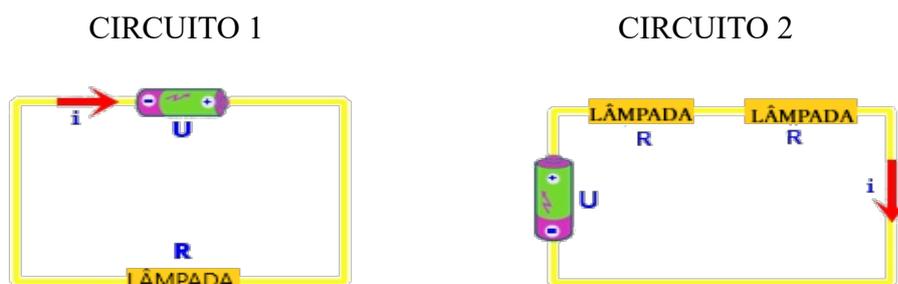
b) Como se obtêm a corrente elétrica no circuito?

Resposta: _____

c) Se os resistores têm resistências elétricas iguais, o que se pode dizer sobre a tensão elétrica nos resistores? Como se obtêm essa tensão elétrica em cada resistor?

Resposta: _____

3. Fazendo uma análise da questão quatro da atividade 1, agora utilizando o aplicativo **ElectricMax**. Considerando que ambos os circuitos apresentam a mesma tensão elétrica e que todas as lâmpadas apresentam a mesma resistência elétrica. Digite os valores de tensão elétrica e resistência elétrica nos dois circuitos presentes no aplicativo **ElectricMax**, após pedir pra calcular os valores, analise os resultados obtidos. Em qual dos circuitos, as lâmpadas apresentam maior luminosidade? Explique o motivo para que isso ocorra?



Sugestão: construa uma tabela para cada circuito e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

CIRCUITO 1

Tensão elétrica U (V)	Resistência elétrica R (Ω)	Corrente elétrica i (A)	Potência elétrica (W)
12	6		

CIRCUITO 2

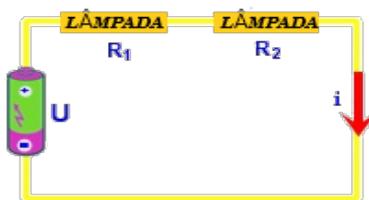
Tensão elétrica U (V)	Resistência elétrica R1 (Ω)	Resistência elétrica R2 (Ω)	Corrente elétrica i (A)	Tensão elétrica em R1 (V)	Tensão elétrica em R2 (V)	Potência elétrica em R1(W)	Potência elétrica em R2 (W)
12	6	6				$P1 = U1 \cdot i$	$P2 = U2 \cdot i$

OBSERVAÇÃO: P1= potência elétrica em R1 e U1 = Tensão elétrica em R1

P2 = potência elétrica em R2 e U2 = tensão elétrica em R2

Resposta: _____

4. Fazendo uma análise da questão sete da atividade 1, agora utilizando o aplicativo **ElectricMax**. Considerando o circuito elétrico abaixo, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas de resistências diferentes em série, sendo que a resistência $R2 > R1$. Qual lâmpada apresentará maior luminosidade? Por quê?



Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

Tabela

Tensão elétrica U (V)	Resistência elétrica R1 (Ω)	Resistência elétrica R2 (Ω)	Corrente elétrica total i (A)	Tensão elétrica em R1 (V)	Tensão elétrica em R2 (V)	Potência elétrica em R1(W)	Potência elétrica em R2 (W)
12	6	4				$P1 = U1 \cdot i$	$P2 = U2 \cdot i$

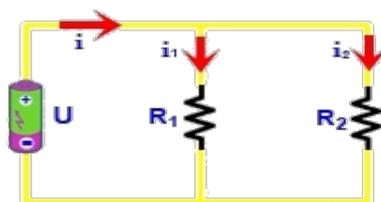
OBSERVAÇÃO: P1= potência elétrica em R1 e U1 = Tensão elétrica em R1

P2 = potência elétrica em R2 e U2 = tensão elétrica em R2

Resposta: _____

Atividade 4: Simulação no circuito com resistores em paralelo no aplicativo ElectricMax

1. Utilizando o aplicativo **ElectricMax** no circuito com resistores em paralelo, digite um valor de tensão elétrica, uma resistência elétrica R_1 e uma resistência elétrica R_2 , com R_1 diferente de R_2 . Após pedir pra calcular o resultado no aplicativo, analise os resultados obtidos e responda o que se pede abaixo:



a) Como se obtêm a resistência elétrica total no circuito?

Resposta: _____

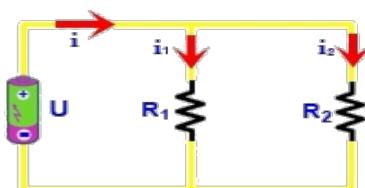
b) Como se obtêm a corrente elétrica total no circuito?

Resposta: _____

c) Se os resistores têm resistências elétricas diferentes, o que se pode dizer sobre a corrente elétrica em cada resistor? Sabendo a corrente elétrica e a resistência de cada resistor, o que se pode dizer sobre a tensão elétrica nesses resistores?

Resposta: _____

2. Utilizando o aplicativo **ElectricMax** no circuito com resistores em paralelo, digite um valor de tensão elétrica, uma resistência elétrica R_1 e uma resistência elétrica R_2 , com R_1 igual a R_2 . Após pedir pra calcular o resultado no aplicativo, analise os resultados obtidos e responda o que se pede abaixo:



a) Como se obtêm a resistência elétrica total no circuito?

Resposta: _____

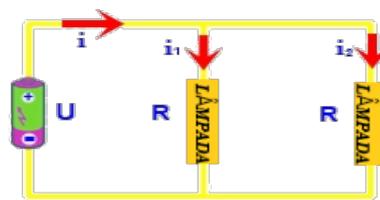
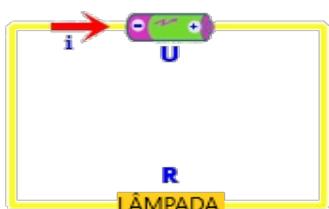
b) Como se obtêm a corrente elétrica total no circuito?

Resposta: _____

c) Se os resistores têm resistências elétricas iguais, o que se pode dizer sobre a corrente elétrica em cada resistor? Sabendo a corrente elétrica e a resistência de cada resistor, o que se pode dizer sobre a tensão elétrica nesses resistores?

Resposta: _____

3. Fazendo uma análise da questão cinco da atividade 1, agora utilizando o aplicativo **ElectricMax**. Considerando que ambos os circuitos apresentam a mesma tensão elétrica e que todas as lâmpadas apresentam a mesma resistência elétrica. Digite os valores de tensão elétrica e resistência elétrica nos dois circuitos presentes no aplicativo **ElectricMax**, após pedir pra calcular os valores, analise os resultados obtidos. Que conclusão se tem a respeito do brilho das lâmpadas nos circuitos? Explique o motivo para que isso ocorra?



Sugestão: construa uma tabela para cada circuito e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

CIRCUITO 1

Tensão elétrica U (V)	Resistência elétrica R (Ω)	Corrente elétrica i (A)	Potência elétrica (W)
12	6		

CIRCUITO 2

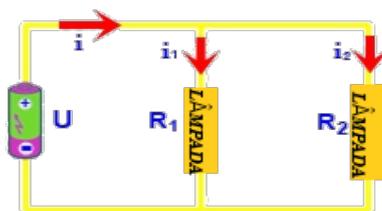
Tensão elétrica (V)	Resistência elétrica R1 (Ω)	Resistência elétrica R2 (Ω)	Corrente elétrica total i (A)	Corrente elétrica em R1 (A)	Corrente elétrica em R2 (A)	Potência elétrica em R1 (W)	Potência elétrica em R2 (W)
12	6	6				$P_1 = U_1 \cdot i_1$	$P_2 = U_2 \cdot i_2$

OBSERVAÇÃO: P_1 = potência elétrica em R1 e $U_1 = U$ = Tensão elétrica em R1

P_2 = potência elétrica em R2 e $U_2 = U$ = tensão elétrica em R2

Resposta: _____

4. Fazendo uma análise da questão oito da atividade 1, agora utilizando o aplicativo **ElectricMax**. Considerando o circuito elétrico abaixo, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas de resistências diferentes em série, sendo que a resistência $R_2 > R_1$. Qual lâmpada apresentará maior luminosidade? Por quê?



Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

Tabela

Tensão elétrica (V)	Resistência elétrica R1 (Ω)	Resistência elétrica R2 (Ω)	Corrente elétrica total i (A)	Corrente elétrica em R1 (A)	Corrente elétrica em R2 (A)	Potência elétrica em R1 (W)	Potência elétrica em R2 (W)
12	4	6				$P_1 = U_1 \cdot i_1$	$P_2 = U_2 \cdot i_2$

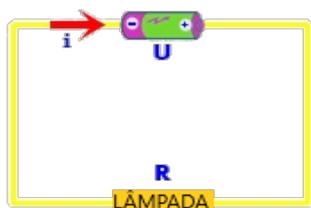
OBSERVAÇÃO: P_1 = potência elétrica em R1 e $U_1 = U$ = Tensão elétrica em R1

P_2 = potência elétrica em R2 e $U_2 = U$ = tensão elétrica em R2

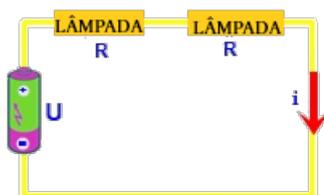
Resposta: _____

5. Fazendo uma análise da questão seis da atividade 1, agora utilizando o aplicativo **ElectricMax**. Considerando que ambos os circuitos apresentam a mesma tensão elétrica e que todas as lâmpadas apresentam a mesma resistência elétrica. Após ter feito as simulações com os três circuitos no aplicativo ElectricMax, analise os resultados obtidos. Que conclusão se tem a respeito do brilho das lâmpadas nos circuitos?

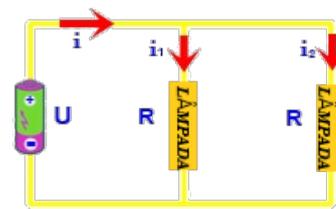
Circuito 1



Circuito 2



Circuito 3



Resposta: _____

REFERÊNCIAS

- BACELAR, J. P. **Sequência didática como proposta para o ensino e aprendizagem da astronomia no ensino médio**. 2019. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2019.
- BARRETO FILHO, B. **Física aula por aula: eletromagnetismo, ondulatória, física moderna**. 2. ed. São Paulo: FTD, 2013. v. 3.
- BISCUOLA, G. J; VILLAS BÔAS, N; DOCA, R. H. **Física 3: eletricidade, física moderna**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016. v. 3.
- GRAÇA, C. de Oliveira. **Série Didática: eletromagnetismo**. Santa Maria: Imprensa Universitária da UFSM, 2012.
- HALLIDAY, D; WALKER, J; RESNICK, R. **Fundamentos de física: eletromagnetismo**. Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v.3.
- KNIGHT, R. D. **Física 3 [recurso eletrônico] : uma abordagem estratégica**. Trad. Manuel Almeida Andrade Neto. 2. ed. – Dados eletrônicos. Porto Alegre : Bookman, 2009.
- LUIZ, A. M. **Física 3: eletromagnetismo: teoria e problemas resolvidos**. São Paulo: Livraria da Física, 2009.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- SERWAY, R. A; JEWETT JR, J. W. **Princípios de física: eletromagnetismo**. 2. ed. Trad. Leonardo Freire de Mello, Tânia X. V. Freire de Mello. São Paulo: Thomson Learning Edições, 2006. v. 3.
- TORRES, C. M. A. et. al. **Física: ciência e tecnologia**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2016. v. 3.
- VÁLIO, A. B. M. et. al. **Ser protagonista: física, 3º ano: ensino médio**. 3. ed. São Paulo: SM, 2016. v. 3.
- ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Trad. Ernani F. da Rosa – Porto Alegre: ArtMed, 1998.

APÊNDICE B - Termo de Concordância da Direção da Instituição de Ensino para a realização da pesquisa

Termo de Concordância da Direção da Instituição de Ensino

Ao senhor Gestor do Centro de Ensino João Paulo I:

Eu, Francisco Nairon da Costa Botelho, aluno regularmente matriculado no Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Piauí, em Teresina – PI, sob orientação da Prof^ª. Dr^ª. Edina Maria de Sousa Luz, venho por meio deste solicitar a autorização para coletar dados neste estabelecimento de ensino, para a realização de minha pesquisa de Mestrado, intitulada: “**O USO DO APLICATIVO ELECTRICMAX NO ENSINO DA LEI DE OHM E ASSOCIAÇÕES DE RESISTORES**” tendo como objetivo geral: Identificar se há indícios de aprendizagem significativa dos conteúdos pelos alunos no ensino de Física por meio da utilização de uma sequência didática para o ensino e aprendizagem da lei de Ohm e associações de resistores num circuito elétrico nas turmas do terceiro ano do Ensino Médio, pelo turno da manhã, no colégio Centro de Ensino Médio João Paulo I do Estado do Maranhão, localizada no bairro Centro, em Matões/MA.

Afirmo ainda, que as coletas de dados serão realizadas através de observações, questionários e atividades. Desde já, agradecemos a disponibilização, visto que a pesquisa contribuirá para a comunidade científica.

Pelo presente termo de concordância declaro que autorizo a realização da pesquisa na escola Centro de Ensino João Paulo I.

Teresina - PI, _____ de setembro de 2020

Direção da Escola

Edina Maria de Sousa Luz
Orientadora em Ensino de Física-UFPI

Francisco Nairon da Costa Botelho
Mestrando em Ensino de Física –UFPI

APÊNDICE C – Termo de consentimento livre esclarecido para participação na pesquisa

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Caro aluno,

Você está sendo convidado para participar como voluntário de uma pesquisa que faz parte da dissertação de mestrado desenvolvida no programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Piauí, tendo como Orientador a Professora Dr^a. Edina Maria de Sousa Luz. Esta pesquisa será conduzida pelo mestrando Francisco Nairon da Costa Botelho. A mesma está relacionada ao **estudo da lei de Ohm e associações de resistores a partir do aplicativo ElectricMax**. Tem como instrumento de coleta de dados alguns questionários e algumas atividades na forma de sequência didática.

Caso aceite fazer parte do estudo, assine este documento impresso em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador. Sua identidade será preservada e sua participação é isenta de quaisquer despesas bem como de remuneração. Os direitos das respostas via questionários ou das atividades da sequência didática, realizada pelo pesquisador, será utilizada integral ou parcialmente, sem restrições. Poderá receber a resposta e/ou esclarecimento de qualquer pergunta e dúvida a respeito da pesquisa. Concorda que ao participar voluntariamente desse estudo, poderá retirar o seu consentimento a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízos pessoais.

Assim, mediante o termo de Consentimento Livre Esclarecido, concordo em participar da pesquisa. Tive pleno conhecimento das informações que li e ficou claro para mim os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Declaro ainda, que as informações fornecidas nesta pesquisa podem ser usadas e divulgadas neste curso de pós-graduação *stricto sensu*, Mestrado Profissional no Ensino de Física, bem como nos meios científicos, publicações eletrônicas e apresentações profissionais. Muito grato, Nairon Botelho.

Teresina, ____ de setembro de 2020.

Assinatura do participante da pesquisa

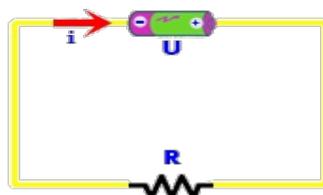
Pesquisador: Francisco Nairon da Costa Botelho
whatsApp: (99) 99935-0240

APÊNDICE D - Conhecimentos prévios ou concepções alternativas acerca da lei de Ohm e associações de resistores no circuito elétrico

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL NO ENSINO DE FÍSICA- MNPEF

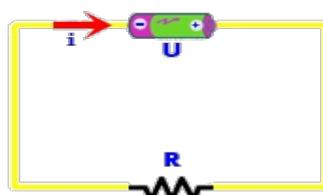
QUESTIONÁRIO 1

1. Observe o circuito elétrico abaixo. Para uma mesma tensão elétrica ou diferença de potencial, isto é, a mesma voltagem, ao aumentarmos a resistência elétrica no circuito, o que ocorre com a intensidade de corrente elétrica? Explique o motivo para que isso ocorra.



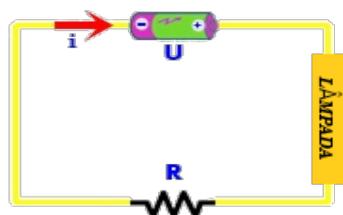
Resposta: _____

2. Considerando o mesmo circuito elétrico da questão anterior. Ao aumentarmos a tensão elétrica, mantendo a resistência elétrica do resistor constante, o que ocorre com a intensidade de corrente elétrica? Explique o motivo para que isso ocorra.



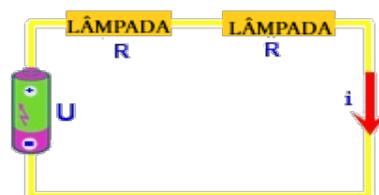
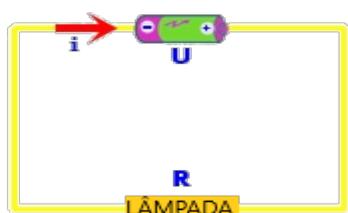
Resposta: _____

3. Observe o circuito elétrico abaixo. Mantendo a tensão elétrica constante, ao aumentarmos a resistência elétrica do resistor, o que ocorre com o brilho da lâmpada? Explique o motivo para que isso ocorra. Ainda considerando o mesmo circuito elétrico, agora aumentando a tensão elétrica e mantendo a resistência elétrica constante, o que ocorre com o brilho da lâmpada? Explique o motivo para que isso ocorra.



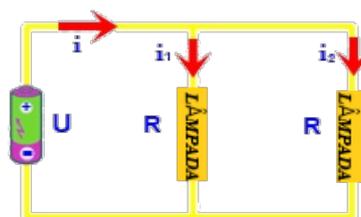
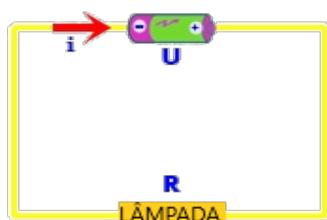
Resposta: _____

4. Nos circuitos elétricos abaixo, um circuito com uma pilha e uma lâmpada e, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em série, considerando que ambos os circuitos apresentam a mesma tensão elétrica ou diferença de potencial, isto é, a mesma voltagem. Em qual dos circuitos as lâmpadas apresentam maior luminosidade? Explique o motivo para que isso ocorra?



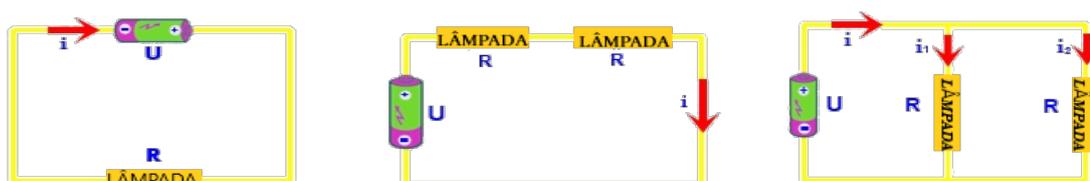
Resposta: _____

5. Nos circuitos elétricos abaixo, um circuito com uma pilha e uma lâmpada e, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em paralelo, considerando que ambos os circuitos apresentam a mesma tensão elétrica ou diferença de potencial, isto é, a mesma voltagem. O que se pode dizer a respeito da intensidade luminosa das lâmpadas no circuito? Explique o motivo para que isso ocorra?



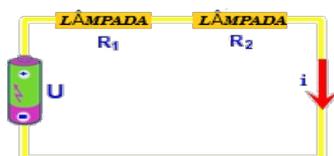
Resposta: _____

6. Comparando os três circuitos elétricos abaixo, um circuito com uma pilha e uma lâmpada, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em série e, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em paralelo, sendo que em ambos os circuitos as lâmpadas apresentam a mesma resistência elétrica. Em qual deles a lâmpada apresentará menor luminosidade? Por quê?



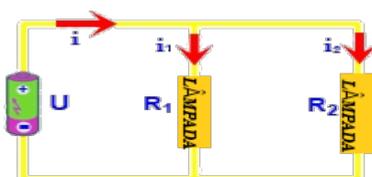
Resposta: _____

7. Considere o circuito elétrico abaixo, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em série, sendo que a resistência elétrica $R_2 > R_1$. Qual lâmpada apresentará maior luminosidade? Por quê?



Resposta: _____

8. Considere o circuito elétrico abaixo, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas em paralelo, sendo que a resistência elétrica $R_2 > R_1$. Qual lâmpada apresentará maior luminosidade? Por quê?



Resposta: _____

APÊNDICE E - Estudo da lei de Ohm no circuito gerador e resistor do aplicativo ElectricMax

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL NO ENSINO DE FÍSICA- MNPEF

QUESTIONÁRIO 2

1. Observe o circuito simples, mantenha a tensão elétrica constante, digite os valores da resistência elétrica, aumentando o seu valor. O que ocorre com o valor da intensidade de corrente elétrica no circuito? Explique o motivo para que isso ocorra.

Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

Tensão elétrica (volt - V)	Resistência elétrica (ohm - Ω)	Corrente elétrica (ampère - A)
12	2	
12	4	
12	6	

Resposta: _____

2. Agora mantenha a resistência elétrica constante, digite os valores da tensão elétrica, aumentando o seu valor. O que ocorre com o valor da intensidade de corrente elétrica no circuito. Explique o motivo para que isso ocorra.

Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

Tensão elétrica (volt -V)	Resistência elétrica (ohm - Ω)	Corrente elétrica (ampère - A)
2	2	
6	2	
10	2	

Resposta: _____

3. Mediante aos valores obtidos nas questões anteriores estabeleça a relação matemática entre as grandezas físicas (tensão elétrica, resistência elétrica e corrente elétrica). Ao estabelecer a relação matemática entre as grandezas, utilize a letra **U** para representar a tensão elétrica, a letra **R** para representar a resistência elétrica e, a letra **I** para representar a corrente elétrica.

Resposta: _____

4. Vamos fazer uma análise da potência dissipada no resistor, para tanto você pode digitar os valores da tensão elétrica, aumentando a tensão e mantendo a resistência elétrica constante. Anote os valores encontrados da corrente elétrica e da potência dissipada no resistor. Explique suas observações acerca da potência elétrica dissipada no resistor, em relação a tensão elétrica e a corrente elétrica.

Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

Tensão elétrica (volt -V)	Resistência elétrica (ohm - Ω)	Corrente elétrica (ampère - A)	Potência elétrica (watt - W)
2	2		
4	2		
6	2		

Resposta: _____

5. Vamos fazer uma análise da potência dissipada no resistor, para tanto você pode digitar os valores da tensão elétrica, mantendo a tensão elétrica constante e aumentando o valor da resistência elétrica. Anote os valores encontrados da corrente elétrica e da potência dissipada no resistor. Explique suas observações acerca da potência elétrica dissipada no resistor, em relação a resistência elétrica e a corrente elétrica.

Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

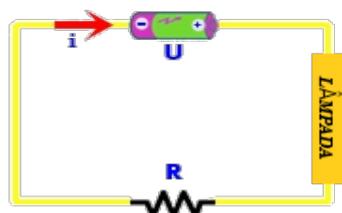
Tensão elétrica (volt -V)	Resistência elétrica (ohm - Ω)	Corrente elétrica (ampère - A)	Potência elétrica (watt - W)
12	2		
12	4		
12	6		

Resposta: _____

6. Mediante aos valores obtidos nas questões 4 e 5, estabeleça a relação matemática entre as grandezas físicas (potência elétrica, tensão elétrica e corrente elétrica). Ao estabelecer a relação matemática entre as grandezas, utilize a letra **P** para representar a potência elétrica, a letra **U** para representar a tensão elétrica e, a letra **I** para representar a corrente elétrica.

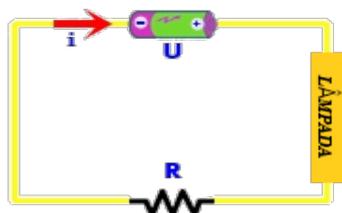
Resposta: _____

7. Após fazer uma análise da questão 4, o que se pode dizer a respeito do brilho da lâmpada apresentada no circuito elétrico abaixo ao aumentarmos a tensão elétrica no circuito, mantendo a resistência elétrica constante?



Resposta: _____

8. Após fazer uma análise da questão 5, o que se pode dizer a respeito do brilho da lâmpada apresentada no circuito elétrico abaixo ao aumentarmos a resistência elétrica no circuito, mantendo a tensão elétrica no circuito constante?



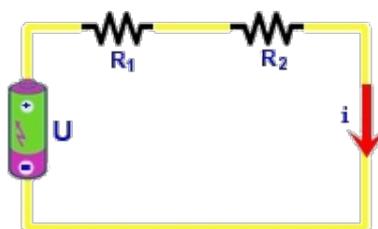
Resposta: _____

APÊNDICE F - Estudo da associação de resistores em série utilizando o aplicativo
ElectricMax

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL NO ENSINO DE FÍSICA- MNPEF

QUESTIONÁRIO 3

1. Utilizando o aplicativo **ElectricMax** no circuito com resistores em série, digite um valor de tensão elétrica, uma resistência elétrica R_1 e uma resistência elétrica R_2 , com R_1 diferente de R_2 . Após pedir pra calcular o resultado no aplicativo, analise os resultados obtidos e responda o que se pede abaixo:



a) Como se obtêm a resistência elétrica total no circuito?

Resposta: _____

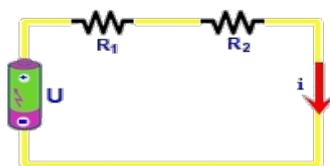
b) Como se obtêm a corrente elétrica no circuito?

Resposta: _____

c) Se os resistores têm resistências elétricas diferentes, o que se pode dizer sobre a tensão elétrica nos resistores? Como se obtêm essa tensão elétrica em cada resistor?

Resposta: _____

2. Utilizando o aplicativo **ElectricMax** no circuito com resistores em série, digite um valor de tensão elétrica, uma resistência elétrica R_1 e uma resistência elétrica R_2 , com R_1 igual a R_2 . Após pedir pra calcular o resultado no aplicativo, analise os resultados obtidos e responda o que se pede abaixo:



a) Como se obtêm a resistência elétrica total no circuito?

Resposta: _____

b) Como se obtêm a corrente elétrica no circuito?

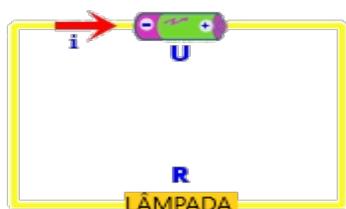
Resposta: _____

c) Se os resistores têm resistências elétricas iguais, o que se pode dizer sobre a tensão elétrica nos resistores? Como se obtêm essa tensão elétrica em cada resistor?

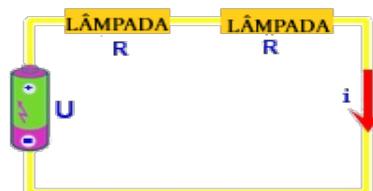
Resposta: _____

3. Fazendo uma análise da questão quatro da atividade 1, agora utilizando o aplicativo **ElectricMax**. Considerando que ambos os circuitos apresentam a mesma tensão elétrica e que todas as lâmpadas apresentam a mesma resistência elétrica. Digite os valores de tensão elétrica e resistência elétrica nos dois circuitos presentes no aplicativo **ElectricMax**, após pedir pra calcular os valores, analise os resultados obtidos. Em qual dos circuitos, as lâmpadas apresentam maior luminosidade? Explique o motivo para que isso ocorra?

CIRCUITO 1



CIRCUITO 2



Sugestão: construa uma tabela para cada circuito e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

CIRCUITO 1

Tensão elétrica U (V)	Resistência elétrica R (Ω)	Corrente elétrica (A)	Potência elétrica (W)
12	6		

CIRCUITO 2

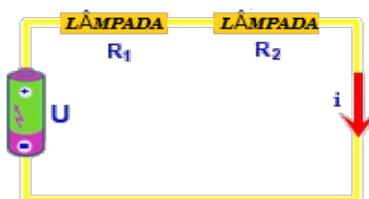
Tensão elétrica U (V)	Resistência elétrica R1 (Ω)	Resistência elétrica R2 (Ω)	Corrente elétrica i (A)	Tensão elétrica em R1 (V)	Tensão elétrica em R2 (V)	Potência elétrica em R1 (W)	Potência elétrica em R2 (W)
12	6	6				$P1 = U1 \cdot i$	$P2 = U2 \cdot i$

OBSERVAÇÃO: P1= potência elétrica em R1 e U1 = Tensão elétrica em R1

P2 = potência elétrica em R2 e U2 = tensão elétrica em R2

Resposta: _____

4. Fazendo uma análise da questão sete da atividade 1, agora utilizando o aplicativo **ElectricMax**. Considerando o circuito elétrico abaixo, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas de resistências diferentes em série, sendo que a resistência $R2 > R1$. Qual lâmpada apresentará maior luminosidade? Por quê?



Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

Tabela

Tensão elétrica U (V)	Resistência elétrica R1 (Ω)	Resistência elétrica R2 (Ω)	Corrente elétrica i (A)	Tensão elétrica em R1 (V)	Tensão elétrica em R2 (V)	Potência elétrica em R1 (W)	Potência elétrica em R2 (W)
12	6	4				$P1 = U1 \cdot i$	$P2 = U2 \cdot i$

OBSERVAÇÃO: P_1 = potência elétrica em R1 e U_1 = Tensão elétrica em R1

P_2 = potência elétrica em R2 e U_2 = tensão elétrica em R2

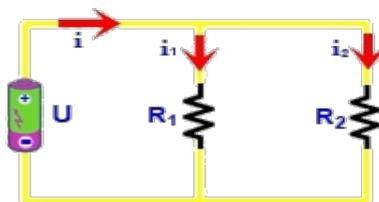
Resposta: _____

APÊNDICE G - Estudo da associação de resistores em paralelo utilizando o aplicativo ElectricMax

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
 PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
 COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
 MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL NO ENSINO DE FÍSICA- MNPEF

QUESTIONÁRIO 4

1. Utilizando o aplicativo **ElectricMax** no circuito com resistores em paralelo, digite um valor de tensão elétrica, uma resistência elétrica R_1 e uma resistência elétrica R_2 , com R_1 diferente de R_2 . Após pedir pra calcular o resultado no aplicativo, analise os resultados obtidos e responda o que se pede abaixo:



a) Como se obtêm a resistência elétrica total no circuito?

Resposta: _____

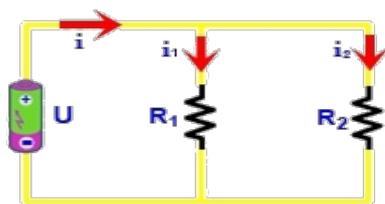
b) Como se obtêm a corrente elétrica total no circuito?

Resposta: _____

c) Se os resistores têm resistências elétricas diferentes, o que se pode dizer sobre a corrente elétrica em cada resistor? Sabendo a corrente elétrica e a resistência de cada resistor, o que se pode dizer sobre a tensão elétrica nesses resistores?

Resposta: _____

2. Utilizando o aplicativo **ElectricMax** no circuito com resistores em paralelo, digite um valor de tensão elétrica, uma resistência elétrica R_1 e uma resistência elétrica R_2 , com R_1 igual a R_2 . Após pedir pra calcular o resultado no aplicativo, analise os resultados obtidos e responda o que se pede abaixo:



a) Como se obtêm a resistência elétrica total no circuito?

Resposta: _____

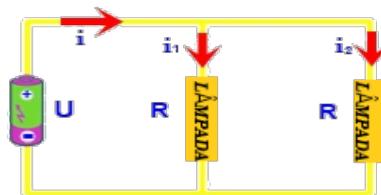
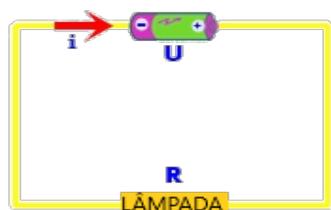
b) Como se obtêm a corrente elétrica total no circuito?

Resposta: _____

c) Se os resistores têm resistências elétricas iguais, o que se pode dizer sobre a corrente elétrica em cada resistor? Sabendo a corrente elétrica e a resistência de cada resistor, o que se pode dizer sobre a tensão elétrica nesses resistores?

Resposta: _____

3. Fazendo uma análise da questão cinco da atividade 1, agora utilizando o aplicativo **ElectricMax**. Considerando que ambos os circuitos apresentam a mesma tensão elétrica e que todas as lâmpadas apresentam a mesma resistência elétrica. Digite os valores de tensão elétrica e resistência elétrica nos dois circuitos presentes no aplicativo **ElectricMax**, após pedir pra calcular os valores, analise os resultados obtidos. Que conclusão se tem a respeito do brilho das lâmpadas nos circuitos? Explique o motivo para que isso ocorra?



Sugestão: construa uma tabela para cada circuito e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

CIRCUITO 1

Tensão elétrica U (V)	Resistência elétrica R (Ω)	Corrente elétrica i (A)	Potência elétrica (W)
12	6		

CIRCUITO 2

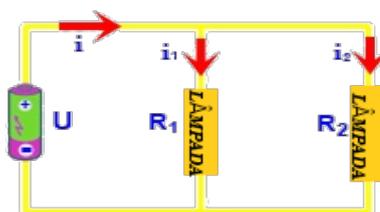
Tensão elétrica U (V)	Resistência elétrica R1 (Ω)	Resistência elétrica R2 (Ω)	Corrente elétrica total i (A)	Corrente elétrica em R1 (A)	Corrente elétrica em R2 (A)	Potência elétrica em R1 (W)	Potência elétrica em R2 (W)
12	6	6				$P_1 = U_1 \cdot i_1$	$P_2 = U_2 \cdot i_2$

OBSERVAÇÃO: P_1 = potência elétrica em R1 e $U_1 = U$ = Tensão elétrica em R1

P_2 = potência elétrica em R2 e $U_2 = U$ = tensão elétrica em R2

Resposta: _____

4. Fazendo uma análise da questão oito da atividade 1, agora utilizando o aplicativo **ElectricMax**. Considerando o circuito elétrico abaixo, um circuito com uma pilha e duas lâmpadas de resistências diferentes em série, sendo que a resistência $R_2 > R_1$. Qual lâmpada apresentará maior luminosidade? Por quê?



Sugestão: construa uma tabela semelhante a tabela abaixo e anote os valores para fazer o estudo dos dados.

Tabela

Tensão elétrica U (V)	Resistência elétrica R1 (Ω)	Resistência elétrica R2 (Ω)	Corrente elétrica total i (A)	Corrente elétrica em R1 (A)	Corrente elétrica em R2 (A)	Potência elétrica em R1 (W)	Potência elétrica em R2 (W)
12	4	6				$P_1 = U_1 \cdot i_1$	$P_2 = U_2 \cdot i_2$

OBSERVAÇÃO: P_1 = potência elétrica em R1 e $U_1 = U$ = Tensão elétrica em R1

P_2 = potência elétrica em R2 e $U_2 = U$ = tensão elétrica em R2

Resposta: _____

APÊNDICE H – O uso de aplicativos móveis na sala de aula

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA-MNPEF

Questionário 5

Nome: _____

Turma: _____ Turno: matutino Data de aplicação: ____/____/____

Professor: Francisco Nairon da Costa Botelho

Questões

1) Você já tinha participado de uma aula em que se utilizava aplicativos de tecnologias móveis?

sim não

2) O que você achou ao utilizar o aplicativo ElectricMax a partir de nossa aula sobre a lei de Ohm e associações de resistores nos circuitos elétricos?

ótima boa regular ruim péssima

3) Com o uso do aplicativo ElectricMax o conteúdo ficou mais fácil de se aprender?

sim não

4) Em que grau o uso do aplicativo ElectricMax contribuiu para ampliar o seu conhecimento sobre a lei de Ohm e associações de resistores nos circuitos elétricos?

não contribuiu contribuiu pouco contribuiu bastante

5) O que você mais gostou no aplicativo ElectricMax?

6) O que você acha que pode ser melhorado no aplicativo ElectricMax?

7) Você gostaria de ter mais aulas desse tipo, com o uso de tecnologias móveis a partir de aplicativos?

sim não