



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**UMA PROPOSTA PARA O CÁLCULO DO CONSUMO DE ELETRICIDADE  
EM DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS COM RESISTÊNCIA IDEAL**

**FÉLIX MIGUEL DE OLIVEIRA JÚNIOR**

**CAMPINA GRANDE - PB**

**2019**

**FÉLIX MIGUEL DE OLIVEIRA JÚNIOR**

**UMA PROPOSTA PARA O CÁLCULO DO CONSUMO DE ELETRICIDADE  
EM DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS COM RESISTÊNCIA IDEAL**

Dissertação de Mestrado apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

**Área de Concentração:** Física no Ensino Médio.

**Orientador:** Prof. Dr. Pedro Carlos de Assis Júnior.

**CAMPINA GRANDE - PB**

**2019**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

O48p Oliveira Júnior, Félix Miguel de.  
Uma proposta para o cálculo do consumo de eletricidade em dispositivos eletrônicos com resistência ideal [manuscrito] / Félix Miguel de Oliveira Júnior. - 2019.  
105 p. : il. colorido.  
Digitado.  
Dissertação (Mestrado em Profissional em Ensino de Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2020.  
"Orientação : Prof. Dr. Pedro Carlos de Assis Júnior, Coordenação do Curso de Física - CCEA."  
1. Ensino de Física. 2. Sequência didática. 3. Simulação computacional. I. Título  
21. ed. CDD 530.7

**FÉLIX MIGUEL DE OLIVEIRA JÚNIOR**

**UMA PROPOSTA PARA O CÁLCULO DO CONSUMO DE ELETRICIDADE  
EM DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS COM RESISTÊNCIA IDEAL**

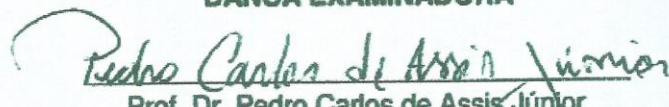
Dissertação de Mestrado apresentada à  
Coordenação do Programa de Pós-  
Graduação em Ensino de Física da  
Universidade Estadual da Paraíba, como  
requisito parcial para obtenção do título de  
Mestre.

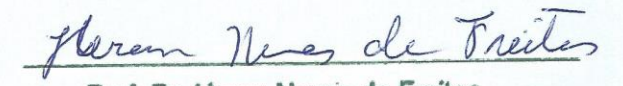
Área de Concentração: Física no Ensino  
Médio.


Orientador: Prof. Dr. Pedro Carlos de  
Assis Júnior.

Aprovada em: 12/12/2019.

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof. Dr. Pedro Carlos de Assis Júnior  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)  
(Orientador)

  
Prof. Dr. Heron Neves de Freitas  
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

  
Prof. Dr. José Roberto Bezerra da Silva  
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Dedico a Deus, que sempre está comigo nas horas que mais preciso e por proporcionar este momento de conclusão de Curso, e a minha família, sempre prestativa e compreensiva.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pois sem o Seu amor e a Sua fidelidade, eu não teria chegado até aqui. Ele quem me sustentou diante dos obstáculos encontrados e durante toda a caminhada.

Aos meus pais, Félix Miguel de Oliveira e Maria Nazareth da Nóbrega Oliveira, que sempre estiveram comigo e acreditaram mais do que eu na realização deste sonho.

A minha esposa, Ana Cristina (Tera), pela paciência e companheirismo neste percurso e aos meus filhos, Idalina Campina, Ana Francisca, Félix Neto e Emanuel (in memoriam), que representam luz para minha vida e me incentivam na realização de sonhos.

Ao meu tio e padrinho José Paulino da Nóbrega (Bideco), pela força ao longo da caminhada.

Aos meus irmãos da minha amada Santa Luzia, por ter sempre me dado força para não desistir perante aos desafios.

Aos irmãos do ECC, pela compreensão e orações.

Ao amigo Dr. Roberto Nóbrega, pela amizade e incentivo nos momentos difíceis.

De modo especial, agradeço ao meu orientador, Professor Dr. Pedro Carlos de Assis Júnior, pelas contribuições, paciência, dedicação, companheirismo, amizade, disposição e por todas as vezes que não permitiu que eu desanimasse.

Aos meus colegas de mestrado, de modo especial, a Lenildo Moraes, Mateus e Nelson, que se tornaram meus irmãos nesta caminhada.

A todos os professores da minha vida, de modo especial, ao professor Edvaldo Alves (Mará) (in memoriam), que contribuíram com seus ensinamentos para vida profissional.

Aos meus queridos alunos e ex-alunos, que no dia a dia, faz despertar em mim o amor à profissão.

A todos que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste sonho.

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

A mente que se abre a uma nova ideia,  
jamais voltará ao seu tamanho original.

(Albert Einstein)



## RESUMO

Ensinar Física é notoriamente reconhecido como uma ação de difícil realização, uma vez que, de modo geral, a maioria dos alunos do Ensino Médio sente-se desmotivada e indiferente a aprender, conseqüentemente, dificulta o processo de ensino-aprendizagem. Um argumento normalmente usado pelos pesquisadores na área de Ensino em Física é a falta de práticas diferentes e próximas ao cotidiano dos estudantes. Neste sentido, foi realizada uma seqüência didática fundamentada na Dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti, com o intuito de calcular o consumo de energia elétrica de alguns equipamentos eletroeletrônicos nas residências dos alunos do Ensino Médio por meio de simulações computacionais. A presente dissertação tem como objetivo descrever as experiências vivenciadas através do desenvolvimento do projeto: uma proposta para o cálculo do consumo de eletricidade em dispositivos eletrônicos com resistência ideal no Terceiro Ano do Ensino Médio realizado na Escola Estadual Padre Jerônimo Lauwen, no município de Santa Luzia/PB. Para isso, realizou-se um estudo bibliográfico, bem como, um relato de experiências. Os resultados evidenciaram que, a aula realizada por meio de simulações computacionais proporciona maior interação entre a turma e o docente. Conclui-se que, a tecnologia possibilita a realização de aulas mais dinâmicas e interativas que fazem com que os alunos tenham mais interesse em estudar Física, em particular, em dispositivos eletrônicos que não alteram sua resistência em virtude da corrente ou tensão.

**Palavras-Chave:** Ensino de Física. Momentos Pedagógicos. Sequência Didática. Simulação Computacional.

## ABSTRACT

Teaching physics is notoriously recognized as an action that is difficult to accomplish, since, in general, most high school students feel unmotivated and indifferent to learning, consequently hindering the teaching-learning process. One argument commonly used by researchers in the field of physics education is the lack of different practices close to the students' daily lives. In this sense, a didactic sequence based on Delizoicov and Angotti's Three Pedagogical Moments Dynamics was performed, with the purpose of calculating the electrical energy consumption of the homes of high school students through computational simulations. This dissertation aims to describe the experiences lived through the development of the Project: A proposal for the calculation of electricity consumption in the electronic devices with ideal resistance Third Year of High School held at Padre Jerônimo Lauwen State School, Santa Luzia / PB. For this, a bibliographic study was carried out, as well as an experience report. The results showed that the class performed through computer simulations provides greater interaction between the class and the teacher. It can be concluded that technology enables more dynamic and interactive classes that make students more interested in studying physics, especially in electronic devices that do not increase their resistance due to current or voltage.

**Keywords:** Physics Teaching. Pedagogical moments. Following teaching. Computational Simulation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Segmento de um fio conduzindo uma corrente elétrica .....	25
Figura 2: Gráfico de Corrente Contínua (CC).....	26
Figura 3: Gráfico de Corrente Alternada (CA) .....	27
Figura 4: Dois circuitos elétricos, uma com a chave fechada e outro com a chave aberta .....	29
Figura 5: Modelo de ensino-aprendizagem com TIC.....	35
Figura 6: Escola Campo de Estudo.....	43
Figura 7: Leitura do Texto .....	49
Figura 8: Circuito elétrico simples com uma lâmpada .....	49
Figura 9: Atividade com Simulação Computacional .....	50
Figura 10: Circuito elétrico simples com lâmpadas associadas em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa na lâmpada de $20\Omega$ . .....	50
Figura 11: Circuito elétrico simples com lâmpadas associadas em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa na lâmpada de $30\Omega$ . .....	51
Figura 12: Circuito elétrico simples com lâmpadas associadas em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa no gerador elétrico. ....	51
Figura 13: Circuito elétrico simples com uma mão humana, com medida da intensidade de corrente .....	52
Figura 14: Construção do circuito elétrico .....	52
Figura 15: Circuito elétrico simples com uma mão humana e uma lâmpada, ambas associadas em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria.....	53
Figura 16: Construção do circuito elétrico .....	53
Figura 17: Leitura do Texto .....	55
Figura 18: Circuito elétrico com lâmpadas associadas em série e em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria e com a medida da voltagem na lâmpada com resistência de $90\Omega$ .....	56
Figura 19: Construção do Circuito Elétrico .....	56
Figura 20: Circuito elétrico com lâmpadas associadas em série e em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria e com a medida da voltagem na lâmpada com resistência do $60\Omega$ .....	56

Figura 21: Circuito elétrico com lâmpadas associadas em série e em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria e com a medida da voltagem na lâmpada com resistência do $48\Omega$ .....	57
Figura 22: Circuito elétrico com lâmpadas associadas em série e em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria e com a medida da voltagem na lâmpada com resistência do $36\Omega$ .....	57
Figura 23: Circuito elétrico com lâmpadas associadas em série e em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria e com a medida da voltagem nas duas lâmpadas do conjunto que está associado em série .....	58
Figura 24: Resultados do aluno A .....	61
Figura 25: Resultados do aluno B .....	61
Figura 26: Resultados do aluno C .....	62
Figura 27: Circuito elétrico simples com uma lâmpada .....	81
Figura 28: Circuito elétrico simples com lâmpadas associadas em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa na lâmpada de $20\Omega$ .....	82
Figura 29: Circuito elétrico simples com lâmpadas associadas em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa na lâmpada de $30\Omega$ .....	82
Figura 30: Circuito elétrico simples com lâmpadas associadas em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa no gerador elétrico. ....	83
Figura 31: Circuito elétrico simples com uma mão humana, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa por ela. ....	84
Figura 32: Circuito elétrico simples com uma mão humana e uma lâmpada, ambas associadas em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria.....	84
Figura 33: Circuito elétrico com lâmpadas associadas em serie e em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria e com a medida da voltagem na lâmpada com resistência do $90\Omega$ .....	86
Figura 34: Circuito elétrico com lâmpadas associadas em série e em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria e com a medida da voltagem na lâmpada com resistência do $60\Omega$ .....	87
Figura 35: Circuito elétrico com lâmpadas associadas em série e em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria e com a medida da voltagem na lâmpada com resistência do $48\Omega$ .....	88
Figura 36: Circuito elétrico com lâmpadas associadas em série e em paralelo, com	

medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria e com a medida da voltagem na lâmpada com resistência do $36\Omega$ .....	88
Figura 37: Circuito elétrico com lâmpadas associadas em série e em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria e com a medida da voltagem nas duas lâmpadas do conjunto que está associado em série. ....	89
Figura 38: O sentido da corrente elétrica é oposto ao movimento dos elétrons livres .....	96
Figura 39: Sentido das correntes elétricas em uma solução eletrolítica.....	96
Figura 40: Sentido das correntes elétricas em um gás ionizado .....	97
Figura 41: A corrente contínua constante tem sentido e intensidade constantes com o tempo .....	98
Figura 42: A corrente alternada muda periodicamente no tempo.....	98
Figura 43: A passagem da corrente elétrica pelo fio desloca a agulha da bússola ...	99
Figura 44: A passagem da corrente elétrica pela resistência provoca um aquecimento .....	99
Figura 45: O funcionamento de uma pilha ou de uma bateria de um automóvel se baseia na eletrólise, estudada em Eletroquímica .....	100
Figura 46: Visão noturna do São João de Santa Luzia-PB no ano de 2018. ....	100
Figura 47: Efeitos fisiológicos da corrente.....	101
Figura 48: Tomada elétrica de 127V ou de 220V .....	103
Figura 49: Pilha de 1,5V.....	103
Figura 50: Dados nominais, voltagem em Volt, e potência em Watt .....	104
Figura 51: Lâmpada incandescente .....	1053

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tópicos e habilidades da sequência didática .....	44
Quadro 2: Cálculo do consumo de energia elétrica.....	60
Quadro 3: Tópicos e habilidades da sequência didática .....	78
Quadro 4: Cálculo do consumo de energia elétrica.....	91

## LISTA DE SIGLAS

TICs – Tecnologias de Informação e Comunicação

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas

CC – Circuitos de Corrente Contínua

CA – Circuitos de Corrente Alternada

SI – Sistema Internacional de Unidades

i – Corrente Elétrica

ddp – Diferença de Potencial Entre Dois Pontos

P – Potência

SIM – Interactive Science Simulations

R – Resistência Elétrica

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	17
CAPÍTULO I .....	20
CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA.....	20
1.1 ABORDAGEM SOBRE O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO.....	20
1.2 ESTUDO DA ELETRICIDADE.....	23
CAPÍTULO II .....	33
O ENSINO DE FÍSICA E AS TECNOLOGIAS .....	33
2.1 A INCLUSÃO DAS TECNOLOGIAS NO ENSINO DE FÍSICA .....	33
2.2 SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS E OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS DE DELIZOICOV .....	37
CAPÍTULO III .....	42
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	42
3.1 LOCAL DE APLICAÇÃO.....	42
3.2 DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA: PROPOSTAS E OBJETIVOS .....	43
3.3 A AVALIAÇÃO DA PROPOSTA DE ENSINO-APRENDIZAGEM.....	45
IV CAPÍTULO .....	47
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	47
4.1 PRIMEIRO ENCONTRO.....	48
4.2 SEGUNDO ENCONTRO .....	54
4.3 TERCEIRO ENCONTRO.....	58
4.4 QUARTO ENCONTRO.....	62
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	66
APÊNDICES.....	72



## INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, com o avanço das Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), as atividades no Ensino Médio, especialmente na Área de Exatas, vêm ganhando novos espaços, bem como aproximando a teoria à prática do cotidiano dos alunos. As propostas didáticas envolvendo o uso de computadores no ensino de Física estão sendo debatidas nos meios acadêmicos e muitas sugestões de mudanças têm sido indicadas pelos estudiosos da área com o intuito de que se tenha uma melhor qualidade no ensino dessa Ciência, uma vez que, a metodologia do uso exclusivo de aulas expositivas e resolução de exercícios, não tem contribuído para o desenvolvimento pleno das habilidades que se pretende aperfeiçoar no ensino de Física (ANDRADE, 2015).

Com a utilização das TICs, por exemplo, simuladores computacionais, é possível desenvolver diferentes práticas para se trabalhar com os conteúdos de Física. A incorporação destas tecnologias na Educação permite refletir fundamentalmente os modos como ocorrem os processos educacionais. De acordo com Brito e Purificação (2008, p. 23) “estamos em um mundo em que as tecnologias interferem no cotidiano, sendo relevante, assim, que a educação também envolva a democratização do acesso ao conhecimento, à produção e à interpretação das tecnologias”.

Medeiros e Medeiros (2002) asseveram que, em virtude da aprendizagem em Física exigir elevado grau de abstração, as simulações e animações computacionais, ainda que não se constituam em solução final para as adversidades de se ensinar conceitos científicos, podem ser proficientes aos processos de ensino e de aprendizagem.

A principal motivação para a inserção de simuladores computacionais no processo ensino-aprendizagem, especialmente em algumas áreas da Física, por exemplo, a Eletricidade, constitui-se na dificuldade de aprendizagem através do ensino tradicional, ou seja, apenas a aplicação de teoria, o que dificulta esse processo. De acordo com Dias, Barlette e Martins (2009) os conceitos relacionados com o estudo do Eletromagnetismo, especificamente, a Eletricidade, tem natureza de complexa visualização. Estes estudos incluem dificuldades conceituais, concepções alternativas, uso indiscriminado da linguagem e raciocínios errôneos que os alunos

costumam apresentar no estudo de circuitos elétricos simples.

Corroborando com o pensamento dos autores supracitados, Félix Júnior e Rufino (2015) mostram que, conceitos fundamentais da Física relacionados com a Eletrodinâmica como a corrente elétrica e resistores elétricos, apresentam-se como elementos complexos e de difícil visualização numa aula expositiva. Na maioria das vezes, tais conhecimentos são verificados apenas por meio de fórmulas matemáticas complexas. Muitas delas não permitem uma verificação direta pelo aluno, seja por observações ou experiências laboratoriais.

Para Santos, Santos e Fraga (2002), os métodos tradicionais de aprendizado têm se tornados ineptos e inapropriados por efeito do avanço tecnológico computacional. Esse avanço tem permitido o desenvolvimento de um sistema que produza um espaço no qual o indivíduo possa moldar, idealizar e interagir com a simulação proposta baseada em experimentos da física real. Conseqüentemente, esse sistema seria um instrumento complementar para o estudo da Física, desde que, por meio dele seja possível a realização de experiências "virtuais" com a intenção de esclarecer e substanciar o conhecimento teórico da Física, no caso abordado: a eletrodinâmica.

A nossa investigação utilizou as Tecnologias, especificamente das Simulações Computacionais, ao entender que esses instrumentos podem facilitar o acesso às competências essenciais a serem desencadeadas pelos discentes durante o processo de ensino e aprendizagem de Física. A motivação para a mesma surgiu a partir da nossa vivência em sala de aula e da observação das dificuldades dos discentes em compreender alguns fenômenos da Física, tais como, corrente elétrica, potência elétrica e resistor elétrico, principalmente no cálculo do consumo de energia elétrica, além da implementação do uso das simulações computacionais, que estão disponíveis gratuitamente online, desenvolvido pelo Projeto Tecnologia no Ensino de Física (PhET), da Universidade do Colorado.

Desse modo, o nosso problema de pesquisa está em responder a seguinte questão: Como é feito o cálculo do consumo de energia elétrica na minha residência, de forma a favorecer o desenvolvimento do ensino de Física? Assim, definimos como objetivo: desenvolver um material de apoio para auxiliar o professor de Física do Ensino Médio na utilização Kit para Montar Circuito DC - Laboratório Virtual, bem como

trabalhar os conteúdos de corrente elétrica, potência elétrica e consumo de energia elétrica utilizando-se do simulador computacional Kit para Montar Circuito DC por meio de uma sequência didática previamente organizada.

Este trabalho está estruturado em capítulos. No primeiro capítulo, apresenta-se uma contextualização do ensino de Física no Ensino Médio e conceitos, definições e generalidades do estudo da Eletricidade. O segundo capítulo aborda sobre a inserção das Tecnologias no Ensino de Física, enaltecendo a temática: simulações computacionais. Este capítulo mostra ainda, concepções acerca dos Três Momentos Pedagógicos fundamentadas em Delizoicov e Angotti.

No terceiro capítulo, discorre-se sobre as experiências vivenciadas pelos alunos do Terceiro Ano do Ensino Médio durante as aulas de Física realizadas com o auxílio de simuladores computacionais na Escola Padre Jerônimo Lauwen, no município de Santa Luzia/PB.

## **CAPÍTULO I**

### **CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA**

Neste capítulo, apresenta-se uma contextualização do Ensino da Física no Ensino Médio, bem como, aborda-se sobre as concepções e o estudo da Eletricidade.

#### **1.1 ABORDAGEM SOBRE O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

A grande maioria dos alunos, no fim do Ensino Fundamental, é cativada e estimulada pela curiosidade, com o objetivo de descobrir novas perspectivas no campo da Física e de outras ciências. Todavia, no Ensino Médio estes alunos se frustram, em virtude de serem ofertadas poucas aulas de Física, e essas com uma essência pouco ligada a realidade ou aos seus interesses. Neste sentido, a imagem que os indivíduos criam sobre esta ciência torna-se um obstáculo a ser vencido, e a partir daí a disciplina torna-se deixa de ser compreensível e encantadora e passa a ser vista como uma matéria desagradável (BONADIMAN H; NONENMACHER, 2007).

No Brasil, o ensino das Ciências Físicas e Naturais está vigorosamente influenciado pela falta de atividade experimental, dependência intensa do livro didático, procedimento expositivo, reduzido número de aulas, currículo ultrapassado e descontextualizado e profissionalização escassa do docente (DIOGO; GOBARA, 2007).

A abordagem tradicional aplicada pelos professores, na qual se valoriza a memorização de concepções e fórmulas, é um dos motivos que vem tornando a Física um componente curricular de difícil aprendizado. O desinteresse pela disciplina é provocado também pela escassez de recursos em relação aos laboratórios das instituições escolares (SOUZA, et al., 2017).

Barbosa, et al. (2017) asseveram que, os docentes apoiantes de metodologias tradicionais necessitam mudar sua metodologia para algo mais inovador, com o intuito de estimular o interesse dos discentes para não só memorizar, contudo realmente compreender muitos conteúdos explanados em sala de aula.

Corroborando com o pensamento do autor supracitado, Silvério (2001) afirma que, é preciso ter educadores comprometidos em transformar as metodologias e assuntos ultrapassados, e mentalizar que, o aluno que demonstra ter dificuldades pode aprender melhor se o docente tiver uma nova atitude e novas estruturas

(BONADIMAN H; NONENMACHER, 2007).

Para Pinto e Zanetic (1999), mesmo nos dias vigentes, a Física ainda está muito longe de ser uma disciplina ênfase em grande parte das instituições escolares, em virtude dos níveis elevados de desinteresse dos educandos para com as aulas. Desta forma, percebe-se que é substancial a transformação do ensino da Física. Mudanças com relação ao que é ofertado habitualmente nas escolas públicas e privadas por algo mais envolvente, que objetive as concepções físicas não apenas como uma simples curiosidade, contudo como uma Ciência que tenha como escopo esclarecer e fundamentar muitos tipos de fenômenos, gerando um novo olhar sobre os conteúdos abordados.

Considerando-se as dificuldades no ensino da Física, o papel do professor é muito debatido neste processo. A falta de recursos para melhor ensinar aos discentes, bem como, a falta de conhecimento em determinado conteúdo, em consequência de um ensino precário ao longo da sua formação, e a falta de motivação devido à desvalorização profissional ocasionam a continuidade do uso único das metodologias tradicionais (MOREIRA, 2017).

A formação inicial de um docente é vista como um dos pontos mais importantes para que ele se desenvolva profissionalmente. Neste período deve ser dado espaço à investigação experimentação, reflexão, e assistência para que o novo professor contraia não apenas saberes, mas também internalize a função do educador e o processo de ensino-aprendizagem (ANDRADE; FREIRE; BAPTISTA, 2015).

Um grande problema que o Brasil enfrenta é a ausência de professores qualificados. No último Censo Escolar divulgado pelo INEP (2018), realizado no ano de 2017 e publicado em 2018, indica que somente 42,6% dos docentes de Física atuantes em instituições públicas têm formação superior nesta área. Isso pode ser apontado como uma das causas que acentuam os problemas existentes no ensino desta Ciência.

A educação bancária é outro desafio encontrado – conceituada por Paulo Freire, grande conhecedor do âmbito educacional. O aluno não é orientado à reflexão, apenas é incitado a apropriar-se de tudo aquilo que lhe é apresentado, ficando à margem da passividade, não havendo uma aprendizagem significativa, bem como, o desenvolvimento do senso crítico do modo esperado (MOREIRA, 2017).

Moreira (2017) faz uma análise sobre os desafios centrais no ensino de Física na atualidade. Lista os principais problemas que são enfrentados em sala, dentre eles,

a desatualização dos conteúdos que são estudados e massivamente aplicados, a exemplo, o Movimento Retilíneo Uniforme, onde não temos aplicação no cotidiano dos discentes, os livros didáticos do Ensino Médio dão uma ênfase bem maior do que a Física Moderna – onde estão concentrados inúmeros estudos na atualidade, o que ocasiona um desinteresse por parte dos alunos.

A maioria dos livros didáticos que estão nas instituições escolares, apresentam os conteúdos físicos baseados em cálculos algébricos. Rosa e Rosa (2005) afirmam que, o ensino da Física apoiado em resoluções de problemas cheios de cálculos tem sido destaque em várias críticas, visto que, os conteúdos e exercícios acabam tendo como principal finalidade a resolução de questões algébricas, deixando de lado a compreensão dos fenômenos físicos.

Robilotta (1988) refere-se à Física como uma disciplina profundamente complexa. Ainda afirma que, o processo ensino/aprendizagem dela está à mercê do desinteresse. Os cálculos e teorias fazem com que a situação se agrave.

Barbosa, et al. (2017) ao realizarem uma análise da práxis docente percebem uma ênfase na fixação de fórmulas, solução de exercícios que se repetem, e que estes ainda, muitas vezes, não são propriamente contextualizados à Física do dia a dia dos discentes. Explicam que, tal prática se deve à repetição da cultura da formação acadêmica dos educadores, já que no cenário histórico, a Física foi explicada com destaque na resolução de exercícios de vestibulares e afins.

Pires e Veit (2006) asseveram que, a carga horária ofertada para a disciplina, faz com que os professores tenham que seletar os conteúdos de maneira eliminatória, fazendo que continue em grande parte dos casos, apenas a Mecânica Clássica, ou fazer abordagens bastante rasas sobre determinados assuntos, resultando na ideia de que a Física é meramente uma área da Matemática.

Enveredando nesta linha de pensamento, Bonadiman e Nonenmacher (2007) asseguram que, grande parte dessa deficiência se faz em consequência de a Física ser apresentada em quantidades de aulas insuficientes no Ensino Médio, conseqüentemente, cria-se uma resistência por parte dos educandos, fazendo com que eles evitem ou passem a não gostar de Física. Os autores acrescentam ainda que, as deficiências de ensino têm graves conseqüências, haja vista que podem aumentar o número de evasão escolar e o aumento no índice de repetência. Contudo, percebe-se que os problemas de aprendizagem se fazem mais presentes com relação às disciplinas de Ciências Exatas, principalmente a Física.

A falta de atualização do currículo executado em sala de aula, em pesquisa com os acadêmicos em Física, Moreira e Pereira (2007) constatam que, os futuros docentes consideram o atual currículo de Física como moldado ao tradicionalismo. Boff e Bastos (2017) explicam que, no caso da Física Moderna, há falta de ferramentas disponíveis e falta de qualificação dos docentes quanto ao assunto, o que o faz ser deixado de lado.

Dados apontam que, as atividades desenvolvidas pelos professores são uma representação da sua formação básica e acadêmica. Neste sentido, o futuro professor carrega os conhecimentos adquiridos desde o ensino básico até a formação superior, que constituem nele uma imagem da Física. Neste contexto, para minimizar a distância entre o que se espera e o que é realizado nas aulas de Física é essencial que exista na formação inicial dos docentes uma preparação pedagógica apropriada, além de formação contínua enquanto está em sua carreira profissional (PIRES; VEIT, 2006).

## 1.2 ESTUDO DA ELETRICIDADE

Qualquer atividade é produzida por meio de uma determinada quantidade de energia, seja por um sistema simples ou complexo. É de conhecimento geral que, não há, no mundo físico, um dispositivo apto a gerar trabalho de forma espontânea, desta maneira, é fácil constatar que, para se realizar qualquer tipo de trabalho precisamos de uma fonte de energia. Neste contexto, pode-se concluir que, Eletricidade é a energia equidistante entre a fonte produtora e a aplicação final (SANTOS, 2010).

De acordo com o autor supracitado, o estudo da Eletricidade se decompõe em três grandes segmentos: a Eletrostática, que analisa os efeitos gerados por cargas elétricas em repouso ou em equilíbrio; a Eletrodinâmica, que estuda cargas elétricas em movimento e o Eletromagnetismo, que examina os efeitos provocados por essas cargas. A carga elétrica é vista como um fenômeno físico, no qual um corpo unido a outro, sob condição de que não seja do mesmo material, é capaz de ocasionar um desequilíbrio na distribuição de cargas por meio do atrito entre substâncias diferentes e assim, pode-se dizer que os corpos estão carregados.

Eletricidade é um conteúdo de suma importância na Física e com bastantes aplicações no cotidiano, porém, há uma grande limitação nos livros didáticos de Física com relação à abordagem dos conceitos de Eletricidade de maneira mais direta, a

aplicação de situações do cotidiano e ao consumo de energia elétrica. Com isso, os alunos não conseguem compreender esses conceitos e nem associá-los a fenômenos do dia a dia, apesar do contato com esses conteúdos.

Conforme Mendes (2010), as cargas elétricas em dinâmica no interior do circuito elétrico são objetos de estudo da Eletrodinâmica. Na Eletrodinâmica, analisamos os Circuitos de Corrente Contínua (CC) e Circuitos de Corrente Alternada (CA). A corrente elétrica é definida como o fluxo de portadores de cargas de uma região para outra. Os portadores de carga elétrica que constituem uma corrente elétrica são os elétrons (elétrons livres ou elétrons de condução) nos sólidos, e elétrons ou íons (positivos e negativos) nos líquidos e gases. Nos materiais semicondutores, tal como germânio ou silício, a corrente ocorre devido ao movimento dos elétrons de condução ou pelo movimento de vacâncias (buracos), que são locais da rede onde não existem elétrons e que funcionam como portadores de carga positiva.

Em épocas passadas, nos primeiros estudos sobre Eletricidade, acreditava-se que a corrente elétrica era constituída por partículas positivas que se deslocavam de um potencial elétrico maior para um menor. Atualmente, caracteriza-se como um deslocamento de partículas negativas de um potencial menor para um maior. Porém, por convenção, mantém-se o uso da primeira ideia referente ao sentido da corrente, pois, conforme Halliday, Resnick e Walker (2016, p.140) esta convenção pode ser utilizada, “porque, na maioria das situações, supor que portadores de carga positivos estão se movendo em um sentido tem exatamente o mesmo efeito que supor que portadores de carga negativos estão se movendo no sentido oposto”.

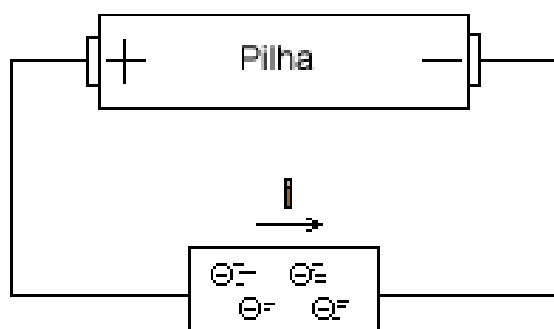
Existem casos, porém, cuja concepção adequada, requisita que o movimento seja exposto da forma como verdadeiramente ocorre (HALLIDAY, RESNICK E WALKER, 2016). O estudo do comportamento de alguns componentes semicondutores, por exemplo.

A Figura abaixo mostra o segmento de um fio que está conduzindo uma corrente (cargas estão em movimento organizado). Se  $\Delta Q$  é a carga que flui através da área da seção transversal,  $A$ , no tempo  $\Delta t$ , a corrente elétrica ( $i$ ) é dado por:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (1)$$



**Figura 1:** Segmento de um fio conduzindo uma corrente elétrica



**Fonte:** <https://www.efeitojoule.com/2008/04/corrente-eletrica.html>

Se a taxa de escoamento não for constante, a equação (1) fornece a corrente média. Como as unidades de carga e tempo são Coulomb (C) e o segundo (s), a unidade de corrente elétrica, no Sistema Internacional de Unidades (SI), é um Coulomb por segundo (C/s). Um Coulomb por segundo é chamado de um Ampère (A), em homenagem ao matemático francês André-Marie Ampère (1775 – 1836).

É possível que a taxa a que a carga flui varie com o tempo. Definimos a corrente elétrica instantânea ( $i$ ) como o limite da expressão precedente à medida que  $\Delta t$  tende a zero (HALLIDAY, HESNICK E WALKER, 2016):

$$i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{dQ}{dt} \quad (2)$$

A taxa de fluxo elétrico, ou seja, a corrente elétrica é medida em ampères, sendo que 1 ampère equivale a uma taxa de fluxo de 1 Coulomb de carga por 1 segundo (HEWITT, 2015). O equipamento utilizado para realizar medida de corrente é o amperímetro.

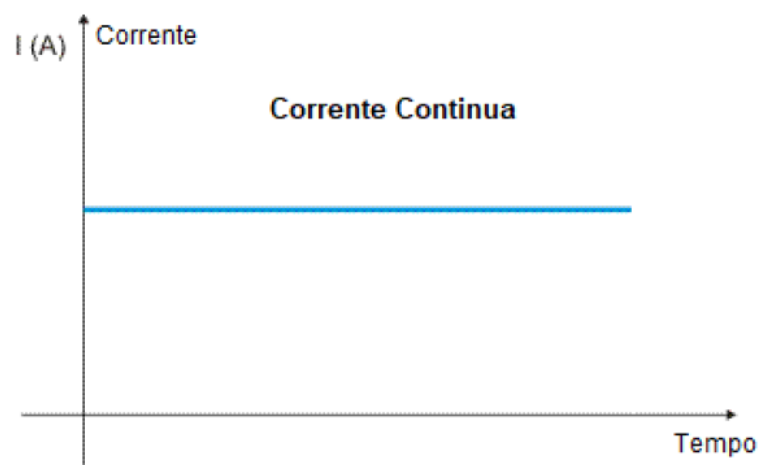
Quando uma corrente elétrica percorre um corpo, normalmente ela produz algum efeito nele ou em torno dele, que são:

- O efeito térmico, também chamado de efeito Joule, é a alteração da temperatura do condutor provocada pela passagem da corrente;
- Efeito químico, desencadeado por reações químicas ocasionadas pela passagem da corrente em uma solução aquosa;
- O efeito magnético ocorre através do surgimento de um campo magnético em torno de um fio condutor que está sendo percorrido por uma corrente elétrica;

- O efeito luminoso ocorre quando uma corrente elétrica atravessa um gás, sob baixa pressão;
- O efeito fisiológico ocorre quando uma corrente elétrica atravessa um organismo vivo, isto produz, no mesmo, contrações musculares, causando a sensação de formigamento e dor, proporcional à intensidade da corrente, podendo chegar a provocar queimaduras, perda de consciência e parada cardíaca, conhecido por choque elétrico.

Se as cargas se movem ao redor de um circuito no mesmo sentido em todos os tempos, a corrente é chamada de Corrente Contínua (CC), que é o tipo produzido por pilhas e baterias. A corrente é chamada de Corrente Alternada (CA) quando as cargas se movem primeiro num sentido e, em seguida, no sentido contrário, mudando de sentido de um instante para o outro (HALLIDAY, RESNICK E WALKER, 2016). Muitas fontes de energia produzem corrente alternada, por exemplo, geradores em companhias geradoras de energia e microfones.

**Figura 2:** Gráfico de Corrente Contínua (CC)



**Fonte:** <https://athoselectronics.com/corrente-alternada-continua>

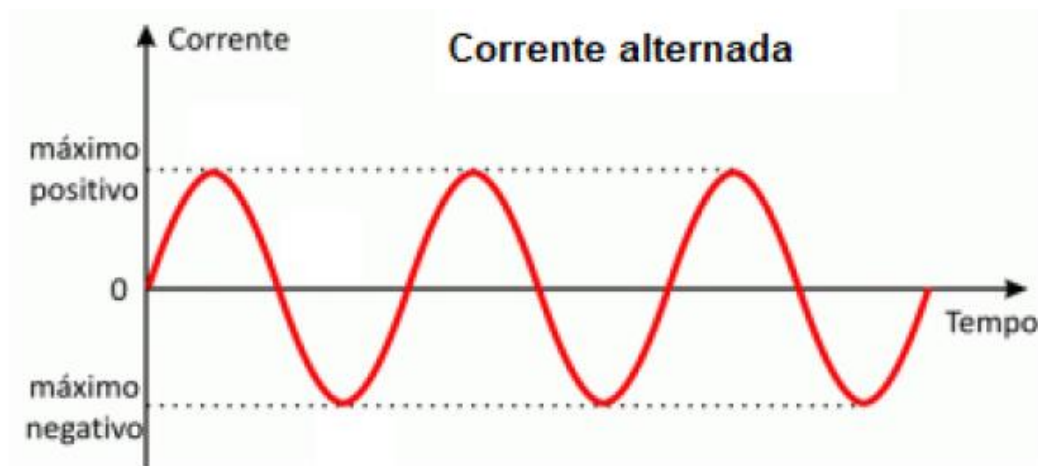
Na figura 2, notamos que a corrente não varia no tempo, logo classificamos a corrente como sendo contínua. As medidas de consumo em dispositivos eletroeletrônicos feitas nessa dissertação são para instrumentos que possuem resistência ideal, e não interessamos nessa dissertação em dispositivos eletrônicos que possuem diferença de fase em sua voltagem.

Vamos conhecer um pouco sobre a corrente alternada. Nos primórdios (por

volta de 1880) do estudo da eletricidade, Thomas Edson defendia que a eletricidade deveria ser transmitida de forma contínua, sem variação temporal, enquanto George Westinghouse afirmava que a corrente deveria ser transmitida na modalidade de corrente alternada. No caso da corrente alternada, a variação temporal ocorre de forma senoidal, ver figura 3. Essa discussão foi bastante calorosa, porém a corrente alternada venceu. Atualmente, as hidrelétricas, termoeletricas, usinas solares ou eólicas, que são as mais usadas no Brasil, geram corrente alternada.

A corrente que viaja nas redes de transmissão são todas correntes alternadas, e os principais motivos para isso são: reduzir perdas e torná-las o seu uso mais seguro para as pessoas. Os transformadores são os responsáveis por gerarem voltagens baixas, começando nas subestações e finalizando nos transformadores de rua ou em pequenos dispositivos eletrônicos, com carregadores de celulares e diversos outros equipamentos que possuem internamente transformadores. O transformador nos garante gerar baixas voltagens que são seguras do ponto de vista de sua utilização. A baixa voltagem também reduz as perdas nos cabos a longa distância.

**Figura 3:** Gráfico de Corrente Alternada (CA)



**Fonte:** <https://athoselectronics.com/corrente-alternada-continua>

Para que fique claro como medir a corrente alternada e corrente contínua, devemos nos perguntar: o que determina a quantidade de potência que entra ou sai de um circuito de corrente alternada ou contínua? Como usar a reatância para descrever a voltagem? Para responder esses questionamentos vamos identificar como a voltagem e a corrente estão associados aos componentes eletrônicos resistor, capacitor e indutor. Vejamos a tabela a seguir:

TABELA X: Elementos de circuito para uma corrente alternada.

Componente Eletrônico	Relações com a Corrente	Grandeza do Circuito	Fase da Voltagem
<b>CORRENTE ALTERNADA</b>			
Resistor	$V_R = IR$	R	Em fase com i
Capacitor	$V_C = IX_C$	$X_C = 1/\omega C$	Atrasada 90° com i
Indutor	$V_L = IX_L$	$X_L = \omega L$	Adiantada 90° com i
<b>CORRENTE CONTÍNUA</b>			
Resistor	$V_R = IR$	Corrente contínua ou alternada	
Capacitor	$V_C = Q/C$	Corrente alternada	
Indutor	$V_L = L di/dt$	Corrente alternada	

Pela tabela X,  $V_R$ ,  $V_C$  e  $V_L$  são as voltagens para o resistor, capacitor e indutor.  $X_C$  e  $X_L$  a reatância do capacitor e do indutor e  $I$  a corrente elétrica. Reatância é uma oposição natural de indutores ou capacitores à variação de corrente elétrica e tensão elétrica, respectivamente, de circuitos em corrente alternada. É dada em Ohms e constitui, juntamente com a resistência elétrica, a grandeza impedância ([Wikipédia](#)).

No caso do resistor a voltagem e a corrente instantâneas são proporcionais, não tem diferença de fase. Nosso trabalho consiste em medir o consumo justamente desse tipo de dispositivo eletrônico, como exemplo temos: lâmpadas incandescentes ferro elétrico, chuveiro elétrico, etc. O capacitor e o indutor possuem diferença na fase em noventa graus para menos ou para mais, respectivamente. Isso significa que a voltagem e a corrente são diferentes num instante de tempo qualquer. É preciso considerar tais diferenças na hora de calcular o consumo de energia residencial quando existem dispositivos eletrônicos que possuem tais componentes eletrônicos.

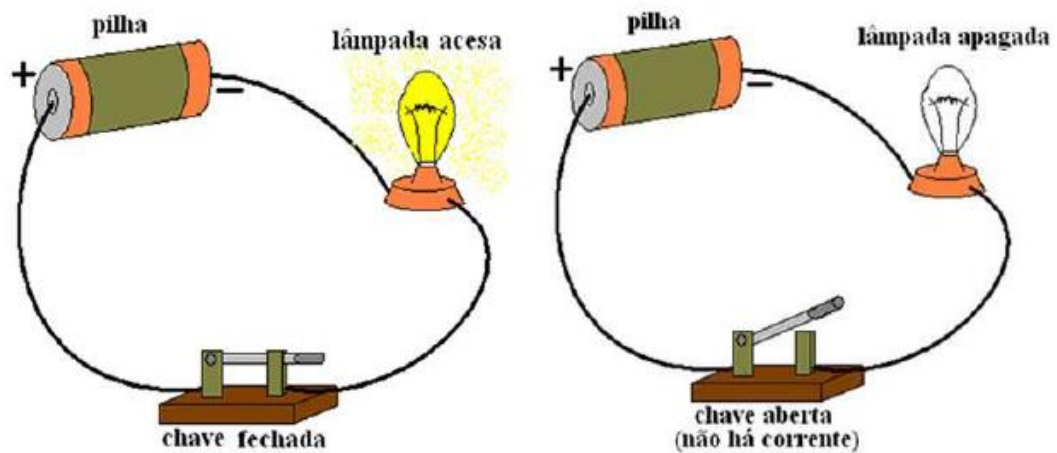
Seguindo nossos objetivos nesse trabalho, vamos nos prender a entender a diferença de energia potencial elétrica por unidade de carga, presente entre determinados dois pontos do espaço, fundamental para que uma carga elétrica se desloque naturalmente de um ponto para outro, é denominada Tensão Elétrica, Diferença de Potencial (ddp) ou Voltagem. No SI, a unidade de medida usada ao se calcular essa diferença é o Volt, em homenagem ao físico italiano Alessandro Volta

(1745 – 1827), conhecido principalmente pela criação da primeira bateria elétrica, o qual originou o termo Voltagem, para explicar a mesma grandeza, e voltímetro é o mecanismo usado para medi-la (COELHO, 2017).

Os dispositivos usados para gerar uma diferença de potencial são conhecidos geralmente como geradores de tensão elétrica, fontes de tensão ou fontes de voltagem. Pilhas, baterias, células fotovoltaicas e os geradores eletromagnéticos, dentre outros instrumentos são exemplos de fontes de tensão elétrica. Instrumentos deste tipo exercem um trabalho para desaproximar as cargas negativas das cargas positivas (HEWITT, 2015).

Em um sistema elétrico como o da Figura 4, a manutenção da corrente elétrica também dependerá de um dispositivo apropriado para produzir uma diferença de potencial elétrico, nesse caso, a pilha e uma chave que permitam que a corrente elétrica passe normalmente pelo circuito elétrico.

**Figura 4:** Dois circuitos elétricos, uma com a chave fechada e outro com a chave aberta



**Fonte:** <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/circuito-simples.htm>

A corrente elétrica, em um condutor, é transportada por um campo elétrico  $\vec{E}$  no interior do mesmo, o qual exerce uma força  $q\vec{E}$  nas cargas livres. (Em equilíbrio eletrostático, o campo elétrico deve ser zero no interior de um condutor, mas quando há uma corrente elétrica, o condutor não estará mais em equilíbrio eletrostático). As cargas livres se deslocam em movimento de deriva ao longo do condutor, guiadas pelas forças exercidas pelo campo elétrico. Em um metal, as cargas livres são negativas e, portanto, são guiadas no sentido oposto ao do campo elétrico  $\vec{E}$ . Se as únicas forças nas cargas livres fossem as de origem elétrica, então a rapidez das

cargas aumentaria indefinidamente (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

A resistência elétrica ofertada por um fio condutor que une os pontos A e B de um circuito pode ser entendida da seguinte forma:

As cargas móveis que constituem a corrente elétrica, aceleradas pela voltagem  $U_{AB}$ , realizarão colisões contra os átomos ou moléculas do condutor, havendo, então, uma oposição oferecida pelo fio à passagem da corrente elétrica através dele. Esta oposição poderá ser maior ou menor, dependendo da natureza do condutor que foi ligado entre A e B. Evidentemente a corrente  $i$  no condutor será maior ou menor dependendo desta oposição (MÁXIMO, ALVARENGA, 2016, p.117).

Desta maneira, o impedimento da passagem de corrente em um condutor, estabelecida como o quociente da diferença de potencial ( $\Delta V$ ), aplicada entre os extremos de um pedaço de material, e a corrente elétrica ( $i$ ), que atravessa o material, é denominado resistência elétrica ( $R$ ), medida sob a grandeza Ohm e representada matematicamente como:

$$R = \frac{\Delta V}{i} . \quad (3)$$

Para muitos materiais, englobando os metais, experimentos apontam que a resistência é constante para a maioria das voltagens aplicadas. Esse comportamento é conhecido como lei de Ohm, em homenagem a Georg Simon Ohm (1787 – 1854), que foi o primeiro a realizar um estudo sistemático da resistência elétrica (HALLIDAY, RESNICK E WALKER, 2016).

A lei de Ohm não é uma lei importante da natureza, porém uma correspondência empírica válida somente para determinados materiais e dispositivos, sob uma escala limitada de condições. Os materiais ou os dispositivos que obedecem a lei de Ohm e, portanto, têm uma resistência constante em uma ampla escala de voltagens são chamadas de ôhmicos. Os materiais ou dispositivos que não obedecem a lei de Ohm são chamados de não-ôhmicos. Constata-se que a resistência de um fio condutor ôhmico é proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional à sua área de seção transversal (2ª lei de Ohm), isto é:

$$R = \rho \frac{\ell}{A} , \quad (4)$$

onde a constante de proporcionalidade  $\rho$  é chamada de resistividade do material, que tem as unidades ohm-metro ( $\Omega.m$ ) (HALLIDAY, RESNICK E WALKER, 2016).

Fios grossos possuem resistências menores que os finos; fios compridos têm maior resistência que os curtos e fios de cobre são menos resistentes que fios de aço com as mesmas dimensões. A resistência de um fio advém da sua espessura, do seu comprimento, do material que é composto e da temperatura em que ele se encontra. Em relação à temperatura, a elevação desta significa um aumento na agitação dos átomos e moléculas no meio interno do condutor e, portanto, um aumento da oposição ao fluxo de carga. Assim, para a maior parte dos condutores, uma elevação da temperatura significa um aumento da resistência, conseqüentemente, a temperaturas muito baixas, a resistência de fato deixa de existir para alguns materiais, os quais recebem a denominação distintiva de supercondutores (HEWITT, 2015).

De modo geral, materiais elétricos são objetos que transformam energia elétrica em outras formas indispensáveis de energia, por exemplo: uma lâmpada transforma energia elétrica em térmica e luminosa; um motor elétrico transforma energia elétrica em energia mecânica de rotação; um receptor de rádio transforma energia elétrica em energia sonora, etc. (MÁXIMO, ALVARENGA, 2016). A taxa com que a energia elétrica é transformada em outra forma essencial de energia é chamada potência elétrica (HEWITT, 2015).

Suponha que uma quantidade de carga  $\Delta Q$  saia de uma bateria em um tempo  $\Delta t$  e que a diferença de potencial entre os terminais da bateria seja igual a  $\Delta V$ . De acordo com a definição do potencial elétrico, a energia desta carga é o produto da carga pela diferença de potencial. Como a variação da energia por unidade de tempo é igual a potência  $P$ , a potência elétrica fornecida ao circuito é:

$$P = \frac{dU}{dt} = \frac{d}{dt}(Q.\Delta V) = \frac{dQ}{dt} \Delta V = i.\Delta V \quad (5)$$

Assim, a potência ( $P$ ), representando a taxa a que a energia é fornecida para o resistor, é dada por:

$$P = i.\Delta V \quad (6).$$

Desenvolvendo esse resultado considerando uma bateria fornecendo energia para um resistor. Entretanto, a equação (6), pode ser usada para determinar a potência

transferida de uma fonte de voltagem para qualquer dispositivo que transporta uma corrente elétrica ( $i$ ) e tem uma diferença de potencial ( $\Delta V$ ) entre os terminais. Usando a equação (6) e o fato de que  $\Delta V = i.R$  para um resistor, podemos expressar a potência entregue ao resistor de outras formas:

$$P = i^2.R = \frac{(\Delta V)^2}{R} \quad (7).$$

Nos papéis de energia mensal especificam o custo da energia consumida durante o mês. A energia é o produto da potência pelo tempo, assim:

$$E = P.\Delta t \quad (8).$$

As companhias elétricas calculam o seu consumo de energia elétrica exprimindo a sua potência em quilowatts e o tempo em horas. Portanto, uma unidade de energia elétrica comumente usada é o quilowatt-hora (kWh).



## **CAPÍTULO II**

### **O ENSINO DE FÍSICA E AS TECNOLOGIAS**

Discorre-se, neste capítulo, sobre a inserção das tecnologias no Ensino de Física, enaltecendo as simulações computacionais. Apresenta ainda, concepções dos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti.

#### **2.1 A INCLUSÃO DAS TECNOLOGIAS NO ENSINO DE FÍSICA**

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) tornaram-se parte integrante do cotidiano de inúmeros indivíduos e a expectativa é que a sua relevância na sociedade continue aumentando, de forma que, o domínio da cultura digital se torne uma condição funcional imprescindível para as vidas profissional, social e pessoal das pessoas. As TICs são definidas como “tecnologias e instrumentos usados para compartilhar, distribuir e reunir informação, bem como para comunicar-se umas com as outras, individualmente ou em grupo, mediante o uso de computadores e redes de computadores interconectados” (FUNDAÇÃO TELEFÔNICA; ESCOLA DO FUTURO (USP), 2012).

A realidade da evolução das TICs pressiona a escola por transformações nas relações que envolvem ensino e aprendizagem. A informática no âmbito educacional põe os discentes e docentes frente a um novo processo educativo, no qual podem proceder, frear, retornar, re-estudar ou aperfeiçoar concepções vistas em sala de aula, examinar e elaborar suas análises e interpretações sobre o conteúdo, fundamentados em outros dados pesquisados ou debatidos com diferentes pensadores ou colegas, via Internet (MORAN, et al., 2000).

Contemporaneamente, o docente se tornou apenas um mediador entre o conhecimento e o aluno. Deste modo, se faz mais que necessário que o professor tenha domínio sobre as mais distintas metodologias possíveis, para que sejam aplicadas conforme os tipos de alunos presentes em sala de aula. Tais metodologias devem contextualizar os vários assuntos que a disciplina trata, com a vida social dos discentes, gerando assim, maior entendimento e assimilação por parte dos mesmos (SILVA, 2007).

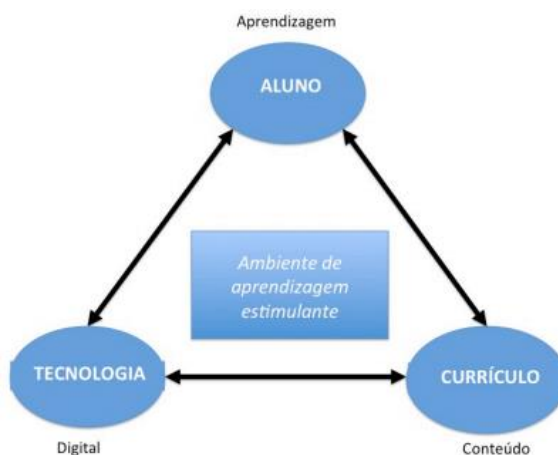
Segundo Araújo, Veit e Moreira (2004), o uso de tecnologias se constitui como uma das principais metodologias diferenciadas. Considerando-se que, na atualidade,

os alunos convivem diretamente inúmeras formas de tecnologias na vida social e familiar, os procedimentos que incluem tecnologia estão se tornando cada vez mais familiares para eles. A utilização de softwares educacionais ajudam diretamente os educandos a vencerem suas dificuldades, dado que, com esses softwares as orientações passadas pelos professores são compreendidas mais rápidas e com mais transparência, e os alunos podem verificar passo a passo o andamento do conteúdo.

O computador constitui-se como uma significativa ferramenta de aprendizagem, que pode ser utilizado como instrumento de auxílio no desenvolvimento cognitivo do aluno. Este deve possibilitar um âmbito de trabalho no qual o educando e o educador, consigam desenvolver aprendizagens colaborativas, eficazes e facilitadas, que oportunizem, ao discente, criar a sua própria interpretação em torno de um conteúdo, interiorizando as informações e transformando-as de modo organizado, isto é, organizando-as para edificar determinado conhecimento (PETITTO, 2003).

Conforme Prensky (2001), o uso das tecnologias digitais em educação deve colaborar para tornar o aluno mais entusiasmado, envolvido e colaborativo e, conseqüentemente, ampliar a execução do processo de ensino e aprendizagem. Salienta-se que, as tecnologias digitais integram o cotidiano de jovens que cresceram incorporados nessa cultura, os nativos digitais. Os sujeitos de gerações precedentes que estão sendo obrigados a interagir com essas tecnologias, são nomeados imigrantes digitais.

No contexto da inserção das tecnologias digitais na escola e na formação de professores, Costa (2007) propõe um modelo de ensino-aprendizagem com TICs mostrado esquematicamente na Figura 5.

**Figura 5:** Modelo de ensino-aprendizagem com TIC

Fonte: COSTA, 2007.

No vértice do aluno, espera-se um discente investigador, gerador de conhecimento, que trabalhe de forma colaborativa, que aprenda com a tecnologia, e que o fruto seja uma aprendizagem importante e repleta de significados. Para esse educando, a tecnologia já é algo comum, parte do seu dia a dia. No vértice da Tecnologia recomendam-se tecnologias diferentes das usadas na instituição escolar. No vértice do Currículo, é de se esperar assuntos adaptáveis, de modo, a atender a distintas particularidades (interesses, estilos de aprendizagem) dos discentes e organizados de maneira a averiguar melhor a competência pedagógica das tecnologias atuais (COSTA, 2007).

Ao docente compete um papel essencial na conexão dos três elementos adaptando os assuntos, a metodologia e os equipamentos tecnológicos existentes assegurando um espaço de aprendizagem que estimule o aprendiz e disponibilize condições ao mesmo para o desenvolvimento da capacidade de raciocinar de maneira crítica e lógica (COSTA, 2007).

A utilização das TICs pode ser pensada com base no potencial pedagógico desses mecanismos se, enquanto professores, a perspectiva de desenvolvimento for sob a ótica "... de processos interativos e cooperativos de ensino e aprendizagem, estimulando o raciocínio, novas habilidades, a criatividade o pensamento reflexivo, a autoria e a autonomia do estudante" (BRASIL, 2007, p.107).

De acordo com Lévy (1993), no contexto atual de disseminação de informações, o apoderamento do conhecimento ocorre de maneira acelerada e eficaz, devido as atuais evoluções científicas e tecnológicas. Contudo, se por um lado esses

avanços alinham novas possibilidades de interação, por outro, tem indicado novas necessidades e novos desafios para o ensino de Física. Desta forma, torna-se necessário refletir a respeito dos processos de ensino e aprendizagem que podem ser intermediados pelas TICs, particularmente, as simulações computacionais.

Animações e simulações se constituem como recursos auxiliares no processo de ensino e aprendizagem e ainda como agentes motivacionais. Estas têm sido usadas como instrumentos cooperantes nas aulas expositivas dos educadores, como suplementos às explanações orais, associadas aos escritos explicativos, ou ainda como fontes de pesquisa pelos alunos em circunstâncias de estudos individuais (GONÇALVES; VEIT, 2006).

De acordo com Clark, et al. (2009), simulações digitais são modelos computacionais de circunstâncias ou fenômenos imaginados ou reais, que propiciam ao usuário averiguar as implicações de manusear ou alterar os parâmetros do modelo.

Rutten, Van e Van (2012) relatam algumas dos benefícios do uso das simulações para suscitar aprendizagem significativa na sala de aula. Entre elas, a chance do discente explorar sistematicamente situações pressupostas, relacionar-se com uma versão resumida de um processo ou sistema, alterar a escala temporal de eventos, efetuar tarefas e solucionar problemas em um ambiente realista sem agitação.

Pesquisas recentes mostraram que, aprendizes que fazem experimentos de Física com simulações computacionais adquirem entendimento conceitual tão bem, ou melhor, do que seus colegas que utilizaram instrumento físico (FINKELSTEIN et al. 2005).

Lévy (1993) assegura que, a simulação por computador viabiliza a análise de modelos mais complexos e em maior número do que com a utilização unicamente da imagística mental e de a memória de curto prazo. O autor afirma que, ao docente, a utilização do computador possibilita economizar tempo gasto com montagem do experimento e familiaridade com o equipamento.

Os applets constituem uma categoria especial de simulações que objetivam uma atividade específica. Esses mini-aplicativos têm sido utilizados para figurar situações de aprendizagens. Os applets mais comuns no ensino de Física são os de Walter Fendt e os Physlets2, que são applets em Java pequenos e ajustáveis, que podem ser usados em uma série de simulações de fenômenos físicos e que podem ser incluídos em aplicações na web (BELLONI; CHRISTIAN; COX, 2006).

Simulações interativas mais aprimoradas são desenvolvidas pelo PhET – Interactive Science Simulations – SIM. Estas simulações possuem acesso fácil e livre, são multilíngues e o site apresenta propostas para a elaboração de aulas e proposição de atividades (ARANTES; MIRANDA; STUART, 2010). É primordial ressaltar que, as vantagens do uso de simulações no processo de ensino-aprendizagem dependem, de maneira incisiva, de um ensino recíproco com foco no aprendiz.

## 2.2 SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS E OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS DE DELIZOICOV

O ensino da Física sobrepõe ao conhecimento amplo da Ciência. Observar, questionar, investigar e confrontar os fenômenos da natureza ao seu redor, certamente terá uma atitude científica, aguçando sua curiosidade e fazendo com que seu conhecimento evolua. Com isso, o objetivo inicial do ensino da Física é permitir a interação com mais facilidade com o mundo tecnológico, mostrando a importância da mesma perante a evolução das tecnologias e o seu impacto à vida cotidiana; ensinar Física é proporcionar o aprendizado à sua construção pessoal, obtendo autonomia para chegar a uma conclusão. Desta forma, uma maneira de interagir conceitos desta Ciência com o mundo tecnológico é através de simulações computacionais, uma vez que, elas são ferramentas que permitem o educando aproximar a Física às vivências reais (TAVARES, 2008).

O autor suprarreferenciado assevera que, uma simulação incentiva à animação, permitindo ao aluno não somente manipular o evento, no entanto, reconhecer/mudar as relações entre as grandezas físicas presentes construindo assim, um modelo computacional simultaneamente similar ao que deseja. As simulações proporcionam aos alunos constatar em alguns minutos a ascensão temporal de um fenômeno que levaria horas, dias, meses ou anos em tempo real, bem como propiciar ao estudante repetir a observação sempre que o desejar.

Macêdo e Dickman (2009) ressaltam que, os professores de Física constantemente enfrentam vários problemas, ao tentarem explicar para seus alunos fenômenos abstratos e complicados, com isso, não atendem as reais necessidades dos alunos na compreensão de conteúdos complexos da disciplina de Física. O uso do computador nas aulas de Física pode assumir um papel importante, ajudando o

docente durante as aulas como um mecanismo de suporte, onde os fenômenos físicos podem ser simulados, realizando a coleta de dados quantitativa que podem ser averiguados de modo rápido. É de conhecimento geral que, normalmente nas aulas de Física o alunado sente dificuldade em visualizar concretamente as situações-problema descritas.

Pereira, et al. (2007), em suas observações sobre a opinião dos discentes a respeito do ensino de Física, indagam a relevância do docente no período de preparar e ministrar sua aula, razão que pode desmotivar o aluno a procurar o entendimento da Física e sua aplicação no dia a dia. O autor mostra ainda que, os professores “deveriam não apenas transferir conteúdos, mas estimular o diálogo entre o espaço escolar e o mundo” (p. 5).

Diante do exposto e da necessidade de diversificar métodos de ensino, é notório que o uso do computador nas aulas de Física contribui para uma aprendizagem significativa, impactando o aluno do Ensino Médio, proporcionando ao mesmo desenvolver as competências e habilidades necessárias ao estudo dessa disciplina.

As ferramentas digitais proporcionadas gratuitamente na internet são sugestões interessantes aplicadas à relação gerada entre software e usuário. O software oferece ao aluno uma série de possibilidades que podem ser mudadas de forma adequada aos ensinamentos do professor. As simulações geram interação adaptando o usuário a sua manipulação de dados. Nas animações, o usuário é o telespectador, pois vê o que lhe é oferecido. Nesse processo, o professor deve compreender que o ensino da Física exige um alto grau de abstração para idealizar e entender seus fenômenos.

As simulações podem ser vistas como representações ou modelagem de objetos específicos reais ou imaginados, de sistemas ou fenômenos. Elas podem ser bastante úteis, particularmente quando a experiência original for impossível de ser reproduzida pelos estudantes (MEDEIROS, MEDEIROS, 2002, p. 79).

Neste sentido, as simulações são eficazes ao ensino da Física, pois expressam interatividade entre elas e os estudantes, que através das opções

disponibilizadas podem controlar os efeitos almejados no conteúdo que está sendo abordado. Desta maneira, um grande número de simulações pode ser encontrado de forma gratuita na internet para ser utilizado como ferramenta de ensino.

Inicialmente, o processo computacional consiste na aplicação do applet. De acordo com Xavier, Xavier e Montse (2003), applet é um programa computacional executado em linguagem JAVA (Java-Sun), e possui vantagem de ser processado diretamente de uma página web. Os autores referenciados destacam que os applets mais adequados aos docentes de Física são aqueles que procedem a um determinado processo físico, tais como modelação de fenômenos, tanto em sua vertente qualitativa como quantitativa. A maioria dos estudantes aprende rapidamente a manipulá-los.

Como alternativa destinada a propiciar aos estudantes atividades relevantes e motivadoras, Coelho (2002) destaca que, existem várias aplicações dos computadores nas escolas, sendo que no ensino de Física, a utilização de simulações é a prática mais comum. As simulações podem ser divididas em dois grupos: interativas e não interativas.

Para o autor supracitado, nas simulações interativas, o usuário pode alterar vários parâmetros da simulação, explorando a situação física representada, verificando as implicações das alterações feitas no comportamento do fenômeno estudado.

Nas simulações não interativas, o usuário não pode alterar nenhum parâmetro da simulação, “[...] os simuladores não interativos servem para mostrar e ilustrar a evolução temporal de algum evento ou fenômeno” (HECKLER, 2004, p. 24).

De acordo com Veit, Araújo (2005), a modelagem computacional utilizada em problemas de Física encaminha para os computadores a função de realizar os cálculos – numéricos e/ou algébricos, assim, possibilitando ao estudante de Física disponibilizar de mais tempo para elaborar hipóteses, entendê-las e compreender suas soluções. As simulações podem ser úteis, e em muitos casos negligentes ao que descrevem, geralmente são baseadas em modelos que representam simplificações e aproximações da realidade, conforme descrito por Medeiros, Medeiros (2002):

As modernas técnicas computacionais têm tornado as representações visuais e simulações computacionais fáceis e verdadeiramente espetaculares. Ao

mesmo tempo, contudo, elas têm criado uma tendência perigosa de um uso exagerado de animações e simulações considerando-as como alternativas aos experimentos reais, como tivessem o mesmo status epistemológico e educacional (p.80).

Assim, compete ao docente proporcionar momentos de aprendizagem obtendo um planejamento intensivo, que permita utilizar a simulação como complemento de suas aulas formais, antes ou após a realização de leituras e discussões em sala de aula. O processo de aprendizagem torna-se mais efetivo se a utilização de animações não for apenas um acessório, estando incorporada à atividade docente como um elemento didático, assim Valente (1995) assevera que,

Se estas complementações não forem realizadas não existe garantia de que o aprendizado ocorra e de que o conhecimento possa ser aplicado à vida real. Além disto, pode levar o aprendiz a formar uma visão distorcida a respeito do mundo; por exemplo, ser levado a pensar que o mundo real pode ser simplificado e controlado da mesma maneira que nos programas de simulação. Portanto, é necessário criar condições para o aprendiz fazer a transição entre a simulação e o fenômeno no mundo real. Esta transição não ocorre automaticamente e, portanto, deve ser trabalhada (p.12).

Conforme Miranda, Bechara (2004), o fato de o aluno poder agir de forma autônoma na busca do entendimento de alguma situação, o que se caracteriza como um processo de autorreflexão é outro aspecto importante no uso de simulações computacionais. Assim sendo, as simulações podem ser aplicadas também como atividades de iniciação científica, e de acordo com Xavier, Xavier e Montse (2003), o discente se comporta como um aprendiz cientista.

As simulações podem ser usadas ao finalizar um tema, para perceber possíveis falhas na aprendizagem e corrigi-las, ou ainda antes de iniciar determinada definição, de modo a se obter um diagnóstico prévio dos pré-conceitos dos discentes a respeito do tema a ser estudado.

Neste sentido, a atividade com o auxílio de simulações computacionais deve ser desenvolvida embasada nos três momentos pedagógicos de Delizoicov, Angotti (1990, p.182), que são divididas da seguinte forma:



1. Problematização inicial: ao apresentar situações para a discussão com os alunos durante a aula, pretende-se analisar o conhecimento anterior do aluno e nele despertar a necessidade do novo conhecimento. Portanto, há um aspecto motivacional nesse processo, que Delizoicov (1990 p.182) denominou “Estudo da Realidade”, uma vez que o professor deve estimular o diálogo entre os alunos a fim de que exponham todos os conceitos pré-concebidos sobre o tema.
2. Organização do conhecimento: após o processo de problematização, há a necessidade de organizar os conteúdos junto aos alunos. A maneira de apresentar isso pode ser através da apresentação dos conteúdos, intercalando com experimentos e listas de testes. Esse processo foi denominado por Delizoicov como “Estudo Científico”.
3. Aplicação do conhecimento: é necessário que o educando relacione às situações do cotidiano o conhecimento científico construído e, a partir dele, seja capaz de resolver problemas. Segundo Delizoicov e Angotti (1990 p.56), “para o exercício pleno da cidadania, um mínimo de formação básica em ciências deve ser desenvolvido, de modo a fornecer instrumentos que possibilitem uma melhor compreensão da sociedade em que vivemos”.

Os Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti possibilitam um ambiente para o trabalho dos alunos, em grupo, contribuindo para o aparecimento de conflitos ou confrontos de ideias, além da procura para soluções dos mesmos, com o intuito de construir (e reconstruir) saberes estruturados por parte dos alunos. Essa dinâmica de trabalho possibilita ao professor estruturar os conteúdos, de modo coerente e sequencial, a fim de alcançar os objetivos previamente delineados.

De acordo com Ferrari (2008),

Os três momentos, portanto, foram originalmente propostos como desdobramento da educação problematizadora aplicada à construção de um currículo de educação científica. Atualmente é utilizada na introdução de tópicos de Ciências já considerados significativos para os estudantes, independentemente de ter sido realizada a investigação temática nos moldes propostos por Freire [...] (p.10).

Neste contexto, os Três Momentos Pedagógicos podem ser utilizados, independentemente de a escola mostrar currículos pré-definidos ou acompanhar a proposta freireana.

## **CAPÍTULO III**

### **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Neste capítulo, descreve-se o contexto e como foi realizada a intervenção pedagógica e avaliados a intervenção, os materiais e os recursos utilizados para o desenvolvimento da sequência didática. As sequências didáticas são conjuntos de atividades relacionadas entre si, planejadas para ensinar um conteúdo, etapa por etapa, organizada de acordo com os objetivos que o professor quer alcançar para a aprendizagem de seus alunos. Elas envolvem atividades de aprendizagem e avaliação (AMARAL, 2014).

A sequência didática, fundamentada nos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti, foi desenvolvida com os alunos do 3º ano do Ensino Médio, com o objetivo de relacionar tópicos de Eletricidade com situações do cotidiano.

#### **3.1 LOCAL DE APLICAÇÃO**

A sequência didática proposta foi desenvolvida na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Padre Jerônimo Lauwen. A Escola está localizada na Rua Dom Quitino, S/N, Bairro São José, no município de Santa Luzia/ PB. A instituição possui 583 alunos (segundo dados do Censo Escolar de 2018) em Ensino Médio (Técnico em Mineração e Informática) e EJA.

As aulas ocorrem de modo integral. A Escola desenvolve inúmeros projetos, dentre eles, Projeto Astronomia na Escola, Programa da Microsoft, Projetos de dança, música, leitura e cultura, entre outros. A instituição possui biblioteca, laboratório de informática e de ciências e ainda uma quadra de esportes.

**Figura 6:** Escola Campo de Estudo



**Fonte:** Arquivos do Autor (2018)

### 3.2 DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA: PROPOSTAS E OBJETIVOS

Baseando-se na ideia de que o aluno precisa ser motivado para que se predisponha a aprender, a sequência didática foi aplicada centrada no envolvimento do aluno na sala de aula, com problematização, texto de apoio e simulações computacionais. Esse conjunto de atividades possibilita que o aluno se tornasse um dos protagonistas nos processos de ensino e aprendizagem, de forma que ele fosse desafiado a colaborar na solução do problema do autoconsumo de energia elétrica de sua residência.

O Quadro 1 apresenta os tópicos que foram trabalhados nos quatro (04) encontros, bem como, as habilidades que foram desenvolvidas nos alunos.

**Quadro 1:** Tópicos e habilidades da sequência didática

<b>Tópicos</b>	<b>Habilidades</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrente elétrica</li> <li>• Diferença de potencial</li> <li>• Resistência elétrica</li> <li>• Potência elétrica</li> <li>• Energia elétrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reconhecer as características da corrente elétrica que percorre um condutor;</li> <li>➤ Calcular a intensidade da corrente elétrica que percorre um condutor;</li> <li>➤ Relacionar a diferença de potencial entre dois pontos à corrente elétrica gerada no condutor;</li> <li>➤ Relacionar matematicamente voltagem, resistência elétrica e corrente elétrica;</li> <li>➤ Aplicar as leis de Ohm na resolução de situações-problema;</li> <li>➤ Identificar o conceito de resistividade de uma substância como sua propriedade característica;</li> <li>➤ Definir e quantificar a potência de funcionamento de equipamentos elétricos;</li> <li>➤ Calcular o consumo elétrico, em quilowatt-hora, de equipamentos, dadas suas condições de uso;</li> <li>➤ Relacionar as grandezas Potência, Voltagem e Corrente Elétrica, aplicando na resolução de situações-problema;</li> <li>➤ Aplicar as relações entre as grandezas Voltagem, Resistência, Potência e Corrente Elétrica na resolução de situações-problema envolvendo consumo de energia elétrica.</li> </ul>

**Fonte:** Elaborada pelo Pesquisador (2018)

Para a elaboração da sequência didática foram utilizadas simulações

computacionais do PhET da Universidade do Colorado nos Estados Unidos, onde os alunos construíram os circuitos elétricos. A estratégia utilizada para o ensino baseou-se na abordagem problematizadora defendida por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002).

Destacam-se as atividades com simulações computacionais, porque além dos alunos gostarem de estar trabalhando no computador, propicia um ambiente descontraído e motivador, possibilitando o envolvimento de todos os alunos, a partir das ações do professor, que atuou como mediador do conhecimento.

### 3.3 A AVALIAÇÃO DA PROPOSTA DE ENSINO-APRENDIZAGEM

A forma de avaliação utilizada teve caráter formativo, já que objetivava avaliar o aluno ao longo das atividades desenvolvidas, desde a construção dos circuitos elétricos nos simuladores computacionais, no momento em que os questionamentos foram apresentados, até o cálculo do consumo de energia elétrica das suas residências.

Compreende-se avaliação, não como forma de selecionar, classificar ou punir o aluno, mas como uma forma de promover os alunos. Nesta perspectiva, Boggino (2009) assegura que avaliação é uma técnica de ensino que permite identificar as teorias infantis e as hipóteses elaboradas pelos alunos, os erros construtivos que cometem na resolução das atividades e, em geral, os saberes previamente aprendidos.

A avaliação deve desempenhar um papel importante no processo de ensino. A avaliação punitiva, onde o aluno é penalizado, não é mais admissível nos atuais, uma vez que, é imprescindível que a avaliação favoreça o aluno e o motive a aprender cada vez mais. Neste contexto, o processo de avaliar nos permite refletir sobre o nosso fazer pedagógico, além de possibilitar problematizar o ensino, o que gera novos significados para os alunos.

Segundo Barbosa (2001) é através de uma avaliação formativa que o discente reconhece seus erros e acertos e procura motivação para um estudo mais sistemático, além disso, é por meio da avaliação formativa que se pode verificar se os alunos estão

atingindo os objetivos previstos durante o desenvolvimento das atividades propostas na sequência didática.

## IV CAPÍTULO RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, analisam-se, de forma qualitativa as atividades desenvolvidas ao longo da sequência didática. É apresentada uma síntese do desenvolvimento de cada atividade, com considerações dos procedimentos realizados, bem como uma análise qualitativa sobre o desempenho dos estudantes em relação aos objetivos de aprendizagem da sequência didática.

A sequência didática foi dividida em quatro encontros, cada momento disponibilizando de duas aulas de 50 minutos, trabalhando corrente elétrica, potência elétrica e consumo de energia elétrica. Ao final dos dois primeiros encontros, os alunos receberam os roteiros com os esquemas elétricos para as atividades de simulações computacionais. No terceiro e quarto encontros, eles mediram a corrente elétrica que estava passando em um fio de um determinado eletrodoméstico e em seguida preencheram uma tabela do consumo de energia elétrica. Essa sequência foi tomada como base a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos proposta por Delizoicov e Angotti (2002), no qual temos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

A proposta didática, aplicada em uma turma do Terceiro Ano do Curso Técnico em Informática do Ensino Médio, constituiu-se em um produto educacional de uma dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física. Entretanto, a proposta poderia ser adequada e aplicada na turma do último ano do Ensino Fundamental. Durante a execução desta proposta, ocorreram momentos nos quais os alunos fizeram o cálculo do consumo de energia elétrica da sua residência (baseando-se nas potências elétricas dos aparelhos e nos tempos de permanência ligados diariamente ou nas voltagens).

## 4.1 PRIMEIRO ENCONTRO

Tema: Corrente elétrica: natureza, efeitos e aplicações;

Objetivos:

- Compreender o conceito de corrente elétrica e identificar os tipos de corrente;
- Observar os efeitos da corrente elétrica;
- Associar corrente elétrica a fluxo de cargas;

Público Alvo: Alunos do Terceiro Ano do Ensino Médio;

Duração: Dois encontros de 50 minutos cada, totalizando 100 minutos de aula;

Conteúdo: Corrente elétrica: conceitos, efeitos, aplicações e fenomenologia;

Recursos Instrucionais: Aula expositiva e dialogada, e atividades com os simuladores computacionais;

Problema: Como se estabelece a corrente elétrica nos fios e cabos elétricos?

Motivação: Construção de um circuito elétrico simples e o cálculo da intensidade da corrente elétrica;

Desenvolvimento: Deu-se início a aula com uma problematização: O que é uma corrente elétrica?

Após apresentada a problematização, o professor provocou um debate entre os alunos, com o intuito de fazer uma organização das ideias necessárias para uma melhor compreensão sobre o assunto. Nesta etapa da aula, foram feitos outros questionamentos como:

01. Como é que ocorre a corrente elétrica em um fio metálico?
02. Como se comporta o sentido da corrente elétrica em um fio?
03. Como ocorre um choque elétrico nos seres vivos?
04. Por que os pássaros estão em contato com fio de alta tensão e não sofrem choque e nós humanos quando entramos em contato com fio de baixa tensão sofremos choque?

Organização do Conhecimento

Neste momento da aula, o professor propôs a leitura do texto de apoio adaptado do livro de Beatriz Alvarenga "CORRENTE ELÉTRICA" (Apêndice A), em



seguida conduziu o debate para a construção dos conceitos. Vale ressaltar que, deve ser dada aos alunos a liberdade para que se sintam confortáveis para construírem as suas respostas. Estas respostas serviram para o professor subsidiar uma discussão, para auxiliar os alunos na organização das ideias, bem como na realização de atividades com o simulador computacional do PhET, que se encontra no site [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html).

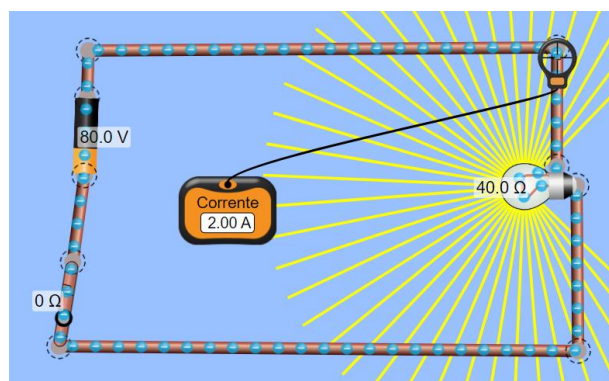
**Figura 7:** Leitura do Texto



**Fonte:** Arquivos do Autor (2018).

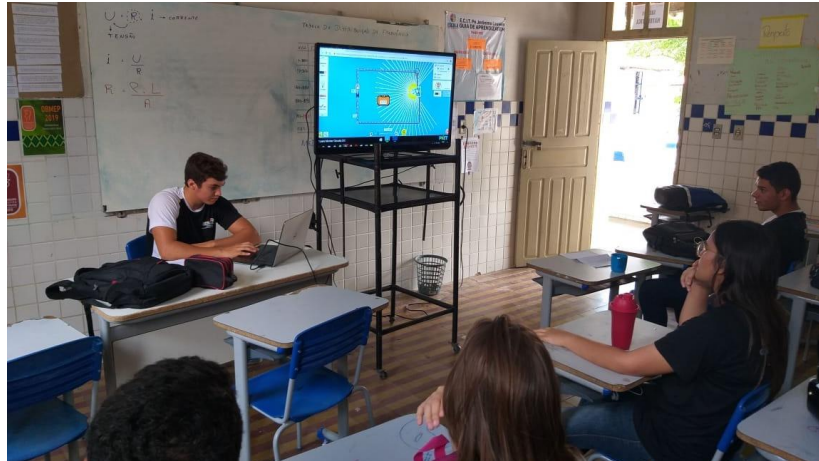
As atividades propostas de simulações computacionais, aqui apresentadas, consistiram na construção de circuitos elétricos. Foi recomendado que as equipes fossem compostas por, no máximo, três alunos, para realizarem as simulações e que cada equipe construísse dois circuitos: um circuito simples e outro em paralelo. Para o circuito com apenas uma lâmpada, esta teve resistência elétrica de  $40\Omega$  e um gerador de  $80\text{ V}$ , como mostrado na Figura 8.

**Figura 8:** Circuito elétrico simples com uma lâmpada



**Fonte:** [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)

**Figura 9:** Atividade com Simulação Computacional



Fonte: Arquivos do Autor (2018).

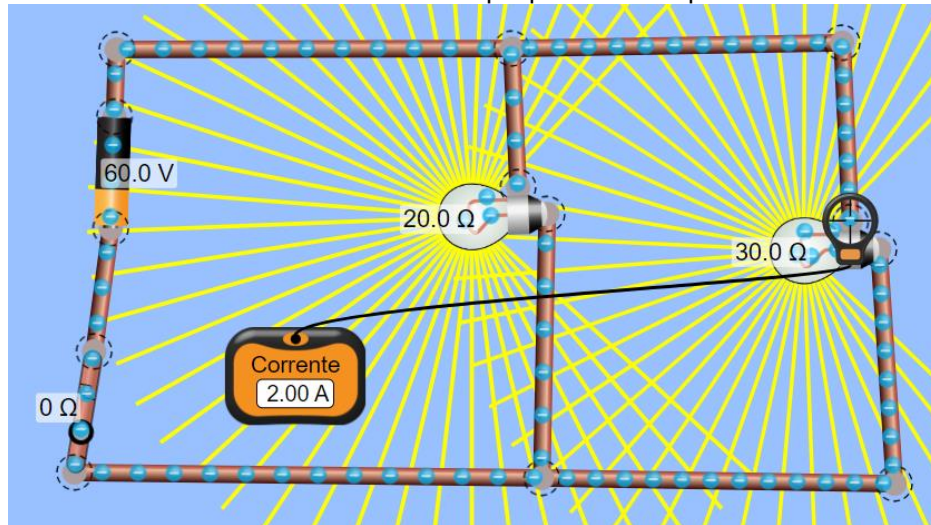
Após os alunos realizarem a primeira simulação, foi proposta outra simulação que consistiu na construção de um circuito com duas lâmpadas de resistências  $20\Omega$  e  $30\Omega$  associadas em paralelo, onde foi utilizado um instrumento (amperímetro) que serviu para medir a intensidade da corrente que passa em cada lâmpada e um gerador de  $60V$ , como mostrado nas Figuras 10 e 11.

**Figura 10:** Circuito elétrico simples com lâmpadas associadas em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa na lâmpada de  $20\Omega$ .



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)

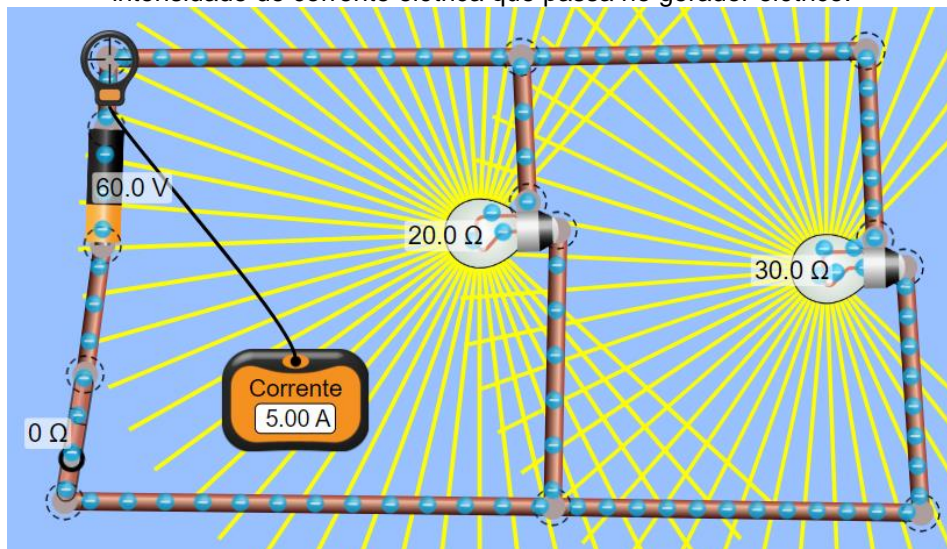
**Figura 11:** Circuito elétrico simples com lâmpadas associadas em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa na lâmpada de  $30\Omega$ .



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)

Em seguida, os alunos utilizaram a medida da intensidade da corrente elétrica que passou em cada lâmpada no gerador elétrico, como mostra a Figura 12. Continuando o desenvolvimento da atividade, fez-se a seguinte indagação: Qual a relação entre essas medidas?

**Figura 12:** Circuito elétrico simples com lâmpadas associadas em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa no gerador elétrico.

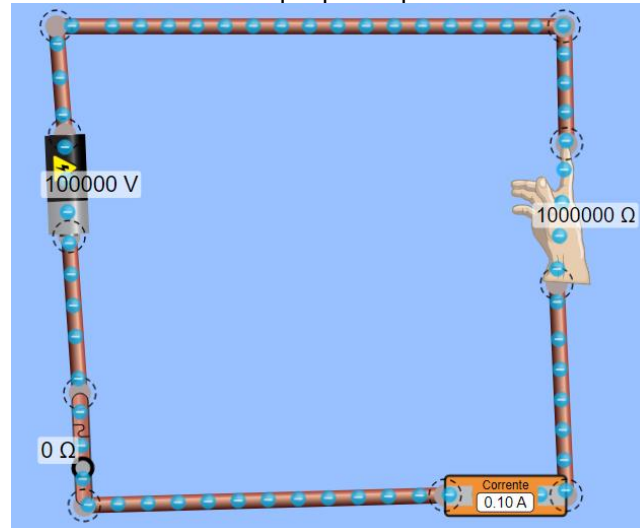


Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)

Em um momento subsequente, foi proposto aos alunos que os mesmos construíssem um circuito elétrico contendo uma mão humana com resistência elétrica de  $1.000.000\Omega$  e uma bateria com voltagem de  $100.000V$ , como mostrado na Figura

13.

**Figura 13:** Circuito elétrico simples com uma mão humana, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa por ela



**Fonte:** [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)

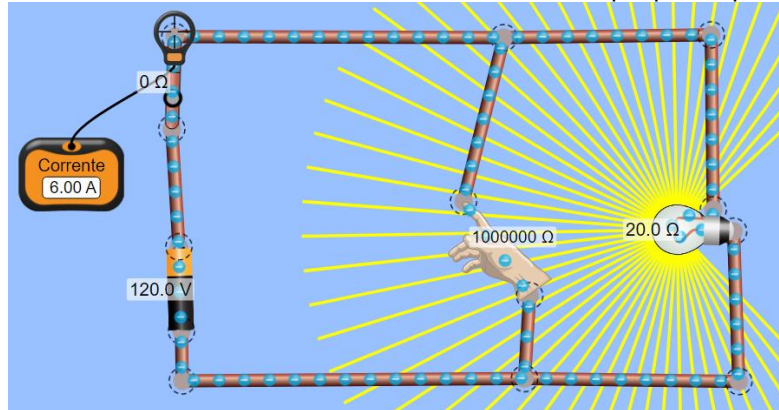
**Figura 14:** Construção do circuito elétrico



**Fonte:** Arquivos do Autor (2018).

Como atividade final, foi sugerido que eles construíssem um circuito elétrico com as seguintes configurações: uma mão humana com resistência elétrica de  $1.000.000\Omega$ , uma lâmpada de resistência elétrica  $20\Omega$  e uma bateria com  $120\text{ V}$ , como mostrado na Figura 15.

**Figura 15:** Circuito elétrico simples com uma mão humana e uma lâmpada, ambas associadas em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)

**Figura 16:** Construção do circuito elétrico



Fonte: Arquivos do Autor (2018).

## Aplicação do Conhecimento

Com a participação, reflexão e aprimoramento dos alunos, encerram-se as atividades selecionadas para o projeto. Conseqüentemente, o professor retomou a questão inicial: O que é uma corrente elétrica?

### 4.2 SEGUNDO ENCONTRO

Tema: Potência elétrica e energia elétrica;

Objetivos:

- Compreender o conceito de potência elétrica e identificá-la nos eletrodomésticos;
- Relacionar diferença de potencial, corrente elétrica e potência elétrica;
- Comparar corrente elétrica, potência elétrica e energia elétrica consumida;

Público Alvo: Alunos do Terceiro Ano do Ensino Médio;

Duração: Dois encontros de 50 minutos cada, totalizando 100 minutos de aula;

Conteúdo: Potência elétrica dos equipamentos e o consumo de energia elétrica;

Recursos Instrucionais: Aula expositiva e dialogada, e atividades com os simuladores computacionais;

Problema: Como será o consumo de energia elétrica nos eletrodomésticos?

Motivação: Construção de circuitos elétricos onde os alunos foram provocados a fazer algumas variações dos valores da resistência elétrica e da voltagem nos equipamentos; Desenvolvimento: Iniciou-se a aula resgatando o conceito de corrente elétrica, seus efeitos e seu comportamento nos fios metálicos como:

01. Quem lembra os 5 efeitos da corrente elétrica? E quais são?

02. Quais são os tipos de corrente elétrica? Dê exemplos.

Em seguida, uma nova problematização foi lançada aos alunos: O que é a potência de um aparelho elétrico?

Após apresentada a problematização e a partir das respostas dos mesmos, foram organizadas as ideias necessárias para uma melhor compreensão sobre o assunto. Com isso, surgiram novos questionamentos como:

01. Por que alguns equipamentos realizam a transformação de energia elétrica em

outras modalidades de energia mais rápido do que outros?

02. Qual a relação da potência dos aparelhos elétricos com o consumo de energia elétrica?

03. Por que duas lâmpadas com a mesma luminosidade, sendo uma incandescente e outra fluorescente, não consomem a mesma quantidade de energia elétrica quando ficando ligadas no mesmo intervalo de tempo?

Neste momento da aula, o professor propôs a leitura do texto de apoio adaptado do livro de Beatriz Alvarenga “POTÊNCIA ELÉTRICA E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA” (Apêndice B), em seguida conduziu o debate para a construção dos conceitos.

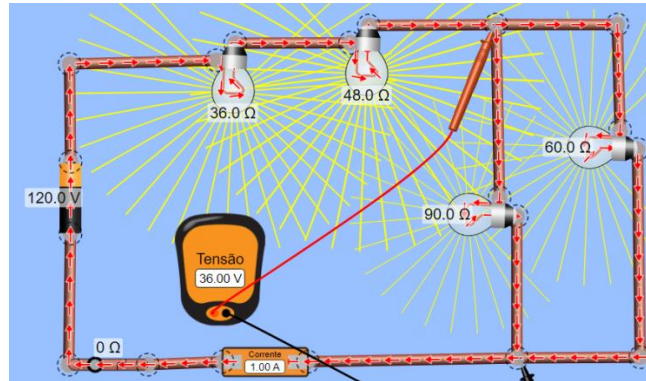
**Figura 17:** Leitura do Texto



**Fonte:** Arquivos do Autor (2018).

Em seguida, o professor voltou a dividir a turma em equipes de três alunos e cada uma construiu os circuitos elétricos com o auxílio do simulador computacional do PhET. As atividades sugeridas de simulações computacionais, apresentadas no referido projeto, consistiu na construção de circuitos elétricos. Foi sugerido que cada equipe realizasse as atividades que consistia na construção de um circuito elétrico com lâmpadas associadas em série e em paralelo. Para o circuito com apenas quatro lâmpadas, duas lâmpadas associadas em série, sendo uma de  $36\Omega$  e outra de  $48\Omega$ , e outras duas lâmpadas associadas em paralelo, sendo uma de  $90\Omega$  e outra de  $60\Omega$ , como mostrado na Figura 18.

**Figura 18:** Circuito elétrico com lâmpadas associadas em série e em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria e com a medida da voltagem na lâmpada com resistência de  $90\Omega$



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)

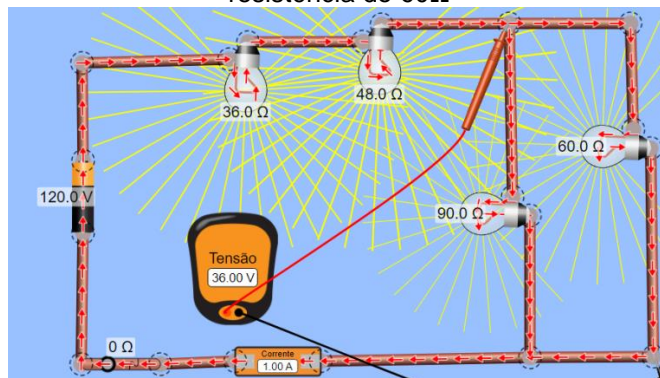
**Figura 19:** Construção do Circuito Elétrico



Fonte: Arquivos do Autor (2018).

Após o término da referida atividade, foi proposto que os mesmos realizassem a medida da voltagem na lâmpada de  $60\Omega$ , como mostra a Figura 20. Tendo a medida da ddp destas lâmpadas, solicitou-se dos alunos que comparassem os valores encontrados.

**Figura 20:** Circuito elétrico com lâmpadas associadas em série e em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria e com a medida da voltagem na lâmpada com resistência do  $60\Omega$

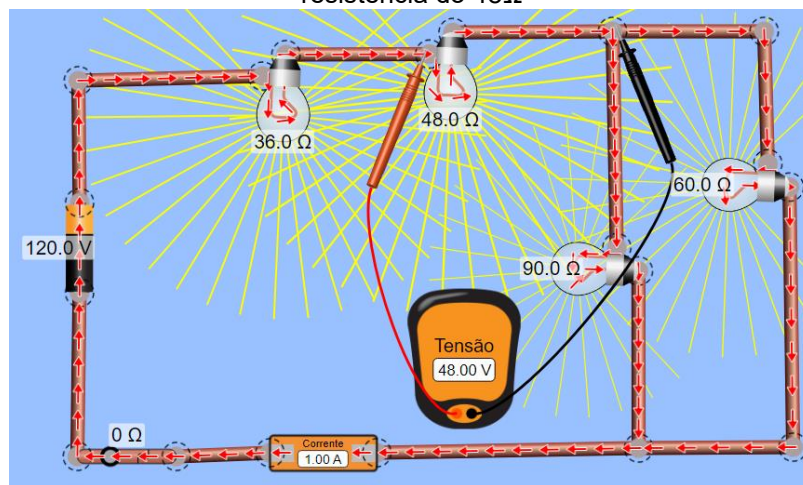


Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)



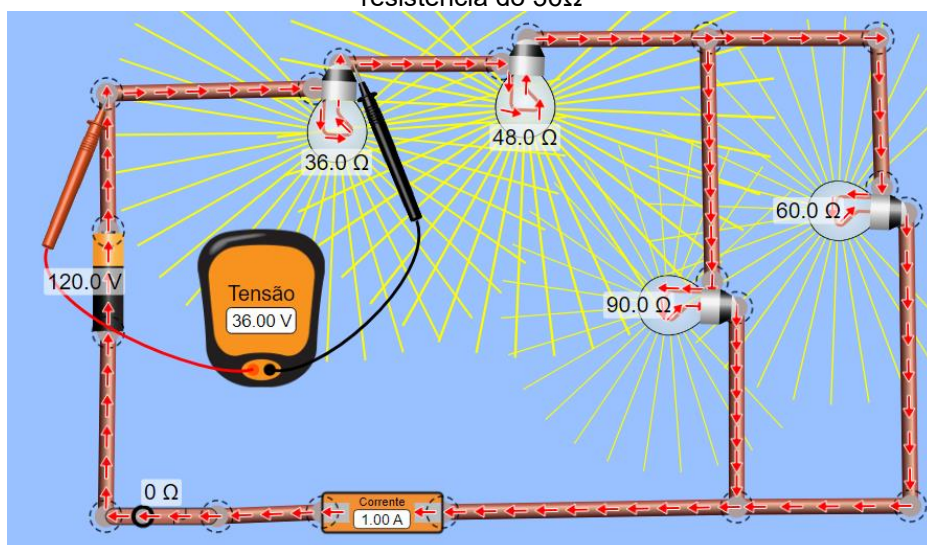
Quando os alunos realizaram as medidas da tensão elétrica nas lâmpadas que estavam associadas em paralelo, foi indicado que eles desenvolvessem as devidas medidas para as lâmpadas que estão associadas em série, como mostra as Figuras 21 e 22. Deste modo, continuou solicitando aos discentes que realizassem medidas de tensão elétrica, desta vez, medindo a diferença de potencial nas duas lâmpadas juntas, como mostra a Figura 23. Tendo-se apropriados destas medidas, indagou-se: Qual a relação entre elas?

**Figura 21:** Circuito elétrico com lâmpadas associadas em série e em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria e com a medida da voltagem na lâmpada com resistência do  $48\Omega$



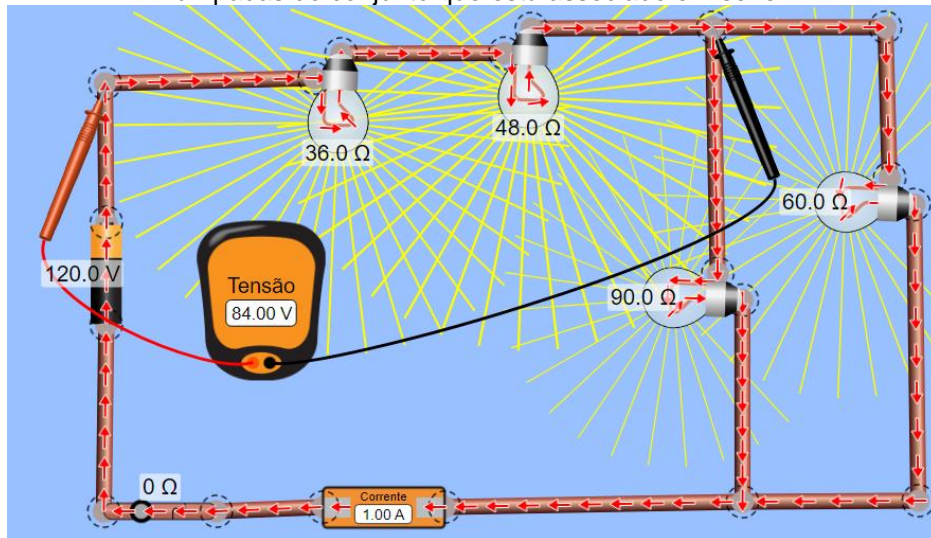
Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)

**Figura 22:** Circuito elétrico com lâmpadas associadas em série e em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria e com a medida da voltagem na lâmpada com resistência do  $36\Omega$



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)

**Figura 23:** Circuito elétrico com lâmpadas associadas em série e em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria e com a medida da voltagem nas duas lâmpadas do conjunto que está associado em série



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)

### Aplicação do Conhecimento

Esta etapa configurou-se como o momento de organização e aplicação dos conceitos estudados e foi desenvolvida, principalmente, a partir das atividades realizadas com o auxílio das simulações computacionais. Como culminância o professor finalizou o encontro com uma retomada da questão proposta na Problematização Inicial: O que é a potência de um aparelho elétrico?

### 4.3 TERCEIRO ENCONTRO

Tema: Consumo de energia elétrica e minha conta de luz;

Objetivos:

- Compreender o cálculo do consumo de energia elétrica;
- Relacionar potência elétrica, tempo de uso e consumo de energia elétrica;

Público Alvo: Alunos do Terceiro Ano do Ensino Médio;

Duração: Dois encontros de 50 minutos cada, totalizando 100 minutos de aula;

Conteúdo: Potência elétrica dos equipamentos e o consumo de energia elétrica;

Recursos Instrucionais: Aula expositiva e dialogada, e atividades no site da Enel com o simulador do consumo de energia elétrica e a conta a pagar;

Problema: Como será o consumo de energia elétrica nas nossas residências?

Motivação: Diminuir a conta de energia das nossas residências;

Desenvolvimento: O professor iniciou a aula retomando a aula anterior com o conceito de potência elétrica nos aparelhos elétricos e a sua relação com o consumo de energia elétrica.

Após resgatar os conceitos trabalhados no encontro anterior, uma nova problematização foi lançada aos alunos: Como é efetuado o cálculo do consumo de energia elétrica nas nossas residências?

Em seguida, foram organizadas as ideias necessárias para uma melhor compreensão sobre o assunto. Com isso, surgiram outros questionamentos como:

01. O que significa a conta de luz?

02. Quais são os fatores que influenciam os valores da conta de luz?

03. Quando você compra um aparelho elétrico, você escolhe da maior ou de menor potência?

04. Por que um dos equipamentos de maior consumo de energia na sua casa é o ferro elétrico?

### Organização do Conhecimento

Neste momento, o professor retomou as equipes da aula anterior e propôs que os alunos efetuassem o cálculo do consumo de energia elétrica de suas residências usando o site da Enel: <https://enel-ce.simuladordeconsumo.com.br/ambiente/sala>, onde tiveram a oportunidade de simular o consumo de energia das suas residências e o valor a ser pago por este consumo.

### Aplicação do Conhecimento

Após as atividades desenvolvidas, o professor provocou uma discussão acerca do consumo de energia de nossa residência como: o valor que pagamos nas nossas contas de luz fica bem acima do valor que nós calculamos no site da Enel?

Como culminância, o professor finalizou o encontro com uma retomada da

questão proposta na Problematização Inicial: Como é efetuado o cálculo do consumo de energia elétrica nas nossas residências?

Ao término da aula, o professor entregou uma tabela para os alunos preencherem e trouxessem no próximo encontro.

**Quadro 2:** Cálculo do consumo de energia elétrica

Quantidade	Aparelhos eletrodomésticos	Potência		Tempo de utilização (h/dia)	(dia/mês)	Consumo mensal (kWh)	
		(W)	(kW)				
Consumo total						0,00	kWh
Custo total						0,00	R\$

**Fonte:** Elaborada pelo Pesquisador (2018).

A seguir, são apresentados os resultados dos cálculos do consumo de energia elétrica realizados por três alunos do Terceiro Ano do Ensino Médio.

**Figura 24: Resultados do aluno A**

1. Preencha a tabela abaixo de acordo com a conta de energia elétrica.

Consumo total	215,30	kWh
Custo total	159,32	R\$
Custo unitário	0,74	R\$/kWh

2. Calcule o consumo e o custo mensal de uma residência que utiliza os objetos abaixo durante o intervalo de tempo especificado.

Quantidade	Aparelhos eletrodomésticos	Potência		Tempo de utilização		Consumo mensal (kWh)	
		(W)	(kW)	(h/dia)	(dia/mês)		
8	Lâmpadas	25	0,025	6,00	30	36,00	
1	TV de 47"	150	0,150	6,00	30	27,00	
1	Geladeira	100	0,100	24,00	30	72,00	
1	Fogão elétrico 5 bocas	150	0,150	5,00	30	22,50	
5	carregador de celular	20	0,020	3,00	30	9,00	
1	secador de cabelo	200	0,200	0,20	5	0,20	
1	Ventilador	150	0,150	4,00	30	18,00	
1	Ferro elétrico	1000	1,000	1,50	4	6,00	
1	Pranchinha de cabelo	600	0,600	0,50	2	0,60	
1	receptor de parabólica	80	0,080	10,00	30	24,00	
Consumo total						215,30	kWh
Custo total						159,32	R\$

3. Compare o consumo do mês atual com o consumo do mês anterior e diga se houve aumentou ou diminuiu.

**Fonte:** Dados da pesquisa (2018).

**Figura 25: Resultados do aluno B**

1. Preencha a tabela abaixo de acordo com a conta de energia elétrica.

Consumo total	232,90	kWh
Custo total	172,35	R\$
Custo unitário	0,74	R\$/kWh

2. Calcule o consumo e o custo mensal de uma residência que utiliza os objetos abaixo durante o intervalo de tempo especificado.

Quantidade	Aparelhos eletrodomésticos	Potência		Tempo de utilização		Consumo mensal (kWh)	
		(W)	(kW)	(h/dia)	(dia/mês)		
8	Lâmpadas	20	0,020	7,00	30	33,60	
1	TV de 40"	120	0,120	5,00	30	18,00	
1	Geladeira frost free	100	0,100	24,00	30	72,00	
1	Fogão elétrico 5 bocas	150	0,150	5,00	30	22,50	
3	carregador de celular	20	0,020	2,00	30	3,60	
1	Notebook de 14"	65	0,065	4,00	20	5,20	
2	Ventilador	200	0,200	4,00	30	48,00	
1	Ferro elétrico	1000	1,000	2,00	15	30,00	
						0,00	
						0,00	
Consumo total						232,90	kWh
Custo total						172,35	R\$

3. Compare o consumo do mês atual com o consumo do mês anterior e diga se houve aumentou ou diminuiu.

**Fonte:** Dados da pesquisa (2018).

**Figura 26:** Resultados do aluno C

1. Preencha a tabela abaixo de acordo com a conta de energia elétrica.

Consumo total	308,00 kWh
Custo total	227,92 R\$
Custo unitário	0,74 R\$/kWh

2. Calcule o consumo e o custo mensal de uma residência que utiliza os objetos abaixo durante o intervalo de tempo especificado.

Quantidade	Aparelhos eletrodomésticos	Potência		Tempo de utilização		Consumo mensal (kWh)
		(W)	(kW)	(h/dia)	(dia/mês)	
11	Lâmpadas	25	0,025	7,00	30	57,75
1	Máquinas de marcenaria	1400	1,400	2,50	27	94,50
2	TV de 32"	80	0,080	5,00	30	24,00
1	TV de 21"	60	0,060	0,50	30	0,90
1	Geladeira frost free	75	0,075	24,00	30	54,00
1	Fogão elétrico 5 bocas	135	0,135	5,00	30	20,25
1	Prancha de cabelo	25	0,025	2,00	4	0,20
1	Notebook de 14"	65	0,065	4,00	20	5,20
4	Ventilador	90	0,090	4,00	30	43,20
1	Ferro elétrico	1000	1,000	2,00	4	8,00
Consumo total						308,00 kWh
Custo total						227,92 R\$

3. Compare o consumo do mês atual com o consumo do mês anterior e diga se houve aumentou ou diminuiu.

**Fonte:** Dados da pesquisa (2018).

#### 4.4 QUARTO ENCONTRO

Tema: Consumo de energia elétrica na minha residência;

Objetivos:

- Efetuar o cálculo do consumo de energia elétrica na minha casa;
- Relacionar a conta de energia elétrica calculada com a conta a ser paga;

Público Alvo: Alunos do Terceiro Ano do Ensino Médio;

Duração: Dois encontros de 50 minutos cada, totalizando 100 minutos de aula;

Conteúdo: Potência elétrica dos equipamentos e o consumo de energia elétrica;

Recursos Instrucionais: Aula expositiva e dialogada, e atividades no site da Enel com o simulador do consumo de energia elétrica e a conta a pagar;

Problema: Qual a conta do consumo de energia elétrica nas nossas residências que nós deveríamos pagar?

Motivação: Diminuir o desperdício da energia elétrica das nossas residências;

Desenvolvimento: O professor deu início retomando a aula anterior, com o preenchimento da tabela pelos alunos, onde estavam listados os equipamentos elétricos de suas residências, a referida potência elétrica ou voltagem e o tempo que os mesmos ficavam ligados durante o dia.

## Organização do Conhecimento

As equipes foram retomadas e o docente provocou os alunos para que efetuassem o cálculo do consumo de energia elétrica de suas residências usando o site da Enel: <https://enel-ce.simuladordeconsumo.com.br/ambiente/sala>.

## Aplicação do Conhecimento

Após as atividades desenvolvidas, o professor provocou uma discussão acerca do consumo de energia de nossa residência, como: Qual o valor da nossa conta de luz que deveríamos pagar?

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo tem como objetivo desenvolver um material de apoio para auxiliar o professor de Física do Ensino Médio na utilização Kit para Montar Circuito DC - Laboratório Virtual, bem como trabalhar os conteúdos de corrente elétrica, potência elétrica e consumo de energia elétrica utilizando-se do simulador computacional Kit para Montar Circuito DC por meio de uma sequência didática previamente organizada.

Esta pesquisa foi criada para incentivar o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) por professores do Ensino Médio, auxiliando-os no processo de ensino-aprendizagem de conceitos físicos, especialmente, de Eletricidade. Foi pautada nos Três Momentos Pedagógicos descritos por Delizoicov e Angotti e utilizou os simuladores computacionais para reforçar a organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

O estudo proporcionou reconhecer a relevância das simulações computacionais nas aulas de Física no Ensino Médio, uma vez que, através das mesmas as aulas se tornaram mais dinâmicas e interativas. Quando o aluno executa as tarefas através de simulações consegue criar seu próprio mundo, seus limites e suas percepções, ou seja, através das tecnologias, o aprendiz adquire mais conhecimentos e informações.

Levando em consideração os resultados aqui encontrados e as considerações a que se chegou neste estudo, analisou-se que, as ferramentas tecnológicas, quando possíveis de serem usadas, representam uma excelente ajuda no cotidiano escolar para o ensino, visto que, elas estimulam os discentes, facilitando o processo ensino-aprendizagem, principalmente em Física, que é vista como uma disciplina de difícil compreensão.

É importante mencionar, que nossos objetivos foram alcançados com a criação e aplicação da referida sequência didática, uma vez que, a mesma trabalha questões voltadas para o cotidiano do aluno, dando sentido mais real e aplicável às leis e aos fenômenos físicos. Com este recurso didático, percebeu-se um crescente interesse nas questões e atividades propostas, que tornaram as aulas mais interativas. Constatou-se que, a aplicação da proposta para o ensino do cálculo do



consumo de energia elétrica em dispositivos com resistências ôhmicas como recurso pedagógico, é relevante para complementar os conteúdos tradicionais sobre Eletricidade. Durante o seu desenvolvimento, foi possível observar nos aprendizes o engajamento, o entusiasmo, a relação prazerosa com o conhecimento e o aperfeiçoamento das suas habilidades. Também alertamos, que esse cálculo foge um pouco da realidade em alguns tipos de dispositivos eletrônicos, em virtude da existência de indutores, pois as equações de potência não foram abordadas nesse trabalho.

De modo geral, os alunos expressaram satisfação com a aula, visto que, puderam perceber a aplicação e importância da Física no dia a dia. O estudo utilizado para o cálculo do consumo de energia levou-os a compreenderem quais os aparelhos gastam mais energia, incentivando-os a reduzir o consumo e também os mostrando que existem aparelhos mais novos que gastam menos energia. Constatou-se ainda que, para encontrar o modelo para o cálculo de energia elétrica, utilizaram-se as variáveis da tarifa social e tarifa normal, apresentando assim, a função tarifa social como a mais econômica para quem consome menos energia, e à medida que se consome mais energia, a diferença entre a tarifa normal fica menor.

A presente pesquisa mostrou-se apresentar duas grandes contribuições: um primeiro de natureza acadêmica e um segundo de natureza social, dado que, através do desenvolvimento das atividades de Eletricidade com as simulações computacionais, os alunos obtiveram o conhecimento de como é realizado o cálculo do consumo de energia elétrica, sendo este um trabalho de natureza acadêmica. Isso os levou a oportunidade de compartilhar seus conhecimentos em casa, escolhendo equipamentos que consomem menos energia, permitindo que houvesse uma redução do consumo de energia elétrica em suas residências. Esse último tem importante relevância social.

Por fim, vista a atual importância dada à temática e a contribuição do referido trabalho como instrumento de consulta para professores de Física para elucidar dúvidas sobre a utilização das simulações computacionais no ensino desta Ciência no Terceiro Ano do Ensino Médio. Outras ciências podem seguir esse mesmo caminho, criando sequências didáticas pautados em tecnologias computacionais que possam auxiliar no processo de ensino aprendizagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, Heloísa. **Sequência didática e ensino de gêneros textuais**. 2014. Disponível em: <https://www.escrevendoofuturo.org.br/conteudo/biblioteca/artigos/artigo/1539/sequencia-didatica-e-ensino-de-generos-textuais>>. Acesso em: 25 out. 2018.

ANDRADE, Marcelo Esteves de. Uso da Ferramenta Modellus no Ensino de Física: uma abordagem a luz da Teoria dos Campos Conceituais. **Informática na Educação: Teoria e Prática**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p.27-36, jan. 2015.

ANDRADE, V; FREIRE, S; BAPTISTA M. Formação inicial de professores de física e química: mudanças reportadas em relação ao processo de ensino e aprendizagem. **Interacções**. 2015; 11(39):138-154.

ARANTES, Alessandra Riposati; MIRANDA, Marcio; STUDART, Nelson. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **A Física na Escola**, v. 11, n. 1, p. 27, 2010.

ARAUJO, I.S; VEIT, E.A; MOREIRA, M.A. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física. **Rev Bras Pesqui Edu Ciên**. 2004;4(3):5-18.

BARBOSA, Helena Maria Araújo Pires. **Avaliação no Processo Ensino-Aprendizagem**. Monografia. 30f. Rio de Janeiro. 2001.

BARBOSA, F.A; MACHADO, C.B.H; RODRIGUES JÚNIOR, E; LINHARES, M.P. Abordagem “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS) no ensino de Física: uma proposta na formação inicial de professores. **Rev Ens Pesqui**. 2017; 15(1):158- 178.

BELLONI, M.; CHRISTIAN, W.; COX, A.J. **Physlet® Quantum Physics**, Prentice Hall's Series in Educational Innovation. (2006).

BOFF, C.A; BASTOS, R.O. Práticas experimentais no ensino de física nuclear utilizando material de baixo custo. **Cad Bras Ens Fís**. 2017;34(1): 236-247. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2017v34n1p236>.

BOGGINO, Norberto. A avaliação como Estratégia de Ensino. Avaliar Processos e Resultados. Sísifo. **Revista de Ciências da Educação**, n.º 9. mai/ago 2009, p. 79-86.

BONADIMAN, H; NONENMACHER, S.E.B. O gostar e o aprender no ensino de Física: uma proposta metodológica. **Cad Bras Ens Fís.** 2007;24(2):194-223. <https://doi.org/10.5007/%25x>.

BRASIL, **Objetos de Aprendizagem**: uma proposta de recurso pedagógico. Secretaria de Educação Básica. Brasília: MEC/SEED. 2007.

BRITO, Glaucia da Silva. PURIFICAÇÃO, Ivonélia da. **Educação e Novas Tecnologias: Um repensar**. Editora IBPEX, Curitiba, 2ª Edição, 2008.

CLARK, Douglas et al. Rethinking Science Learning Through Digital Games and Simulations: Genres, Examples, and Evidence. (2009). Apresentado no **Workshop on Gaming and Simulations, National Research Council**, October 6-7, Washington, DC, 2009. Disponível em <https://www.academia.edu/493598/>.

COELHO, Alciclébio Lopes. **Uma proposta didática para o ensino de Eletrodinâmica no Ensino Médio**. 2017. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Física, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2017.

COLORADO, University Of. **PhET Interactive Simulations**. Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)>. Acesso em: 25 ago. 2018.

COSTA, F. A. O Currículo e o Digital. Onde está o elo mais fraco? [Edição em CDRom]. **Actas da V Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação, Challenges 2007**. Braga: Centro de Competência da Universidade do Minho. 274-284. (2007)

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez. 1990. 207. p.

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

DIAS, A. C. G.; BARLETTE, V. E.; MARTINS, C. A. G.. A opinião de alunos sobre as aulas de eletricidade: uma reflexão sobre fatores intervenientes na aprendizagem. II Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, Canela/RS - **Experiências em Ensino de Ciências** – V4(1), pp.107-117, 2009.

DIOGO, R.C.; GOBARA, S.T. Sociedade, educação e ensino de física no Brasil: do Brasil Colônia ao fim da Era Vargas. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 17., 2007, São Luis. **Anais...** São Luis: Sociedade Brasileira de Física, 2007.

ESTEVIÃO, Vanks. **O que é corrente elétrica?** Disponível em: <<https://www.efeitojoule.com/2008/04/corrente-eletrica.html>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

ELECTRONICS, Athos. **Corrente Alternada e Corrente Contínua.** Disponível em: <<https://athoselectronics.com/corrente-alternada-continua/>>. Acesso em: 17 dez. 2018.

FERRARI, P.C. – **Temas Contemporâneos na Formação Docente a Distância – Uma Introdução à Teoria do Caos.** Tese de doutorado em Educação Científica e Tecnológica, UFSC – Florianópolis: 2008.

FINKELSTEIN, W. K. et al. When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. **Physical Review Special Topic: Physics Education Research**, vol. 1, no. do artigo 010103, 2005.

FUNDAÇÃO TELEFÔNICA; ESCOLA do FUTURO (USP). **Gerações Interativas Brasil: Crianças e adolescentes diante das telas**, 2012. Disponível em <http://www.fundacaotelefonica.org.br>.

GEHLEN, S.T. **A função do problema no processo ensino-aprendizagem de ciência: contribuições de Freire e Vygotsky** – Tese de doutorado em Educação Científica e Tecnológica, UFSC – Florianópolis: 2009.

GONÇALVES, L. J; VEIT, E. A; Textos, animações e vídeos para o ensino aprendizagem de física térmica no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências** v.1 p 33-42, 2006.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física.** Eletromagnetismo. 10 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. 365 p.

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

HEWITT, **Paul G. Física Conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman. 2015. 790. p.

**Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP)**. [citado em 08 de outubro de 2019]. Disponível em: <http://inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacaobasica1>.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência**. O futuro do pensamento na era da informática. Tradução Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

MACÊDO, Josué Antunes de; DICKMAN, Adriana Gomes. Simulações computacionais como ferramentas auxiliares ao ensino de conceitos básicos de eletricidade. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, 2009, Vitória, ES. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2009.

MÁXIMO, Antonio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: Ensino Médio**. São Paulo: Scipione, 2016.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. de. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 77 - 86, 2002.

MENDES, Filomena. **Eletricidade Básica, Curso técnico em Informática**. E-Tec Brasil. Cuiabá. Editora UFMT, 2010.

MIRANDA, R. M.; BECHARA, M. J. Uso de simulações em disciplinas básicas de mecânica em um curso de licenciatura em física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004, Jaboticatubas - MG. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004. p.1-12.

MORAN, José Manuel et al. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas (SP): Papyrus, 2000.

MOREIRA, M.C.A; PEREIRA, M.V. O que pensam licenciandos em física sobre o currículo do ensino médio?. In: X Congresso Internacional sobre investigação em didáctica de las Ciencias; 2007 Set 5-8; Sevilla; Andaluzia. Sevilla: **Ens Ciên**. 2017. p. 2565-2569.

MOREIRA, M.A. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. **Rev Prof Fis** 2017;1(1):1-13.

OLIVEIRA JÚNIOR, Félix Miguel de; RUFINO, Géssica Martins. O USO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS COMO FERRAMENTA DE ENSINO E APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS. In: V ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA DA UEPB / III ENCONTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA, 5., 2015, Campina Grande. **Anais...** . Campina Grande: Realize, 2015. p. 1 - 12.

PEREIRA, A. S.; COELHO, M. F. F.; SILVA, M. M.; COSTA, I. F.; RICARDO, E. C. Um estudo exploratório das concepções dos alunos sobre a Física do Ensino Médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17, 2007, São Luis. **Anais...** São Paulo: SBF, 2007, p. 1-12.

PETITTO, S. **Projetos de trabalho em informática: desenvolvendo competências.** Campinas, SP: Papyrus, 2003. (Coleção Papyrus Educação)

PINTO, A.C; ZANETIC, J. É possível levar a física quântica para o ensino médio?. **Cad Bras Ens Fís.** 1999;16(1):7-34.

PIRES, M.A; VEIT, E.A. Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. **Rev Bras Ens Fís.** 2006;28 (2):241-248.

PRENSKY, M.C. Digital Natives, Digital Immigrants, **On the Horizon**, Vol. 9 No. 5, 2001.

ROBILOTTA, M.R. O cinza, o branco e o preto – da relevância da história da ciência no ensino da física. **Cad Cat Ens Fís.** 1988;5(nº especial):7-22.  
<https://doi.org/10.5007/%25x>.

ROSA, C.W; ROSA, A.B. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. **Rev Elec Ens Ciên**, 2005;4(1).

RUTTEN, N.; VAN JOOLINGEN, W.R.; VAN DER VEEN, J.T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. **Computers & Education**, 58(1), 136-153.

SANTOS, A. V. dos; SANTOS, S. R.; FRAGA, L. M. Sistema de realidade virtual para simulação e visualização de cargas pontuais discretas e seu campo elétrico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, (p. 185-195). São Paulo: 2002.

SANTOS, Gutemberg Silva dos. **A eletricidade básica no Ensino Médio: interações cotidianas para potencializar o aprendizado**. 2010. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Física, Universidade Federal de Rondônia, Paraná, 2010.

SILVA, I.M. O professor como mediador. **Cad Pedagog Soc**. 2007;1(1):117-123.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. "Circuito Simples"; **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/circuito-simples.htm>. Acesso em 17 de novembro de 2018.

SOUZA JUNIOR, M.V; CÉLIO, V.C.C; NOGUEIRA, S.C.O; MARTINS, A.F; FREITAS, K.H.G; SOUSA, F.F. Mapas conceituais no ensino de física como estratégia de avaliação. **Scientia Plena** 2017; 13(1):012723-1 - 012723-10. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2017.012723>.

SPA, Enel. **Enel Simulador de Consumo**. Disponível em: <<https://enel-ce.simuladordeconsumo.com.br/ambiente/sala#>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

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

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

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

XAVIER, B.; XAVIER, J.; MONTSE, N. Applets en la enseñanza de la física. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 21. n. 3, p. 463-472, 2003.

## APÊNDICES





**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA – CCT  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**FÉLIX MIGUEL DE OLIVEIRA JÚNIOR**

**PRODUTO EDUCACIONAL  
UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DO CÁLCULO DO CONSUMO DE ENERGIA  
ELÉTRICA RESIDENCIAL**

**CAMPINA GRANDE – PB  
2018**

## SUMÁRIO

<b>1 Apresentação.....</b>	<b>72</b>
<b>2 Justificativa.....</b>	<b>74</b>
<b>3 Tópicos e habilidades.....</b>	<b>75</b>
<b>4 Metodologia.....</b>	<b>77</b>
<b>4.1 Encontro 1.....</b>	<b>78</b>
<b>4.2 Encontro 2.....</b>	<b>82</b>
<b>4.3 Encontro 3.....</b>	<b>86</b>
<b>4.4 Encontro 4.....</b>	<b>88</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>90</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>91</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>99</b>

## 1 Apresentação

Caro professor,

Este material aqui apresentado é o produto da dissertação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Sociedade Brasileira de Física, polo UEPB em Campina Grande/PB. Neste trabalho, está incluído o conteúdo de eletricidade, que é de suma importância na Física e com bastantes aplicações no cotidiano, porém, há uma grande limitação nos livros didáticos de Física com relação à abordagem dos conceitos de eletricidade de maneira mais direta, a aplicação de situações do cotidiano e ao consumo de energia elétrica. Com isso, os alunos não conseguem compreender esses conceitos e nem os associar a fenômenos do dia a dia, apesar do contato com esses conteúdos. Neste contexto, o presente estudo apresenta uma proposta para o ensino de conceitos de eletricidade e o cálculo do consumo de energia elétrica das residências dos discentes do 3º ano do Ensino Médio.

Baseando-se na ideia de que o aluno precisa ser motivado para que se predisponha a aprender, a sequência didática será desenvolvida centrada no envolvimento do aluno na sala de aula, com problematização, texto de apoio e simulações computacionais. Esse conjunto de atividades busca permitir que o aluno se torne um dos protagonistas nos processos de ensino e aprendizagem, de forma que ele seja desafiado a colaborar na solução do problema do autoconsumo de energia elétrica de sua residência.

A sequência de ensino está dividida em quatro encontros, cada encontro disponibilizando de duas aulas de 50 minutos, trabalhando corrente elétrica, potência elétrica e consumo de energia elétrica. Ao final dos dois primeiros encontros, os alunos receberão os roteiros com os esquemas elétricos para as atividades de simulações computacionais, no terceiro e quarto encontros, eles irão medir a corrente elétrica que está passando em um fio de um determinado eletrodoméstico e em seguida, preencherão uma tabela do consumo de energia elétrica. No quinto e último encontro farão uma avaliação, onde serão contextualizados os quatro encontros realizados anteriormente. Essa sequência foi tomada como base a abordagem dos três

momentos pedagógicos proposta por Delizoicov e Angotti (1990), no qual temos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

A proposta didática, aplicada em uma turma do terceiro ano do curso técnico em Informática do Ensino Médio, constituir-se-á em um produto educacional de uma dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física. Entretanto, a proposta pode ser adequada e aplicada na turma do último ano do Ensino Fundamental. Durante a execução desta proposta, haverá momentos no qual os alunos devem fazer o cálculo do consumo de energia elétrica da sua residência (baseando-se nas potências elétricas dos aparelhos e nos tempos de permanência ligados diariamente ou nas voltagens).

Boa aula!

## 2 Justificativa

O ensino de ciências, em especial o ensino de Física, vem sofrendo constantes mudanças ao longo dos tempos. Muito se tem discutido, ultimamente, acerca do desenvolvimento de estratégias de ensino que possam tornar o processo de ensino-aprendizagem mais eficiente e atrativo do ponto de vista dos alunos. Neste contexto, este trabalho vem sugerir, aos professores de Física da educação básica, um caminho que propõe o uso de simulações computacionais como principais ferramentas facilitadoras, a partir de uma sequência de atividades organizada e estruturadas sob as ideias de Delizoicov e Angotti.

A principal motivação para a inserção de simuladores computacionais no processo ensino-aprendizagem, especialmente em algumas áreas da Física, por exemplo, a eletricidade, constitui-se na dificuldade de aprendizagem através do ensino tradicional, ou seja, apenas a aplicação de teoria, o que dificulta esse processo. De acordo com Dias, Barlette e Martins (2009) os conceitos relacionados com o estudo do Eletromagnetismo, especificamente, a eletricidade, tem natureza de complexa visualização. Estes estudos incluem dificuldades conceituais, concepções alternativas, uso indiscriminado da linguagem e raciocínios errôneos que os alunos costumam apresentar no estudo de circuitos elétricos simples.

A motivação que nos levou a realizar tal pesquisa surge de uma necessidade da sociedade em aprender a efetuar o cálculo do consumo da energia elétrica da sua própria residência mensal mediante as tantas reportagens com suspeita que as empresas fornecedoras de tal energia estão aumentando as nossas contas de energia.

### 3 Tópicos e habilidades

Nesta seção, são apresentados os tópicos que serão trabalhados nos cinco encontros, bem como as habilidades que se espera desenvolver nos alunos.

Para melhor organização e apresentação dos tópicos e habilidades, optamos por organizá-los em forma de tabela, como mostra a Tabela 1.

**Quadro 3:** Tópicos e habilidades da sequência didática

Tópicos	Habilidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrente elétrica</li> <li>• Diferença de potencial</li> <li>• Resistência elétrica</li> <li>• Potência elétrica</li> <li>• Energia elétrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reconhecer as características da corrente elétrica que percorre um condutor;</li> <li>➤ Calcular a intensidade da corrente elétrica que percorre um condutor;</li> <li>➤ Relacionar a diferença de potencial entre dois pontos à corrente elétrica gerada no condutor;</li> <li>➤ Relacionar matematicamente voltagem, resistência elétrica e corrente elétrica;</li> <li>➤ Aplicar as leis de Ohm na resolução de situações-problema;</li> <li>➤ Identificar o conceito de resistividade de uma substância como sua propriedade característica;</li> <li>➤ Definir e quantificar a potência de funcionamento de equipamentos elétricos;</li> <li>➤ Calcular o consumo elétrico, em quilowatt-hora, de equipamentos, dadas suas condições de uso;</li> <li>➤ Relacionar as grandezas Potência, Voltagem e Corrente Elétrica, aplicando na resolução de situações-problema;</li> <li>➤ Aplicar as relações entre as grandezas Voltagem, Resistência, Potência e Corrente</li> </ul>

	Elétrica na resolução de situações-problema envolvendo consumo de energia elétrica.
--	---

**Fonte:** Própria do autor (2018)

## 4 Metodologia

Nesta sequência didática usar-se-á as simulações computacionais do PhET da Universidade do Colorado nos Estados Unidos, onde os alunos irão construir os circuitos elétricos e como estratégia para o ensino, a mesma se sustente como base a abordagem problematizadora defendida por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002).

Destacam-se as atividades com simulações computacionais, porque além dos alunos gostarem de estar trabalhando no computador, propicia um ambiente descontraído e motivador, possibilitando o envolvimento de todos os alunos, a partir das ações do professor, que atuará como mediador do conhecimento.

### 4.1 Encontro 1

**TEMA:** Corrente elétrica: natureza, efeitos e aplicações.

#### **OBJETIVOS**

- Compreender o conceito de corrente elétrica e identificar os tipos de corrente;
- Observar os efeitos da corrente elétrica;
- Associar corrente elétrica a fluxo de cargas.

**PROBLEMA:** Como se estabelece a corrente elétrica nos fios e cabos elétricos?

**MOTIVAÇÃO:** Construção de um circuito elétrico simples e o cálculo da intensidade da corrente elétrica.

**DESENVOLVIMENTO:** Dar-se início a aula com uma problematização: **O que é uma corrente elétrica?**

Após apresentada a problematização, o professor instigará um debate entre os alunos com o intuito de fazer uma organização das ideias necessárias para uma melhor compreensão sobre o assunto. Nesta etapa da aula, se pode fazer outros questionamentos como:

01. Como é que ocorre a corrente elétrica em um fio metálico?
02. Como se comporta o sentido da corrente elétrica em um fio?
03. Como ocorre um choque elétrico nos seres vivos?
04. Por que os pássaros então em contato com fio de alta tensão e não sofrem choque

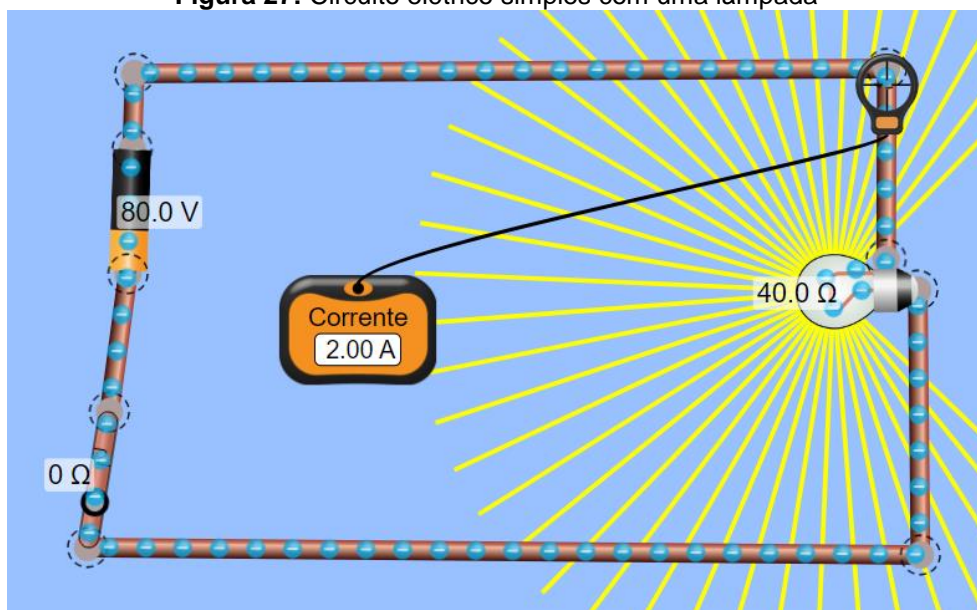


e nós humanos quando entramos em contato com fio de baixa tensão sofremos choque?

## ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

Neste momento da aula, o professor deve propor a leitura do texto de apoio adaptado do livro de Beatriz Alvarenga “CORRENTE ELÉTRICA” (Apêndice A), em seguida conduzir o debate para a construção dos conceitos. É importante que seja dado aos alunos a liberdade para que se sintam confortáveis para construir as suas respostas. Estas respostas servirão para o professor subsidiar uma discussão, para auxiliar os alunos na organização das ideias, bem como na realização de atividades com o simulador computacional do PhET, que se encontra no site [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html). As atividades propostas de simulações computacionais, aqui apresentadas, consistem na construção de circuitos elétricos. Será recomendado que as equipes sejam compostas por, no máximo, três alunos, para realizarem as simulações e que cada equipe construa dois circuitos: um circuito simples e outro em paralelo. Para o circuito com apenas uma lâmpada, esta deve ter resistência elétrica de  $40\Omega$  e um gerador de  $80V$ , como mostrado na Figura 27.

**Figura 27:** Circuito elétrico simples com uma lâmpada



**Fonte:** [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)

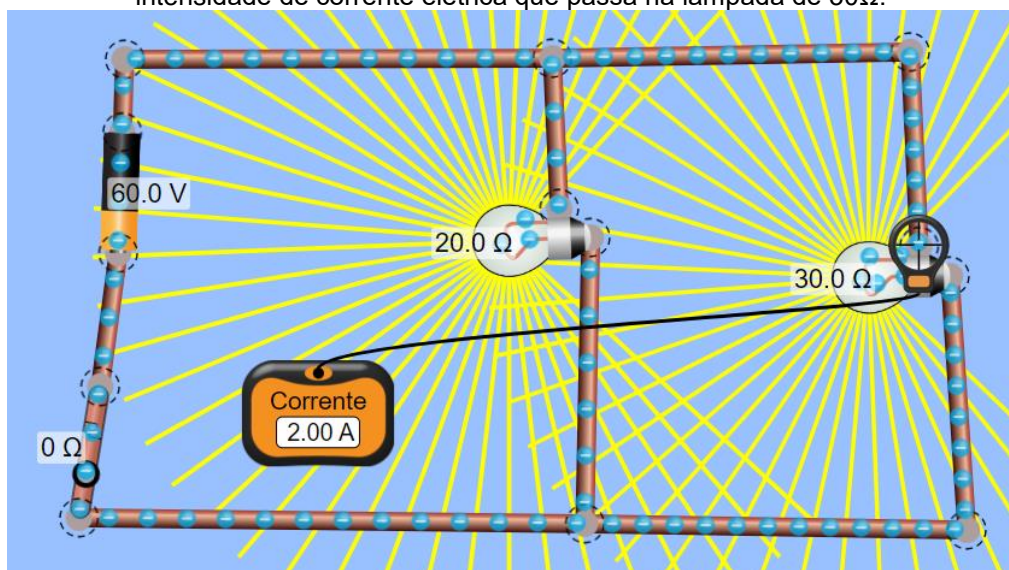
Após os alunos realizarem a primeira simulação, propõe-se outra simulação que consistirá na construção de um circuito com duas lâmpadas de resistências  $20\Omega$  e  $30\Omega$  associadas em paralelo, onde será utilizado um instrumento (amperímetro) que servirá para medir a intensidade da corrente que passa em cada lâmpada e um gerador de  $60\text{V}$ , como mostrado nas Figuras 28 e 29.

**Figura 28:** Circuito elétrico simples com lâmpadas associadas em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa na lâmpada de  $20\Omega$



**Fonte:** [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)

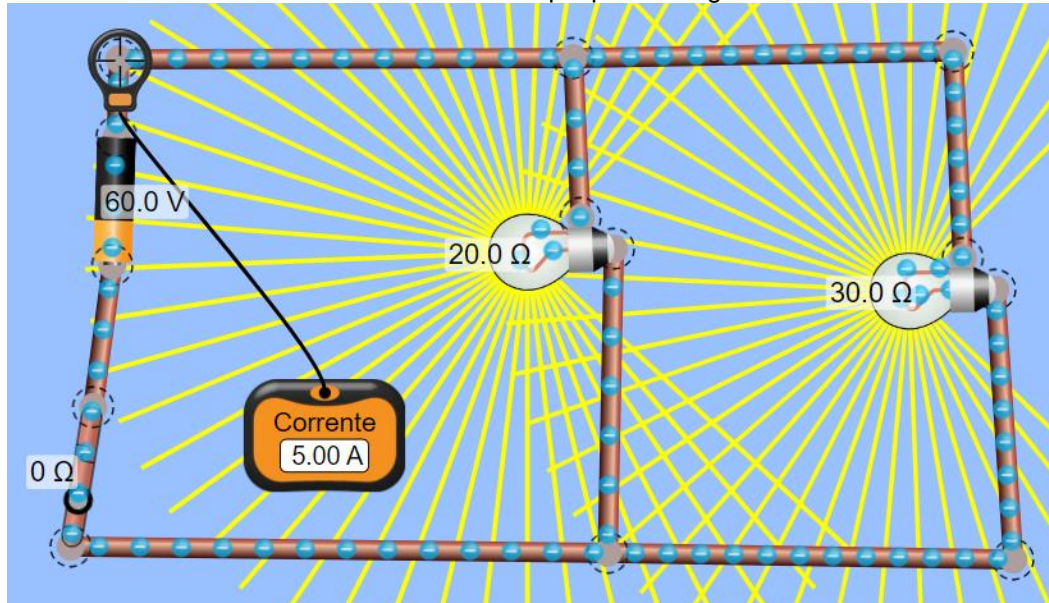
**Figura 29:** Circuito elétrico simples com lâmpadas associadas em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa na lâmpada de  $30\Omega$ .



**Fonte:** [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)

Em seguida, os alunos irão utilizar a medida da intensidade da corrente elétrica que passa em cada lâmpada no gerador elétrico, como mostra a Figura 30. Continuando o desenvolvimento da atividade, se fará a seguinte indagação: qual a relação entre essas medidas?

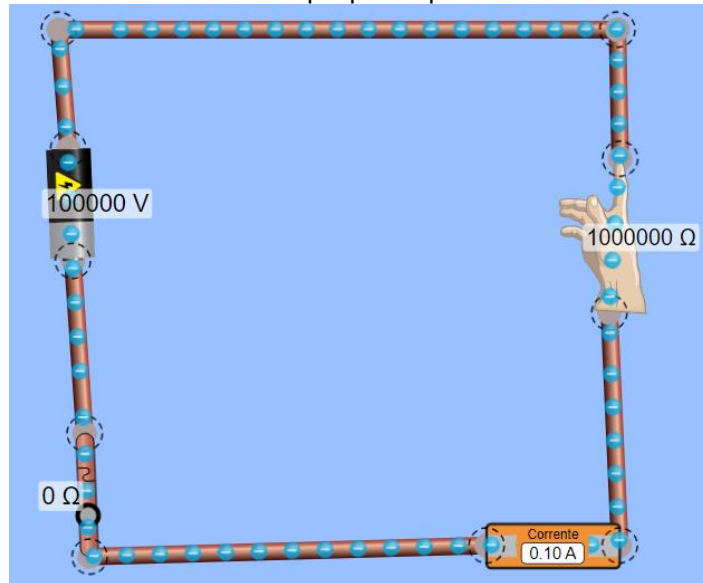
**Figura 30:** Circuito elétrico simples com lâmpadas associadas em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa no gerador elétrico.



**Fonte:** [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)

Em um momento subsequente, será proposto aos alunos que os mesmos construam um circuito elétrico contendo uma mão humana com resistência elétrica de  $1.000.000\Omega$  e uma bateria com voltagem de  $100.000V$ , como mostrado na Figura 31.

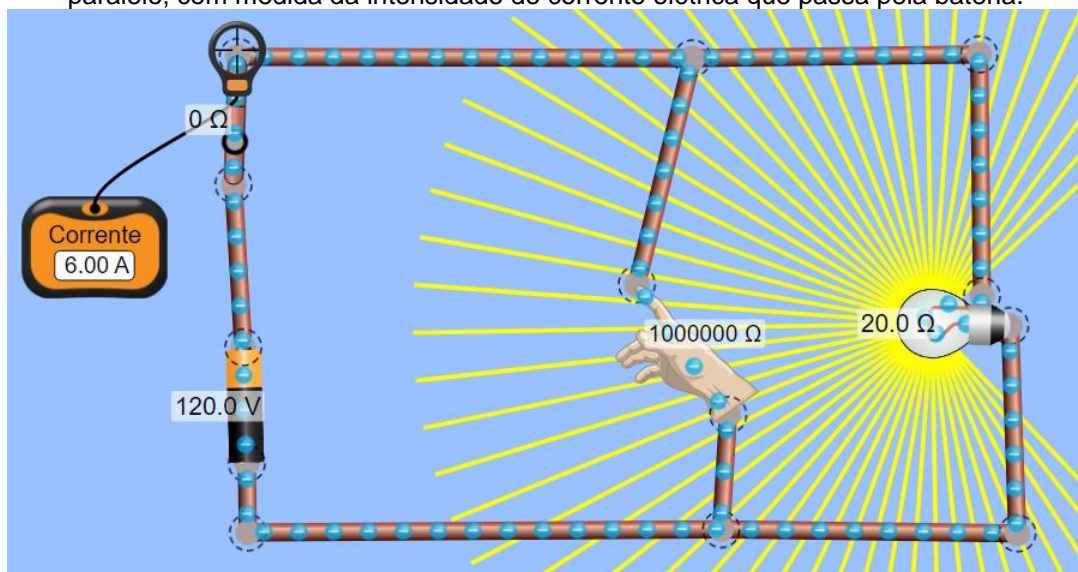
**Figura 31:** Circuito elétrico simples com uma mão humana, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa por ela.



**Fonte:** [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)

Como atividade final, será sugerido que eles construam um circuito elétrico com as seguintes configurações: uma mão humana com resistência elétrica de  $1.000.000\Omega$ , uma lâmpada de resistência elétrica  $20\Omega$  e uma bateria com  $120V$ , como mostrado na Figura 32.

**Figura 32:** Circuito elétrico simples com uma mão humana e uma lâmpada, ambas associadas em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria.



**Fonte:** [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)

## APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

Com a participação, reflexão e aprimoramento dos alunos, encerram-se as atividades selecionadas para o projeto. Conseqüentemente, o professor retomará a questão inicial: **O que é uma corrente elétrica?**

### 4.2 Encontro 2

**TEMA:** Potência elétrica e energia elétrica

**OBJETIVO:**

- Compreender o conceito de potência elétrica e identificá-la nos eletrodomésticos;
- Relacionar diferença de potencial, corrente elétrica e potência elétrica;
- Comparar corrente elétrica, potência elétrica e energia elétrica consumida.

**PROBLEMA:** Como será o consumo de energia elétrica nos eletrodomésticos?

**MOTIVAÇÃO:** Construção de circuitos elétricos onde os alunos serão provocados a fazer algumas variações dos valores da resistência elétrica e da voltagem nos equipamentos.

**DESENVOLVIMENTO:** Iniciar-se-á a aula resgatando o conceito de corrente elétrica, seus efeitos e seu comportamento nos fios metálicos como:

01. Quem lembra os 5 efeitos da corrente elétrica? E quais são?
02. Quais são os tipos de corrente elétrica? Dê exemplos.

Em seguida, uma nova problematização será lançada aos alunos: **O que é a potência de um aparelho elétrico?**

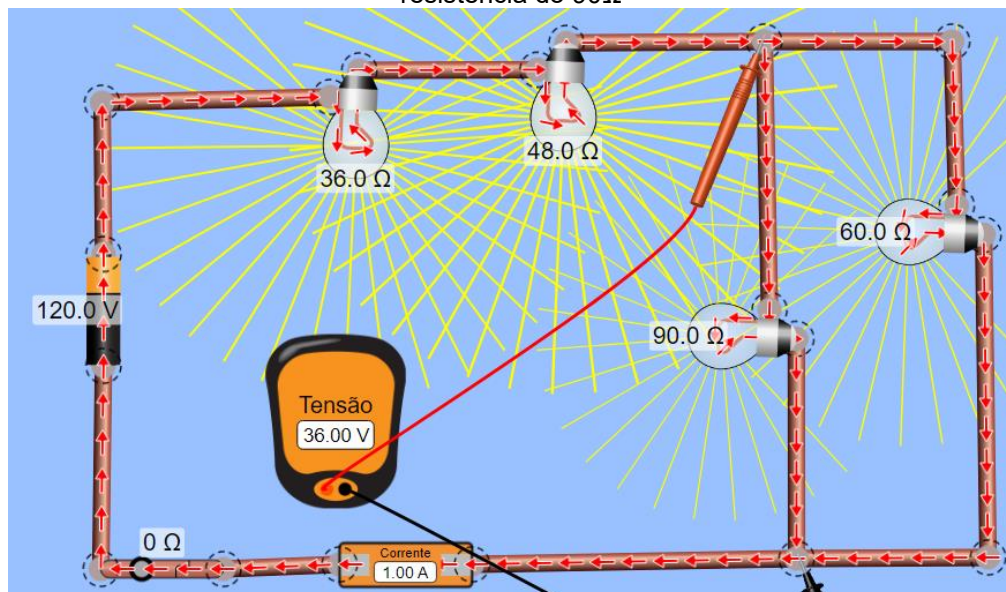
Após apresentada a problematização e a partir das respostas dos mesmos, serão organizadas as ideias necessárias para uma melhor compreensão sobre o assunto. Com isso, surgirão outros questionamentos como:

01. Por que alguns equipamentos realizam a transformação de energia elétrica em outras modalidades de energia mais rápido do que outros?
02. Qual a relação da potência dos aparelhos elétricos com o consumo de energia elétrica?
03. Por que duas lâmpadas com a mesma luminosidade, sendo uma incandescente e

outra fluorescente, não consomem a mesma quantidade de energia elétrica quando ficando ligadas no mesmo intervalo de tempo?

Neste momento da aula, o professor deve propor a leitura do texto de apoio adaptado do livro de Beatriz Alvarenga “POTÊNCIA ELÉTRICA E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA” (Apêndice B), em seguida conduzir o debate para a construção dos conceitos. É relevante que se dê oportunidades para que o aluno se sinta à vontade para elaborar as suas respostas. Tais questionamentos servirão para o professor provocar uma discussão e para auxiliar os alunos na organização das ideias. Em seguida, o professor voltará a dividir a turma em equipes de três alunos e cada uma vai construir os circuitos elétricos com o auxílio do simulador computacional do PhET. As atividades sugeridas de simulações computacionais, apresentadas no referido projeto, consistirá na construção de circuitos elétricos. Será sugerido que cada equipe realize as atividades que consiste na construção de um circuito elétrico com lâmpadas associadas em série e em paralelo. Para o circuito com apenas quatro lâmpadas, duas lâmpadas associadas em série, sendo uma de  $36\Omega$  e outra de  $48\Omega$ , e outras duas lâmpadas associadas em paralelo, sendo uma de  $90\Omega$  e outra de  $60\Omega$ , como mostrado na Figura 33.

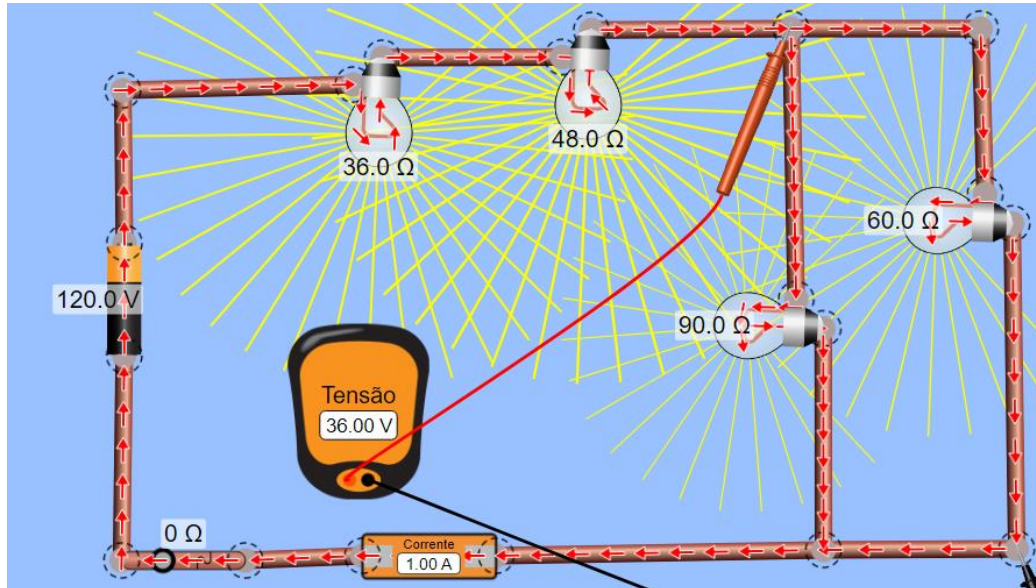
**Figura 33:** Circuito elétrico com lâmpadas associadas em série e em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria e com a medida da voltagem na lâmpada com resistência do  $90\Omega$



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)

Após o término da referida atividade, será proposto que os mesmos realizem a medida da voltagem na lâmpada de  $60\Omega$ , como mostra a Figura 34. Tendo a medida da ddp destas lâmpadas, solicitar-se-á dos alunos que comparem os valores encontrados.

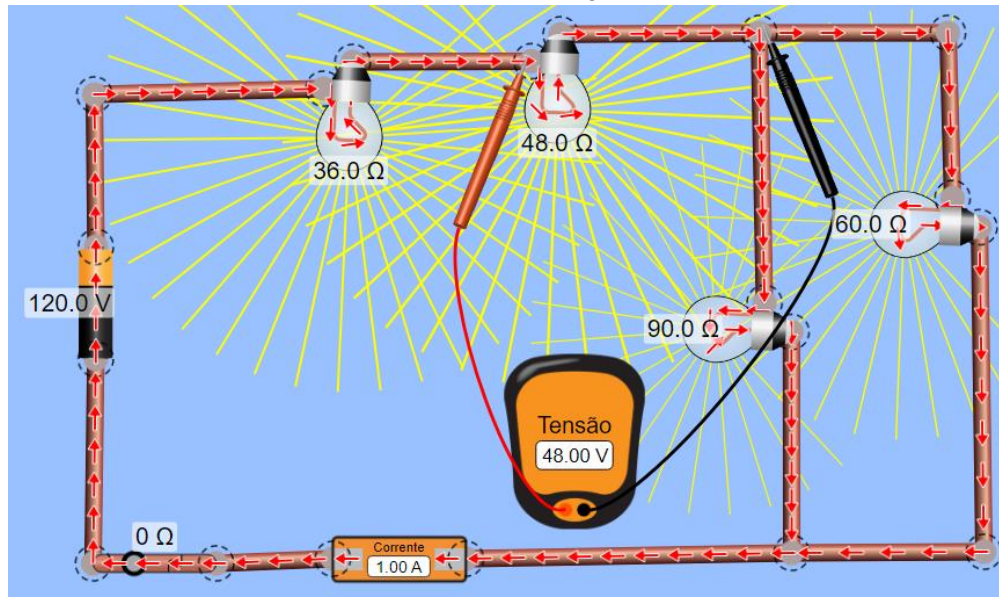
**Figura 34:** Circuito elétrico com lâmpadas associadas em série e em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria e com a medida da voltagem na lâmpada com resistência do  $60\Omega$



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)

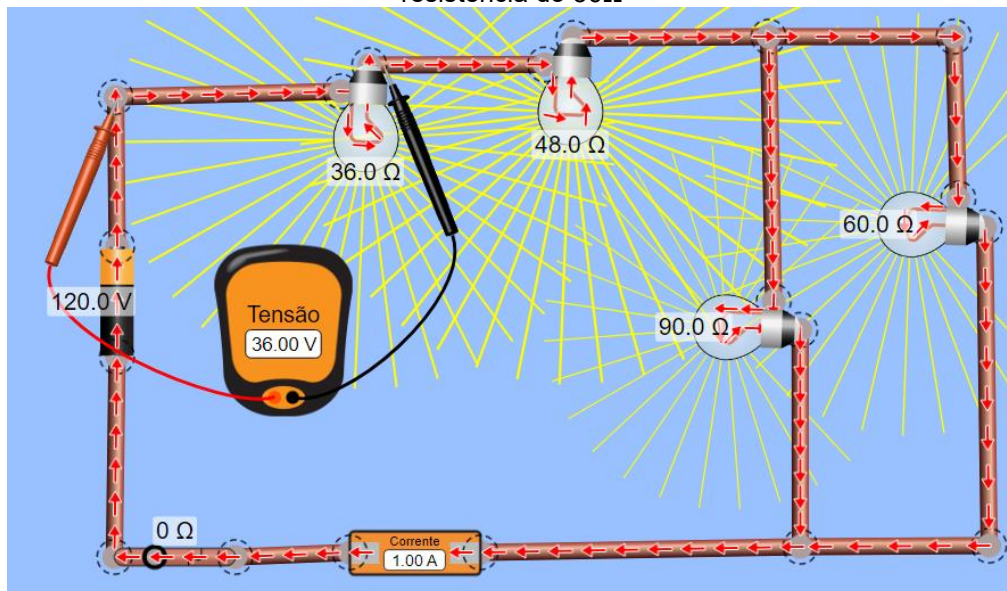
Quando os alunos realizarem as medidas da tensão elétrica nas lâmpadas que estão associadas em paralelo, será indicado que eles desenvolvam as devidas medidas para as lâmpadas que estão associadas em série, como mostra as Figuras 35 e 36. Deste modo, continuar-se-á solicitando aos discentes que realizem medidas de tensão elétrica, desta vez, medindo a diferença de potencial nas duas lâmpadas juntas, como mostra a Figura 37. Tendo-se apropriados destas medidas, indagar-se-á: Qual a relação entre elas?

**Figura 35:** Circuito elétrico com lâmpadas associadas em série e em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria e com a medida da voltagem na lâmpada com resistência do  $48\Omega$



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)

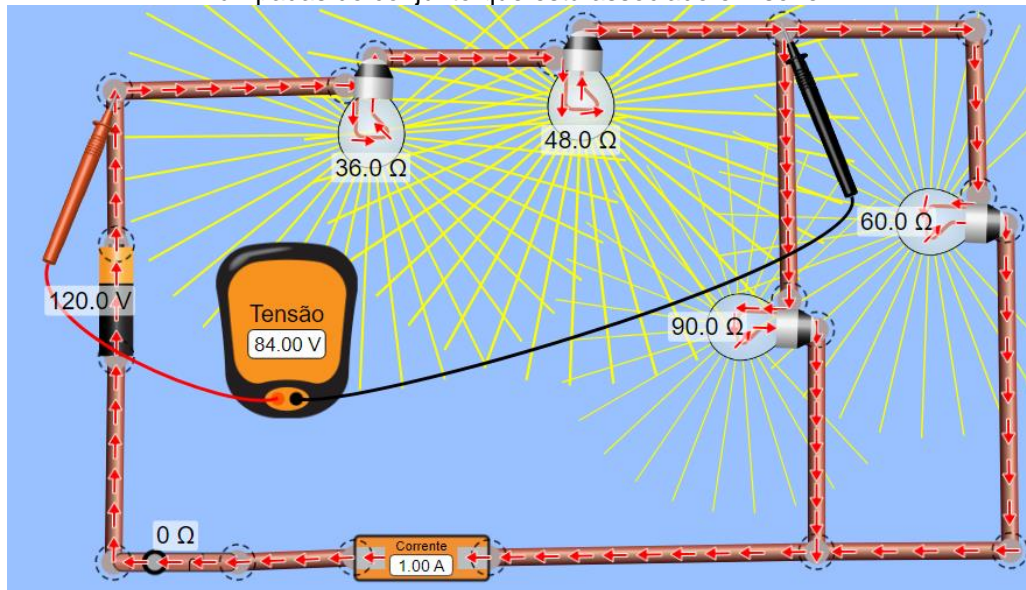
**Figura 36:** Circuito elétrico com lâmpadas associadas em série e em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria e com a medida da voltagem na lâmpada com resistência do  $36\Omega$



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)



**Figura 37:** Circuito elétrico com lâmpadas associadas em série e em paralelo, com medida da intensidade de corrente elétrica que passa pela bateria e com a medida da voltagem nas duas lâmpadas do conjunto que está associado em série.



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)

## APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

Esta etapa configura-se como o momento de organização e aplicação dos conceitos estudados e será desenvolvida, principalmente, a partir das atividades realizadas com o auxílio das simulações computacionais. Como culminância o professor finalizará o encontro com uma retomada da questão proposta na Problematização Inicial: **O que é a potência de um aparelho elétrico?**

### 4.3 Encontro 3

**TEMA:** Consumo de energia elétrica e minha conta de luz

**OBJETIVO:**

- Compreender o cálculo do consumo de energia elétrica;
- Relacionar potência elétrica, tempo de uso e consumo de energia elétrica;

**PROBLEMA:** Como será o consumo de energia elétrica nas nossas residências?

**MOTIVAÇÃO:** Diminuir a conta de energia das nossas residências.

**DESENVOLVIMENTO:** O professor iniciará a aula retomando a aula anterior com o conceito de potência elétrica nos aparelhos elétricos e a sua relação com o consumo de energia elétrica.

Após resgatar os conceitos trabalhados no encontro anterior, uma nova

problematização será lançada aos alunos: **Como é efetuado o cálculo do consumo de energia elétrica nas nossas residências?**

Em seguida, serão organizadas as ideias necessárias para uma melhor compreensão sobre o assunto. Com isso, surgirão outros questionamentos como:

01. O que significa a conta de luz?

02. Quais são os fatores que influenciam os valores da conta de luz?

03. Quando você compra um aparelho elétrico, você escolhe da maior ou de menor potência?

04. Por que um dos equipamentos de maior consumo de energia na sua casa é o ferro elétrico?

## **ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO**

Neste momento, o professor retomará as equipes da aula anterior e irá propor que os alunos efetuem o cálculo do consumo de energia elétrica de suas residências usando o site da Enel: <https://enel-ce.simuladordeconsumo.com.br/ambiente/sala>, onde terão a oportunidade de simular o consumo de energia das suas residências e o valor a ser pago por este consumo.

## **APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO**

Após as atividades desenvolvidas, o professor provocará uma discussão acerca do consumo de energia de nossa residência como: o valor que pagamos nas nossas contas de luz fica bem acima do valor que nós calculamos no site da Enel?

Como culminância o professor finalizará o encontro com uma retomada da questão proposta na Problematização Inicial: **Como é efetuado o cálculo do consumo de energia elétrica nas nossas residências?**

Ao término da aula, o professor entregará uma tabela para os alunos preencherem e trazerem no próximo encontro.

**Quadro 4:** Cálculo do consumo de energia elétrica

Quantidade	Aparelhos eletrodomésticos	Potência		Tempo diário		Consumo mensal (kWh)
		(W)	(kW)	(h/dia)	(dia/mês)	
Consumo total	0,00		kWh			
Custo total	0,00		R\$			

Fonte: Elaborada pelo o autor (2018)

#### 4.4 Encontro 4

**TEMA:** Consumo de energia elétrica na minha residência

**OBJETIVO:**

- Efetuar o cálculo do consumo de energia elétrica na minha casa;
- Relacionar a conta de energia elétrica calculada com a conta a ser paga;

**PROBLEMA:** Qual a conta do consumo de energia elétrica nas nossas residências que nós deveríamos pagar?

**MOTIVAÇÃO:** Diminuir o desperdício da energia elétrica das nossas residências.

**DESENVOLVIMENTO:** O professor dará início retomando a aula anterior, com o preenchimento da tabela pelos alunos, onde estão listados os equipamentos elétricos de suas residências, a referida potência elétrica ou voltagem e o tempo que os mesmos ficam ligados durante o dia.

## ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

As equipes serão retomadas e o docente provocará os alunos para que efetuem o cálculo do consumo de energia elétrica de suas residências usando o site da Enel: <https://enel-ce.simuladordeconsumo.com.br/ambiente/sala>.

## APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

Após as atividades desenvolvidas, o professor deve instigar uma discussão acerca do consumo de energia de nossa residência, como: **Qual o valor da nossa conta de luz que deveríamos pagar?**

## REFERÊNCIAS

COLORADO, University Of. **PhET Interactive Simulations**. Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html)>. Acesso em: 25 ago. 2018.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez. 1990. 207. p.

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

DIAS, A. C. G.; BARLETTE, V. E.; MARTINS, C. A. G.. A opinião de alunos sobre as aulas de eletricidade: uma reflexão sobre fatores intervenientes na aprendizagem. II Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, Canela/RS - **Experiências em Ensino de Ciências** – V4(1), pp.107-117, 2009.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: Ensino Médio**. São Paulo: Scipione, 2016.

## **APÊNDICE A - TEXTO 1**

Texto adaptado de BEATRIZ ALVARENGA, 2015, p. 83 - 87

### **CORRENTE ELÉTRICA**

#### **PARA COMEÇO DE CONVERSA**

As correntes elétricas têm papel fundamental no mundo moderno, estando presentes nos sistemas de iluminação, nos eletrodomésticos em geral, na indústria, nos computadores, nos aparelhos de comunicação, nos veículos automotores, além de participarem de vários processos fisiológicos dos seres vivos, transmitindo informações aos diversos sistemas.

Para perceber a importância do assunto, basta imaginar o que ocorreria se as fontes de energia elétrica parassem de funcionar, e, conseqüentemente, não pudéssemos usufruir os serviços e a comodidade que os aparatos eletroeletrônicos nos oferecem.

Às vezes, quando não estão presentes em intensidades ou contextos adequados, as correntes elétricas podem causar surpresas desagradáveis. Por exemplo: receber choques elétricos, que nada mais são do que efeitos produzidos por correntes elétricas de passagem em alguma região do nosso corpo; ou danificar aparelhos eletrodomésticos por submetê-los a correntes elevadas.

#### **COMO TUDO COMEÇOU**

Até o começo do século passado, quase toda a energia consumida pela humanidade era extraída da lenha e do carvão vegetal ou mineral, parcialmente complementada por óleos de origem vegetal e animal, utilizados em lamparinas ou candeeiros.

A eletricidade e, posteriormente, o petróleo mudaram a história do uso da energia no último século. Podemos dizer que, de modo mais amplo, mudaram a história humana, até porque seu uso, nas comunicações e em muitos outros setores, vai muito além daqueles que poderiam ser substituídos pela queima de qualquer combustível.

Nesta época se imaginava a corrente elétrica como um fluido que escoava em certos meios materiais de maneira semelhante ao escoamento da água em tubulações. Essa ideia foi superada, mas foi mantido o modelo em que a carga elétrica pode deslocar-se de um lado para outro pelo movimento de elétrons ou de outros portadores de carga elétrica, como os íons.

Nos meios sólidos, o transporte de cargas elétricas ocorre pelo deslocamento de elétrons. Nos fluidos (líquidos e gases), esse transporte se dá pelo deslocamento de elétrons, de íons ou de ambos. Até mesmo no vácuo, os elétrons podem deslocar-se ordenadamente, gerando corrente elétrica.

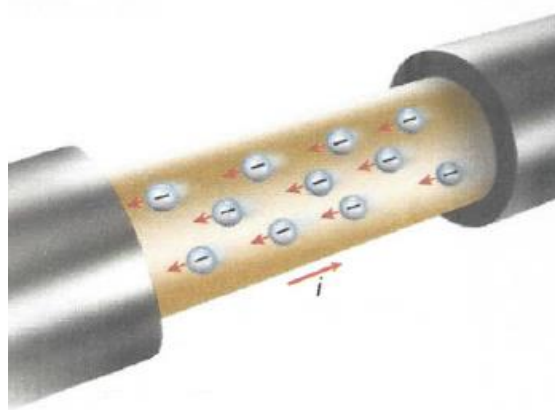
Quando ocorre um corte geral de energia elétrica (denominado blecaute, palavra derivada do inglês *black out*), as graves consequências revelam a enorme dependência que a vida moderna tem dessa forma de energia. Das residências aos hospitais, das indústrias aos escritórios, das lojas aos transportes, dos entretenimentos aos bancos, não há nenhum setor que possa hoje operar sem dispor do fornecimento regular de energia elétrica.

Para caracterizarmos a corrente elétrica de maneira quantitativa, iniciamos atribuindo-lhe um sentido para distinguir os movimentos de partículas eletrizadas, de acordo com os sinais de suas cargas elétricas.

Quando a corrente elétrica é resultado do movimento ordenado de íons positivos, a ela é atribuído o mesmo sentido do movimento. Quando ela é resultado do movimento de elétrons ou de íons negativos, o sentido atribuído à corrente elétrica é oposto ao movimento. Essa atribuição de sentido, entretanto, é apenas uma convenção e, de acordo com ela, há três casos a considerar:

- Nos condutores metálicos, a corrente elétrica ( $i$ ) tem sentido oposto ao do movimento dos elétrons livres (Figura 38).

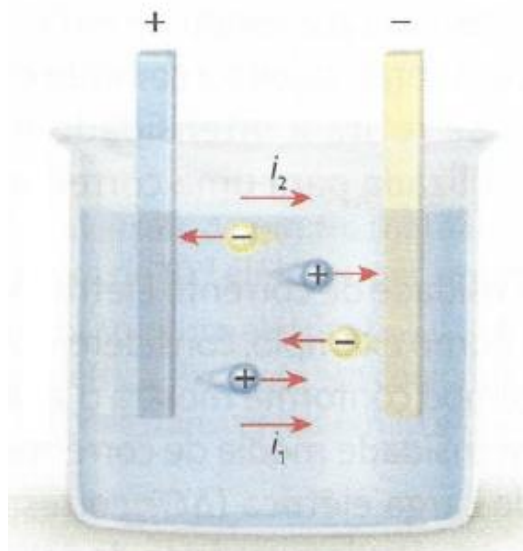
**Figura 38:** O sentido da corrente elétrica é oposto ao movimento dos elétrons livres



**Fonte:** <http://fisicaevestibular.com.br/novo/eletricidade/eletrodinamica/corrente-eletrica-eletrodinamica/>

- Nas soluções eletrolíticas, íons positivos em movimento correspondem a uma corrente elétrica ( $i_1$ ) no sentido de seu movimento. O movimento dos íons negativos, oposto ao dos positivos, corresponde a uma corrente elétrica ( $i_2$ ) no sentido oposto ao seu movimento. Conforme mostra a Figura 39, os sentidos de ( $i_1$ ) e de ( $i_2$ ) coincidem, implicando uma soma de seus efeitos.

**Figura 39:** Sentido das correntes elétricas em uma solução eletrolítica



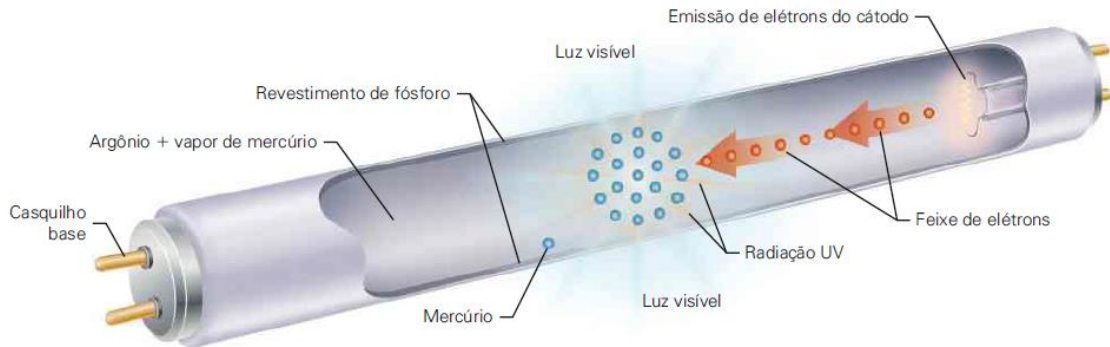
**Fonte:** <https://sites.google.com/site/montedefisica/disciplinas/eletrodinamica/corrente-eletrica>

- Nos gases ionizados, íons positivos em movimento correspondem a uma corrente elétrica ( $i_1$ ) no sentido de seu movimento. O movimento dos elétrons, oposto ao dos íons positivos, corresponde a uma corrente elétrica ( $i_2$ ) no



sentido oposto ao seu movimento. Conforme mostra a Figura 40, os sentidos de  $(i_1)$  e de  $(i_2)$  coincidem, implicando uma soma de seus efeitos.

**Figura 4041:** Sentido das correntes elétricas em um gás ionizado



**Fonte:** [http://www.feiradeciencias.com.br/sala13/13\\_02.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala13/13_02.asp)

Uma vez estabelecido o sentido convencional da corrente elétrica, é possível propor uma medida para sua intensidade, que será descrita pela letra  $(i)$ . Para isso, consideremos um pedaço de fio metálico que, ao alimentar uma lâmpada ou uma tomada, tenha em seu interior um movimento ordenado de elétrons livres.

Ao observarmos uma de suas seções transversais, durante certo intervalo de tempo  $(\Delta t)$ , verificamos que ela é atravessada por  $N$  elétrons livres, correspondendo a uma carga elétrica de valor absoluto, dada por:

$$\Delta Q = N \cdot e$$

É possível quantificar a intensidade de corrente elétrica, considerando-se a quantidade de carga que passa por uma seção transversal reta do condutor em determinado intervalo de tempo.

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Essa expressão é geral e vale tanto para a corrente eletrônica como para a iônica, sendo  $\Delta Q$  o valor absoluto da carga elétrica correspondente às partículas que atravessam uma seção transversal do corpo percorrido pela corrente elétrica.

No SI, a intensidade de corrente elétrica é medida em Coulombs por segundo (C/s) que é o ampère (A), nome dado em homenagem a André Marie Ampere, físico francês.

É comum classificarmos uma corrente elétrica levando em consideração o sentido de propagação, e podemos tem em dois tipos:

- Corrente contínua: representada pela sigla CC ou DC (do inglês *direct current*), é um fluxo de cargas em um único sentido. Esse tipo de corrente é produzido, principalmente, por pilhas, baterias e células fotovoltaicas.

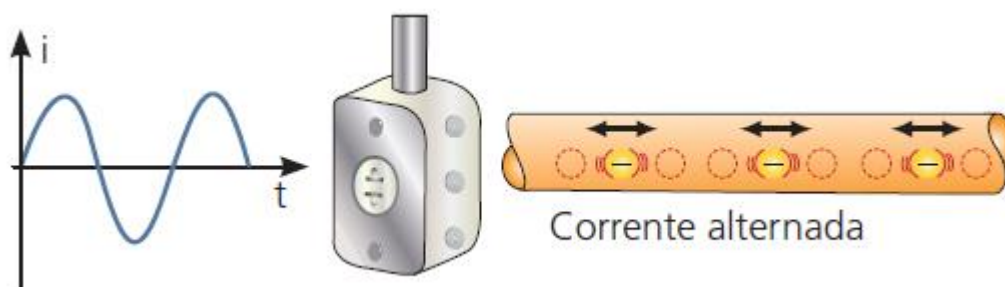
**Figura 42:** A corrente contínua constante tem sentido e intensidade constantes com o tempo



**Fonte:** <https://www.slideshare.net/soricardo2004/corrente-eletrica-32616994>

- Corrente alternada: representada por CA ou AC (do inglês *alternating current*), é um fluxo oscilante de cargas que ora se movimenta em um sentido, ora em outro.

**Figura 43:** A corrente alternada muda periodicamente no tempo



**Fonte:** <https://www.slideshare.net/soricardo2004/corrente-eletrica-32616995>

A corrente alternada é fornecida pelas usinas geradoras de energia elétrica para as residências e as indústrias. No Brasil, essa alternância ocorre 60 vezes a cada segundo, originando uma corrente alternada de 60 Hz.

Quando uma corrente elétrica atravessa um condutor, ela pode provocar algum efeito no mesmo, que pode ser:

- O efeito magnético: a corrente elétrica que passa por um fio condutor gera, ao seu redor, um campo magnético proporcional à intensidade dela. Esse efeito está presente nos transformadores e motores.

**Figura 44:** A passagem da corrente elétrica pelo fio desloca a agulha da bússola



Fonte: <http://trabalhofisica2012.blogspot.com.br/>

- O efeito térmico: também chamado de efeito joule, é provocado por colisões entre os elétrons livres e os átomos do condutor. Nos condutores metálicos devido a essas colisões, se processa a transformação da energia elétrica em térmica. Esse efeito está presente, principalmente nos aparelhos resistivos, como chuveiros, pranchas de cabelo e ferros de passar roupa.

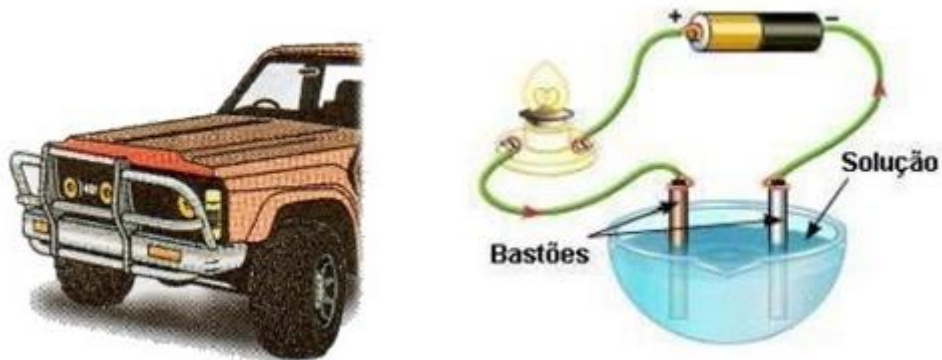
**Figura 45:** A passagem da corrente elétrica pela resistência provoca um aquecimento



Fonte: <http://trabalhofisica2012.blogspot.com.br/>

- O efeito químico: ocorre quando a corrente elétrica atravessa soluções eletrolíticas, provocando reações químicas. A exploração desse efeito é utilizada nas pilhas e na eletrólise, bem como na cromação e na niquelação de objetos.

**Figura 46:** O funcionamento de uma pilha ou de uma bateria de um automóvel se baseia na eletrólise, estudada em Eletroquímica



**Fonte:** <https://pt.slideshare.net/Marta-9C/circuitos-elctricos-13174941>

- O efeito luminoso: é um fenômeno elétrico de nível molecular. A excitação eletrônica pode dar margem à emissão de radiação visível, causando o efeito que observamos nas lâmpadas.

**Figura 47:** Visão noturna do São João de Santa Luzia-PB no ano de 2018.

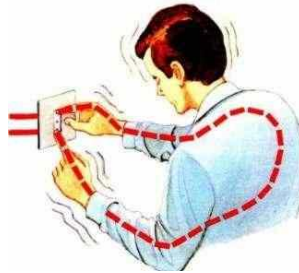


**Fonte:** <http://santaluzia.pb.gov.br/noticias/divulgada-programacao-do-a213.html>

- O **efeito fisiológico** ocorre quando a corrente elétrica atravessa o corpo humano. Nossos impulsos nervosos são transmitidos por estímulos elétricos. Desse modo, a corrente elétrica, por ínfima que seja, provoca contrações musculares. Dependendo da intensidade, a passagem de corrente elétrica pelo

nosso corpo pode provocar danos sérios, até mesmo uma parada cardíaca. Esse processo é conhecido como choque elétrico. O choque elétrico pode ocorrer devido à descarga elétrica de um corpo carregado colocado em contato com o corpo humano. Em dias secos, os veículos podem acumular cargas em sua lataria devido ao atrito entre o veículo e o ar, no instante em que uma pessoa toca o veículo poderá haver produção de faísca ou choque.

**Figura 4849:** Efeitos fisiológicos da corrente



**Fonte:** <http://mestrechacal.blogspot.com.br/2013/02/efeitos-fisiologicos-da-corrente.html>

## APÊNDICE B - TEXTO 2

Texto adaptado de BEATRIZ ALVARENGA, 2015, p. 83 - 87

### POTENCIA ELÉTRICA E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Ferros elétricos nos ajudam na tarefa de passar roupas; liquidificadores são muito úteis no preparo de um suco; pilhas fornecem energia para o funcionamento de diversos aparelhos, como o controle remoto. O que todos esses aparelhos têm em comum?

Basicamente, todos eles são dispositivos elétricos com dois terminais – bipolos elétricos - e transformam energia elétrica em outra modalidade ou vice-versa, no ferro elétrico, a energia elétrica converte-se em térmica; no liquidificador, a energia elétrica converte-se em mecânica no movimento do motor; e, nas pilhas, a energia química converte-se em elétrica.

Essas transformações de energia estão associadas ao trabalho de uma força microscópica, que atua nas partículas responsáveis pelas correntes elétricas quando esses dispositivos estão em funcionamento.

Quanto maior a energia transformada ( $\Delta E$ ) em um bipolo, maior a quantidade de carga elétrica ( $\Delta q$ ) transportada entre seus extremos

#### **Diferença de potencial (ddp)**

A interpretação física do conceito de diferença de potencial (ddp) pode ser entendida em duas situações práticas:

1. Quando dizemos que uma tomada tem tensão elétrica (ddp) de 127 V significa que quando ligamos um ferro elétrico a ela, o funcionamento dele utiliza 127J de energia da rede de distribuição para cada coulomb de carga elétrica que é transportado entre seus terminais, por analogia uma tensão elétrica de 220V utiliza 220J de energia da rede de distribuição (Figura 49). O terminal central das tomadas é um item de segurança; nesse caso, não se trata de um polo.

**Figura 5051:** Tomada elétrica de 127V ou de 220V



**Fonte:** Dados do autor (2018).

2. Quando dizemos que uma pilha é de 1,5V significa que 1,5J de sua energia química é consumido para cada coulomb de carga elétrica transportado entre seus terminais (Figura 49).

**Figura 52:** Pilha de 1,5V



**Fonte:** <http://tiptech.com.br/produto/bateria-pilha-duracell-mn9100b2pk-tipo-n-15v/22448>

Desse modo, a diferença de potencial, também conhecida como tensão elétrica, representada pela letra  $U$ , é a energia ( $\Delta E$ ) por unidade de carga elétrica ( $\Delta q$ ):

$$U = \frac{\Delta E}{\Delta q}$$

As redes elétricas residenciais são de 127V e/ou de 220 V. Assim, os aparelhos elétricos (lâmpada, geladeira, televisor, etc.) são fabricados para serem ligados em tomadas elétricas de 127V ou 220 V.

### Potência em bipolos

Os bipolos são dispositivos associados a transformações de energia. Um ferro elétrico, como já mencionado, transforma continuamente energia elétrica em térmica. Essa capacidade de transformar energia elétrica em térmica é medida pelo calor gerado, em joules por segundo (J/s), que equivale à potência associada à transformação de energia térmica em calor, que no SI é o watt (W).

Por essa razão, todos os aparelhos elétricos devem ter indicados os dados nominais: a diferença de potencial (em Volt, V) a que devem ser submetidos para funcionar normalmente; e a potência (em Watt, W), associada à transformação de energia correspondente, a qual é medida em joules por segundo.

Por exemplo, um ferro de passar roupas em que está indicado 127V - 800 W (Figura 50) deverá ser submetido a uma diferença de potencial de 127V para operar normalmente e, nessas condições, utilizará 800 W de potência, ou seja, consumirá 800 J de energia elétrica por segundo, da rede de distribuição, para produzir a mesma quantidade de calor.

**Figura 53:** Dados nominais, voltagem em Volt, e potência em Watt



**Fonte:** <https://www.efacil.com.br/loja/produto/ferro-seco-vfa-1110-automatico--black-decker-2205780/>

Uma lâmpada incandescente de 127 V -100 W deve ser submetida a uma diferença de potencial de 127 V para operar normalmente e, nessas condições, utilizará 100 W (Figura 51). Se for ligada a uma diferença de potencial maior do que 127 V, consumirá mais do que 100 W e brilhará mais do que o normal, mas correrá o risco de queimar. Se for ligada a uma diferença de potencial menor do que 127 V, consumirá menos do que 100 W e brilhará menos do que o normal.



**Figura 54:** Lâmpada incandescente

**Fonte:** <https://www.konkero.com.br/financas-pessoais/economizar/lampada-incandescente-fluorescente-ou-led-qual-usar>

A razão entre a potência ( $P$ ), em watt, e a diferença de potencial ( $U$ ), em volt; é a intensidade de corrente elétrica ( $i$ ), em ampère, com a qual o dispositivo (bipolo elétrico) vai funcionar:

$$i = \frac{P}{U} \Rightarrow P = U \cdot i$$

Como sabemos, a primeira lei de Ohm é expressa matematicamente como sendo  $U = i \cdot R$ , assim a potência elétrica acima também pode expressa como sendo:

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

### Consumo de energia em uma instalação residencial

As residências são alimentadas por energia elétrica proveniente dos sistemas de distribuição. O serviço prestado à população pelas empresas, públicas ou privadas, que operam esses sistemas é cobrado de acordo com a energia elétrica consumida em cada residência.

Quando se menciona o consumo de energia elétrica de um aparelho, falamos da quantidade de energia elétrica que esse aparelho utiliza durante o período de tempo em que permanece ligado. A quantidade de energia elétrica utilizada por esses aparelhos durante seu funcionamento pode ser calculada utilizando-se as expressões de potência vistas anteriormente. Vejamos, então, uma análise do chuveiro elétrico como exemplo de cálculo de consumo de energia elétrica.

Os chuveiros elétricos comumente apresentam uma chave seletora entre duas potências, cujos valores variam conforme o modelo. Os chuveiros mais populares geralmente apresentam as especificações 220 V - 2200 W-5500 W. Isso significa que o aparelho deve ser ligado a uma rede elétrica com tensão de 220 V Sua chave seletora habilita o consumo da potência mínima (2200 W) ou da máxima (5500 W). Há modelos com uma chave que pode variar do mínimo ao máximo, passando por diversos valores intermediários.

A título de estudo, considere um banho de 15 minutos na posição indicadora de potência máxima. Primeiramente, analisamos as unidades:

$$P = 5500W (5500J/s)$$

$$\Delta t = 15 \text{ min} (15 \times 60 = 900s)$$

Nessas condições, o consumo energético do chuveiro pode ser calculado pela expressão:

$$P = \frac{E}{\Delta t} \Rightarrow 5500 = \frac{E}{600} \Rightarrow E = 5500 \times 900$$

$$E = 4950000J$$

Esse resultado pode ser expresso por  $4,95 \cdot 10^6$  J ou 4,95 MJ (MegaJoule).

Se o cálculo for aplicado para todos os equipamentos elétricos de uma residência, utilizados por mais de uma pessoa, no intervalo de tempo relativo a um mês, como é o mais comum, esse número crescerá ainda mais.

Uma maneira de simplificar a apresentação desse resultado é utilizar unidades que representam sinteticamente valores maiores. Assim a potência é expressa em quilowatt (kW), e o tempo, em hora (h). Dessa forma, o resultado do cálculo anterior pode ser apresentado mais simplificadaamente. Observe:

$$P = 5,5kW \text{ e } \Delta t = 0,25h (15 \text{ minutos})$$

$$P = \frac{E}{\Delta t} \Rightarrow 5,5 = \frac{E}{0,25} \Rightarrow E = 5,5 \times 0,25$$

$$E = 1,375kW.h$$

Desse modo, os valores relativos ao consumo geral mensal de uma residência podem ser expressos por números menores que facilitam a leitura, e em kWh, que é a unidade utilizada nas faturas de consumo de energia elétrica.

Para calcular em reais o gasto com energia, devemos adicionar todos os consumos mensais dos aparelhos (em kWh) e multiplicar a soma pelo preço de 1 kWh, cujo valor, no Brasil, varia de um estado para outro, ou conforme a faixa de consumo (quem consome mais paga mais). Para obter o resultado dessa conta, é necessário efetuar cálculos relativos a diversos tipos de impostos e taxas que variam, de acordo com a região e a cidade.