



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE BLUMENAU
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Newton Soares de Amorim Neto

O ensino de circuitos elétricos através de uma sequência de WebQuest

Blumenau/SC

2023



O ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS ATRAVÉS DE UMA SEQUÊNCIA DE WEBQUEST

Newton Soares de Amorim Neto

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Daniel Girardi

Blumenau/SC

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Amorim, Newton Soares Neto

O ensino de circuitos elétricos através de uma
sequência de WebQuest / Newton Soares Neto Amorim ;
orientador, Daniel Girardi, 2023.

98 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade
Federal de Santa Catarina, Campus Blumenau, Programa de Pós
Graduação em Ensino de Física, Blumenau, 2023.

Inclui referências.

1. Ensino de Física. 2. Ensino de Física. Circuito
Elétrico. Metodologia WebQuest.. I. Girardi, Daniel. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós
Graduação em Ensino de Física. III. Título.

Newton Soares de Amorim Neto

O ensino de circuitos elétricos através de uma sequência de WebQuest

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.(a) Daniel Girardi, Dr.(a)
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.(a) Esley Scatena Gonçales, Dr.(a)
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.(a) Paulo Victor Santos Souza, Dr.(a)
Instituto Federal do Rio de Janeiro

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Ensino de Física

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof.(a) Daniel Girardi, Dr.(a)
Orientador

Blumenau, 2023.

Dedicado à minha avó, Maria de Nazaré Santos Amorim,
e aos meus pais, Nilma Santos de Amorim Carrera e
Hércules Estevam Câmara Carrera, com muito carinho.

Agradecimentos

Agradeço primeiro a Deus, por ter me guiado até outro estado e me dado a oportunidade de realizar um sonho que é o Mestrado. Inclusive, por ter colocado diversos amigos, professores e familiares neste árduo caminho que foi percorrido.

Ao professor Dr. Daniel Girardi, por ter aceitado o desafio de ser meu orientador. Não consigo mensurar quão grato eu sou pelas inúmeras contribuições neste trabalho.

A todos os professores doutores que ministraram as disciplinas em que fiz: Cristiano da Sila Teixeira, Fernando Fuzinato Dall Agnol, Esley Scatena Gonçalves, Lara Fernandes dos Santos Lavelli, Fábio Rafael Segundo e Lucas Natálio Chavero.

A todas as minhas tias: Nilce Santos Amorim do Nascimento (minha madrinha), Neide Santos de Amorim Amorim, Nelma Santos Amorim dos Santos, Naide Santos Amorim, Nádia Santos Amorim, Nivea Santos Amorim e em especial a minha tia Naise Santos Amorim que me apoiou desde antes do início até o fim desta etapa na minha vida.

Aos meus tios: Francisco Oliveira do Nascimento (meu padrinho), Laudomiro Soares de Amorim Júnior, Adalberto Laércio Falcão de Amorim, Carlos Aurélio Falcão de Amorim, Carlos Antônio Alves dos Santos e Victor Hugo Jesus dos Santos.

A minha companheira, Renata Thayná Melo Amaral, que esteve presente desde o começo dessa jornada.

A direção da escola de educação básica Hercílio Deeke, pela ajuda e apoio a aplicação do trabalho e aos alunos das turmas do 3º ano, em especial as turmas 3º1 e 3º2 de 2022 que participaram de todas as etapas deste estudo.

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

Somos como anões aos ombros de gigantes, pois podemos ver mais coisas do que eles e mais distantes, não devido à acuidade da nossa vista ou à altura do nosso corpo, mas porque somos mantidos e elevados pela estatura de gigantes.

Bernardo de Chartres

Resumo

Esta dissertação apresenta a descrição e aplicação de uma sequência didática para o ensino de Física apoiada no recurso de WebQuest e atividades experimentais virtuais com enfoque no Circuito Elétrico. Como a WebQuest é feita através de interações entre alunos e professor, baseou-se na teoria da Zona de Desenvolvimento Proximal de Vygotski. Foram realizadas análises nos livros de Física do ensino médio que são utilizados em sala de aula e feito uma releitura do livro GREF, buscando deixar seus conceitos com exemplos mais atuais. Essa sequência foi aplicada duas vezes, nos anos de 2021 e 2022, no período de pandemia da COVID-19, houveram erros quanto a coleta e entrega de atividades referente a primeira aplicação, por este motivo houve a necessidade de uma segunda aplicação. Esta última, foi realizada com duas turmas do terceiro ano do ensino médio e ocupou um total de oito semanas com duas aulas por dia. O presente trabalho possibilitou que os alunos conhecessem conceitos sobre eletricidade que não são apresentados tradicionalmente por falta de tempo, inclusive fazer cálculos que poderão usar em seu cotidiano. Além disso, percebeu-se alunos mais ativos em sala bem como uma melhor interação entre professor - aluno. Como produto final desta dissertação, todas as etapas da WebQuest assim como o roteiro da atividade experimental ficará disponível como sugestão de atividade a ser desenvolvida com alunos do ensino médio.

Palavras-chave: Ensino de Física. Circuito Elétrico. Metodologia WebQuest.

Abstract

This dissertation presents the description and application of a didactic sequence for teaching Physics, supported by the use of WebQuest resources and virtual experimental activities focused on Electric Circuits. Since WebQuest involves interactions between students and teachers, it was based on Vygotsky's Zone of Proximal Development theory. Analyses were carried out on high school Physics textbooks used in the classroom, and a reinterpretation of the GREF book was made, aiming to provide more up-to-date examples for its concepts. This sequence was implemented twice, in 2021 and 2022, during the COVID-19 pandemic. There were some errors in collecting and submitting activities in the first implementation, which led to the need for a second application. The latter was conducted with two classes of third-year high school students and spanned a total of eight weeks with two classes per day. This work allowed students to learn electricity concepts that are not traditionally taught due to time constraints, including calculations that they can apply in their daily lives. Additionally, it was observed that students were more engaged in class and there was improved interaction between teacher and student. As the final outcome of this dissertation, all stages of the WebQuest, as well as the experimental activity guide, will be made available as a suggested activity to be developed with high school students.

Keywords: Physics Education. Electric Circuit. WebQuest Methodology.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Balança de torção para medida da força elétrica entre duas cargas q_1 e q_2	10
Figura 2 – Linhas de campo entre uma carga positiva e uma carga negativa	11
Figura 3 – Superfície Gaussiana	12
Figura 4 – Carga sendo movida de um ponto P_1 para um ponto P_2	13
Figura 5 – Superfície dS atravessada por uma densidade de corrente \vec{j}	15
Figura 6 – Linhas de corrente mostradas no interior do mesmo material, com o mesmo valor de diferença de potencial mas aplicada de maneira distinta	16
Figura 7 – Secção de fio atravessado por uma corrente i	17
Figura 8 – Circuito elétrico onde os retângulos brancos representam resistores no circuito. As linhas vermelhas representam o caminho que a corrente percorreria se não atravessasse os resistores.	18
Figura 9 – Circuito com duas malhas	19
Figura 10 – Imagem dos conteúdos de eletricidade de livros do ensino médio.	22
Figura 11 – Tarefas Google Sala de Aula	24
Figura 12 – Alunos respondendo ao formulário da Tarefa 1	29
Figura 13 – Imagem extraída do formulário da Tarefa 1 com as respostas dos estudantes explicando o que eles entendem sobre circuito elétrico.	29
Figura 14 – Imagem extraída do formulário da Tarefa 2 com as respostas dos estudantes sobre o choque elétrico.	30
Figura 15 – Aplicação da Tarefa 3	31
Figura 16 – Imagem extraída do formulário da Tarefa 4 com as respostas dos estudantes sobre o comprimento da resistência elétrica.	32
Figura 17 – Aluna respondendo ao formulário da Tarefa 5, sobre efeito Joule.	33
Figura 18 – Imagem extraída do formulário da Tarefa 6 com as respostas dos estudantes sobre a queima de um fusível.	34
Figura 19 – Imagem extraída do formulário da Tarefa 7 com as respostas dos estudantes sobre a queima ou não de um aparelho elétrico.	35
Figura 20 – Kit para Montar Circuito DC.	36
Figura 21 – Alunos respondendo ao formulário da Tarefa 8	36

Lista de quadros

Quadro 1 – Distribuição das aulas da sequência didática, seus procedimentos metodológicos e objetivos.	25
--	----

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Justificativa	2
1.2	Objetivo	3
1.2.1	Objetivo Geral	3
1.2.2	Objetivos Específicos	3
1.3	Organização	3
2	REFERENCIAL TEÓRICO PEDAGÓGICO	5
3	REVISÃO DE FÍSICA	9
3.1	Carga Elétrica	9
3.2	Lei de Coulomb	10
3.3	Campo Elétrico	11
3.4	Lei de Gauss	12
3.5	Energia Potencial Elétrica	12
3.6	Potencial Coulombiano e Diferença de Potencial (D.D.P.)	13
3.7	Corrente Elétrica e Densidade de Corrente	14
3.8	Resistores	15
3.9	Resistividade	16
3.10	Lei de Ohm	17
3.11	Leis de Kirchhoff	18
3.11.1	1ª Lei de Kirchhoff ou lei das malhas	18
3.11.2	2ª Lei de Kirchhoff ou lei dos nós	19
3.12	Efeito Joule	19
4	METODOLOGIA	21
4.1	Abordagem nos livros de Ensino Médio	21
4.2	DESCRIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO	21
5	RELATO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DA APLICAÇÃO	26
5.1	Local de aplicação	26
5.2	Aplicação do produto	27
5.2.1	Aula 1	28
5.2.2	Aula 2	29
5.2.3	Aula 3	30
5.2.4	Aula 4	31

5.2.5	Aula 5	32
5.2.6	Aula 6	33
5.2.7	Aula 7	34
5.2.8	Aula 8	35
6	CONCLUSÃO	38
	REFERÊNCIAS	39
	APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL	42

1 INTRODUÇÃO

É perceptível que estamos nos deparando cada vez mais com alunos desmotivados. Uma das possíveis causas é a forma em que as disciplinas são ministradas. Alguns professores e instituições de ensino procuram métodos alternativos para melhorar o aprendizado do aluno mas a maioria ainda se mantém no método tradicional onde o professor é o centro e responsável por transmitir o conhecimento de forma mecânica com canetão e lousa.

Neste projeto, iremos sugerir um método de ensino em que os alunos se tornem o centro do processo de ensino, sujeitos ativos, podendo interagir, discutir e transmitir conhecimento entre si. Seguindo este ponto de vista, utilizaremos uma sequência de ensino baseada em WebQuest e experimentos virtuais.

Até 2019, a maioria das aulas presenciais ministradas eram expositivas, com conteúdos no quadro, experimentos tanto em sala, quanto no laboratório, utilização de datashow, etc. Contudo, no ano de 2020, com o surgimento da pandemia de COVID-19, fomos obrigados a ensinar de forma remota. Estas aulas acabaram sendo trabalhadas de forma tradicional e, por esse motivo, certas turmas se adequaram mais do que outras. Percebeu-se que turmas de alunos mais novos se adaptaram mais celeremente do que turmas de alunos do EJA (Educação de Jovens e Adultos). Os alunos do EJA demonstraram muita desmotivação em aprender a matéria e, apesar de haver casos de evasão nos dois grupos de alunos, a evasão na turma do EJA aumentou extremamente, como apontam Souza, Ferreira e Viana (2022, p.6):

De acordo com os dados do SIMADE, relacionados aos alunos matriculados na escola onde o estudo foi realizado, no primeiro semestre de 2019, 55% dos alunos matriculados na EJA não progrediram de ano. No segundo semestre de 2019, a porcentagem de alunos desistentes diminuiu para 39,5%, nesta ocasião os professores, a direção e a secretaria da escola realizaram uma intensa busca ativa com objetivo de reduzir a evasão escolar. No entanto, no primeiro semestre de 2020, essa porcentagem aumentou drasticamente para 84%, nesse momento, tanto o sistema escolar quanto os alunos estavam tentando se adaptar aos novos processos de ensino e aprendizagem e com a suspensão não planejada das atividades presenciais diminuiu a interação aluno-professor.

Estes, então, se tornaram os principais motivadores na busca de um método de ensino que melhorasse o aprendizado de forma remota.

Como um método alternativo, este trabalho visa criar uma sequência de ensino baseada em WebQuests sobre o ensino de eletricidade com enfoque em circuitos elétricos

para ser aplicada em turmas do ensino médio, no intuito de buscar uma alternativa melhor de ensinar os alunos em aulas remotamente.

1.1 Justificativa

Por desempenhar um enorme papel no nosso cotidiano, a eletricidade está em praticamente tudo que utilizamos. Chuveiros elétricos, celulares, computadores e motores são alguns dos exemplos de aparelhos que necessitam da energia elétrica para funcionar.

Na maioria dos livros didáticos de Física no ensino médio (Jr, Ferrao e Soares (2005), Máximo e Alvarenga (2012), Kazuhito e Funke (2016), Gualter, Newton e Helou (2001)) o conteúdo de eletrostática se encontra no volume 3, direcionado ao 3º ano. Estes livros abordam os conteúdos de eletrostática de forma detalhada. Além disso, foi relatado pela turma deste autor que este é um dos assuntos de Física que os alunos têm mais insegurança nas provas de vestibular e no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem).

A situação iniciada em 2020 a partir da pandemia de COVID-19 afetou inúmeros cenários, inclusive a educação. Professores do ensino básico tiveram que se reinventar, intensificando o uso das tecnologias da informação aplicada a educação como mediadores do ensino não presencial. Diante disso, os professores experimentaram, inovaram e criaram métodos alternativos para melhorar o processo de aprendizagem dos alunos.

Na rede básica de ensino, em Santa Catarina e, mais precisamente, em Blumenau, a aposta do governo foi na utilização do Google Classroom como método de Educação a Distância (EAD) que durou todo o ano de 2020. Alguns alunos apresentam mais afinidade com a tecnologia do que a maioria dos professores. O que é justificado por Almeida (2000, p.108):

Os alunos por crescerem em uma sociedade permeada de recursos tecnológicos, são hábeis manipuladores da tecnologia e a dominam com maior rapidez e desenvoltura que seus professores. Mesmo os alunos pertencentes a camadas menos favorecidas têm contato com recursos tecnológicos na rua, na televisão, etc., e sua percepção sobre tais recursos é diferente da percepção de uma pessoa que cresceu numa época em que o convívio com a tecnologia era muito restrito.

Infelizmente, ao trabalhar no EAD, percebeu-se que grande parte dos alunos encontravam-se desmotivados. O que impossibilita o ensino como aponta Moran (2000, p.17-18):

As mudanças na educação dependem também dos alunos. Alunos curiosos e motivados facilitam enormemente o processo, estimulam as melhores qualidades do professor, tornam-se interlocutores lúcidos e parceiros de caminhada do professor-educador. Alunos motivados aprendem e ensinam, avançam mais, ajudam o professor a ajudá-los melhor. Alunos

que provêm de famílias abertas, que apoiam as mudanças, que estimulam afetivamente os filhos, que desenvolvem ambientes culturalmente ricos, aprendem mais rapidamente, crescem mais confiantes e se tornam pessoas mais produtivas.

Percebeu-se que, mesmo com a implementação do Google Classroom no ano de 2020, os alunos continuavam desmotivados para aprender a matéria de forma remota. Isso nos fez procurar meios de ensino alternativos para solucionar o problema. Para isso, a criação de uma WebQuest pode ser usada como uma ferramenta para facilitar o ensino à distância. De modo alternativo, a WebQuest utilizará um espaço pedagógico virtual para dinamizar o ensino de Física, com a produção de atividades e experimentos on-line.

A WebQuest servirá como um espaço diferente de uma sala de aula tradicional, com o propósito de realizar o processo educativo além de tentar aguçar o interesse dos alunos pelo conhecimento.

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma sequência de ensino apoiada no recurso de WebQuest e atividades experimentais virtuais para o ensino de eletricidade a partir da perspectiva dos circuitos elétricos presentes numa residência.

1.2.2 Objetivos Específicos

Considerando o desenvolvimento do trabalho e o objetivo geral apresentado, destacam-se os seguintes objetivos específicos:

- Criar uma WebQuest com várias etapas que tratem sobre eletricidade;
- Produzir uma sequência didática para o ensino de eletricidade;
- Aplicar uma sequência de WebQuest em uma escola pública;
- Produzir uma atividade exploratória on-line como guias e roteiros de experimentação em laboratórios virtuais para o ensino de circuitos elétricos.

1.3 Organização

O presente trabalho está organizado da seguinte forma:

No capítulo 2 iremos fazer uma revisão sobre o referencial teórico pedagógico usado.

No capítulo 3 faremos uma revisão sobre Física.

No capítulo 4 falaremos sobre a metodologia e descrição do produto educacional.

No capítulo 5 descreveremos sobre relato, análise e discussão da aplicação.

Por fim, no capítulo 6, faremos a conclusão da dissertação.

2 Referencial Teórico Pedagógico

O ensino está em constante mudança, com o advento da pandemia da COVID-19, as TDIC'S - Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação - estão sendo usadas para ministrar aulas remotamente e semi-presencialmente. Segundo Lalueza, Crespo e Camps (2010, p.51):

A tecnologia contribui para orientar o desenvolvimento humano, pois opera na zona de desenvolvimento proximal de cada indivíduo por meio da internalização das habilidades cognitivas requeridas pelos sistemas de ferramentas correspondentes a cada momento histórico. Assim, cada cultura se caracteriza por gerar contextos de atividades mediados por sistemas de ferramentas, os quais promovem práticas que supõem maneiras particulares de pensar e de organizar a mente.

O uso das TDIC'S tem por objetivo aprimorar o processo de aprendizagem dos alunos. Alunos com mais acesso as TDIC'S terão mais facilidade na hora de lidar com EAD e a intenção é de que estes socializem e interatuem entre os demais.

Cabe ao professor, neste momento, se adaptar a nova realidade de ensino usando as ferramentas de educação disponíveis guiando o aluno na utilização das tecnologias. Para isto ocorrer, o professor deve saber usar os recursos tecnológicos a sua volta e a escola também deve acompanhar os processos de ensino. Chiappini (2005, p.278) explica:

A formação do professor é fator imprescindível para que a escola consiga melhorar a capacidade do cidadão comunicante, uma vez que o professor pode adotar em sua prática cotidiana uma postura que subsidia e estimula o aluno a refletir sobre o que significa comunicar-se em nossa sociedade, como também aprender a manipular tecnicamente as linguagens e a tecnologia.

O uso de tecnologias no ensino, além de possibilitar uma alternativa a mais de ensino aos professores, também estimula o aprendizado. Pois, tanto professores quanto alunos investigam situações e soluções para os problemas encontrados.

Alunos convivem com a tecnologia em suas mãos, como smartphones, vídeo-games e computadores mas estas são pouco utilizadas em sala de aula. Iremos partir do pressuposto que as tecnologias aplicadas ao ensino de Física irão facilitar a sua aprendizagem. Sabe-se também que nem todos os alunos têm acesso às tecnologias devido a falta de recurso em algumas escolas, principalmente públicas. Segundo Hargreaves (2003, p.18):

educação pública é vista como um sistema de baixo custo, funcionando a partir de professores pouco qualificados, mal pagos e sobrecarregados, cujo trabalho é manter a ordem, ensinar para as provas e seguir roteiros curriculares padronizados.

Nesse sentido, o uso de uma WebQuest para o ensino de Física é válido pois apesar da falta de recursos, ela pode ser feita pelo celular. Sabemos que poucas escolas estaduais e municipais do Brasil dispõem de tecnologias mais avançadas para o ensino e a WebQuest segundo Dodge (1995, p.1) é:

Uma investigação orientada na qual algumas ou todas as informações com as quais os aprendizes interagem são originadas de recursos da Internet, opcionalmente suplementadas por videoconferência.

Existem dois tipos de WebQuest: a de curta duração e longa duração. Numa de curta duração, que abrange de uma a três aulas, o objetivo é a aquisição de conhecimento dos alunos e integração com o seu grupo. Já na WebQuest de longa duração, que ultrapassa as três aulas, os alunos estarão submetidos a ampliar seus conhecimentos, atingindo um patamar mais elevado do que uma WebQuest de curta duração. As habilidades que uma WebQuest de longa duração devem exigir dos alunos, segundo Marzano (1992, p.69), são:

Comparar: Identificar e articular similaridades e diferenças (não necessariamente de uma WebQuest) entre coisas.

Classificar: Agrupar coisas em categorias definíveis com base em seus atributos.

Induzir ou Inferir: generalizações desconhecidas ou princípios a partir de observações e análises.

Deduzir: Inferir consequências não declaradas e condições a partir de princípios e generalizações.

Analisar erros: Identificar e articular erros no pensamento próprio ou de outros.

Construir apoio: Construir um sistema de apoio ou prova para uma afirmação.

Abstrair: Identificar e articular o tema subjacente ou modelo geral de informação.

Analisar perspectivas: Identificar e articular perspectivas sobre questões ou temas.

A WebQuest tem o intuito de fazer os alunos usarem e pesquisarem informações corretas para responder e compreender melhor o conceito/conteúdo motivando-os a testar as hipóteses encontradas e trabalharem em grupos para melhor discernimento do assunto. O modelo de uma WebQuest tem o propósito de tornar o aluno mais investigativo e conceitualista.

Para lidar com o desenvolvimento natural do aluno e estimulá-lo a aprender por meio de uma WebQuest, utilizou-se os conceitos sócio-interacionistas sobre desenvolvimento e aprendizagem de Vygotski. Para ele, o desenvolvimento é promovido pelo processo de convivência social, de interação e de meditação. Ou seja, o aluno não irá se desenvolver sozinho com o tempo sem vivenciar experiências propostas pelo professor. Segundo

Vygotski (1998), o estudante é um ser pensante mas necessita de trocas entre os colegas de sala e professor, onde irá envolver diretamente o processo de ensino-aprendizagem na interação entre os sujeitos. Como Vygotski escreve:

O aprendizado humano pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daquelas que as cercam.

A função do professor, então, é favorecer a aprendizagem exatamente como um mediador entre os alunos. Como grande parte do ensino atualmente é feito via EAD, é possível observar o quanto este tipo de interação ajuda na aprendizagem do aluno.

Vygotski descreve dois tipos de desenvolvimento, sendo eles denominados como o Nível de Desenvolvimento Real: tudo aquilo que o aluno consegue resolver usando somente o seu conhecimento. E o Nível de Desenvolvimento Potencial: aquele em que o aluno só consegue resolver se obtiver um aluno mais experiente ou um professor lhe dando orientações de como resolver o problema. A Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) está localizada no espaço entre os dois desenvolvimentos.

A distância do conteúdo que o aluno já domina e as atividades que ele ainda depende de ajuda, se desenvolvendo mentalmente através de interações e trocas de experiência, segundo Vygotski, é chamado de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Para Vygotski, o que realmente é importante é analisar o caminho entre estes dois pontos e não somente analisar o que o aluno já aprendeu para analisar o seu desempenho.

Assim sendo, a percepção da ZDP proporciona um grande avanço dos alunos pois, segundo Vygotski (1998, p. 58):

Aquilo que é zona de desenvolvimento proximal hoje, será o nível de desenvolvimento real amanhã – ou seja, aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã.

O Nível de Desenvolvimento Potencial necessita de mediação. Para então, transformar os conhecimentos potenciais em reais. Os estudos de Vygotski mostram que os mediadores são diversos, mas, se tratando de educação, a mediação deve ser realizada por pessoas competentes, sejam elas professores, ou um outro aluno ou alguém que o aluno interage por meios digitais (fóruns, listas de discussões, chats e etc) que já tem aquele conhecimento como conhecimento real.

Cabe destacar que cada aluno está em uma ZDP específica. Ou seja, é mais complexo para o professor que está em sala de aula com vários alunos em ZDP diferentes. Vale ressaltar que a ZDP é dinâmica e está em constante mudança, afinal, não há estabilidade no processo de aprendizagem, deixando o conceito completo e dinâmico Moreira e Massoni (2015). Vygotski e Mente (2007, p.85) explicam que:

A Zona de Desenvolvimento Proximal provê psicólogos e educadores de um instrumento através do qual se pode entender o curso interno do desenvolvimento. Usando esse método podemos dar conta não somente dos ciclos e processos de maturação que já foram completados, como também daqueles processos que estão em estado de formação, ou seja, que estão apenas começando a amadurecer e a se desenvolver. Assim a Zona de Desenvolvimento Proximal permite-nos delinear o futuro imediato da criança e seu estado dinâmico de desenvolvimento, propiciando o acesso não somente ao que já foi atingido através do desenvolvimento, como também àquilo que está em processo de maturação.

Portanto, para um aluno que está em processo de aprendizagem pela ZDP, são inúmeras as ajudas que podem ser ofertadas por um professor, sendo uma dessas possibilidades a de interação entre os alunos, valorizando as vivências e experiências anteriores para que possam construir novos rumos da aprendizagem.

3 Revisão de Física

O produto educacional desenvolvido neste trabalho tem a proposta de abordar conceitos de eletricidade com enfoque em circuito elétrico. Neste capítulo serão discutidos as principais interações elétricas presentes em um circuito e suas devidas relações.

3.1 Carga Elétrica

A carga elétrica é uma propriedade intrínseca das partículas que compõem os átomos. O átomo é formado por prótons, nêutrons e elétrons, os prótons tem a carga elétrica positiva e os elétrons são partículas com carga elétrica negativa. Já os nêutrons são partículas com carga elétrica nula.

Os corpos sólidos possuem cargas elétricas, mas são neutros quando a quantidade de elétrons for exatamente igual a quantidade de prótons. Se o corpo contiver uma quantidade de elétrons maior que a de prótons ele vai ter saldo de cargas negativas. Se ele estiver com mais prótons do que elétrons ele terá saldo de cargas positivas. O processo de carregar eletricamente um corpo neutro somente é possível adicionando ou retirando elétrons (e não prótons) em seu interior pois os prótons estão no núcleo dos átomos e não podem ser removidos sem destruir o átomo.

Para carregar eletricamente um corpo inicialmente neutro, precisamos de um outro corpo, carregado ou não, para que haja transferência de elétrons entre eles. Se o fizermos, podemos perceber que a soma das cargas antes e depois do processo de transferência é o mesmo. Então, podemos dizer que a carga elétrica não pode ser criada nem destruída, somente transferida entre os corpos. Em suma, o número de elétrons em um destes corpos é igual a quantidade de elétrons em falta do outro, formulando assim a lei da conservação da carga elétrica como descrito por Halliday, Resnick e Krane (1984):

Quando esfregamos um bastão de vidro com um pedaço de seda, o bastão fica positivamente carregado. As medidas mostram que uma carga negativa de mesmo valor absoluto se acumula na seda. Isso sugere que o processo não cria cargas, mas apenas transfere cargas de um corpo para outro, rompendo no processo a neutralidade de carga dos dois corpos. Essa hipótese de conservação da carga elétrica, proposta por Benjamin Franklin, foi comprovada exaustivamente, tanto no caso de objetos macroscópicos como no caso de átomos, núcleos e partículas elementares. Até hoje não foi encontrada uma exceção. Assim, podemos acrescentar a carga elétrica a nossa lista de grandezas, como a energia, o momento linear e o momento angular, que obedecem a uma lei de conservação.

O menor valor da carga elétrica encontrada na natureza é chamada de carga elétrica

elementar. A carga elementar vale $e = 1,602 \times 10^{-19}C$ com $+e$ atribuído ao próton e $-e$ ao elétron. Ou seja, prótons e elétrons têm a mesma carga elétrica, mas com sinal contrário.

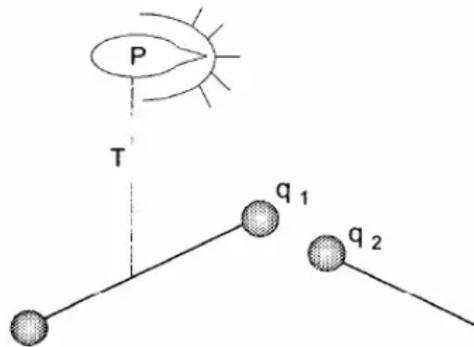
3.2 Lei de Coulomb

Para a obtenção da lei de forças entre as cargas, Coulomb utilizou-se de um instrumento como descrito por Nussenzveig (2015, p.6):

A investigação experimental direta da lei de forças foi feita em 1785 por Charles Augustin de Coulomb, com o auxílio de uma balança de torção, instrumento inventado independentemente por ele e por John Mitchell, que foi depois emprestado por Cavendish para medir a constante gravitacional.

Esta balança de torção é representada pela Figura 1 onde q_1 e q_2 são as esferas com cargas e T é uma fibra fina que suspende a carga q_1 ligada a um ponteiro P com escala graduada.

Figura 1 – Balança de torção para medida da força elétrica entre duas cargas q_1 e q_2



Fonte: Nussenzveig, 2015.

Ao colocar dois corpos carregados, um próximo ao outro, observa-se que eles interagem entre si com uma força, chamada de força elétrica e definida pela lei de Coulomb:

$$\vec{F}_{21} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 \cdot q_2}{r_{12}^2} \hat{r}_{12} = -\vec{F}_{12}, \quad (3.1)$$

onde \vec{F}_{ij} representam a força que a partícula j exerce sobre a partícula i , q_i é a carga elétrica da partícula i , ϵ_0 é a permissividade elétrica no vácuo com um valor constante de $8,85 \cdot 10^{-12} C^2 / Nm^2$, \vec{r}_{12} é o vetor que aponta a posição do corpo 2 em relação a 1 e \hat{r}_{12} é um versor nessa mesma direção.

Observamos então que a força elétrica é proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas. A força elétrica não precisa

ter contato entre os corpos carregados e pode ser tanto repulsiva (corpos carregados com cargas de mesmo sinal) ou atrativa (corpos carregados com cargas de sinais diferentes).

3.3 Campo Elétrico

A força elétrica que age em uma partícula carregada em um determinado ponto é o valor da sua carga vezes o valor do campo elétrico naquele determinado ponto:

$$\vec{F}_i = q_i \vec{E}_i, \quad (3.2)$$

onde o valor de \vec{E}_i no ponto é devido a N partículas carregadas na vizinhança:

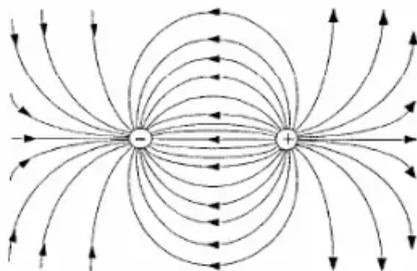
$$\vec{E}_i = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{j=1}^N \frac{q_j}{r_{ji}^2} \hat{r}_{ji}. \quad (3.3)$$

Definimos então que o valor do campo \vec{E}_i é o campo sentido pela carga q_i devido às N cargas “fontes” ao redor de q_i . No S.I., a unidade de Campo Elétrico é dado por N/C.

Uma das tentativas de observar o campo elétrico é pelo conceito de linhas de campo. Em ambas as cargas (positivas e negativas) o vetor campo elétrico é radial, com a diferença que nas cargas positivas o vetor campo é “saíndo” da carga enquanto na negativa o vetor campo é “entrando”. Vale destacar que, segundo Nussenzveig (2015) não se deve esquecer que o campo é tridimensional, tendo simetria de revolução em torno de qualquer eixo que passa pela carga.

É interessante destacar que as linhas de campo saem das cargas positivas e apontam para as cargas negativas (ver Figura 2). Ainda, estas linhas nunca se cruzam tendo vista que o campo deve possuir apenas uma direção no mesmo ponto.

Figura 2 – Linhas de campo entre uma carga positiva e uma carga negativa

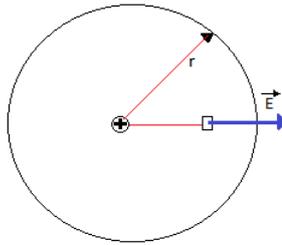


Fonte: Nussenzveig, 2015.

3.4 Lei de Gauss

A lei de Gauss relaciona o fluxo de campo elétrico que atravessa uma superfície fechada com o campo elétrico e a carga elétrica interna a essa superfície. O fluxo elétrico que atravessa uma superfície fechada observado na Figura 3 é:

Figura 3 – Superfície Gaussiana



Fonte: Do Autor.

$$\Phi_E = \oint_s \vec{E} \cdot d\vec{A}. \quad (3.4)$$

É possível ver que se não houver cargas dentro dessa superfície $\Phi_E = 0$. A lei de Gauss estabelece que:

$$\Phi_E = \oint_s \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{int}}{\epsilon_0}, \quad (3.5)$$

onde q_{int} representa a carga elétrica interna a superfície. A integral é realizada sobre uma superfície fechada S , denominada superfície gaussiana.

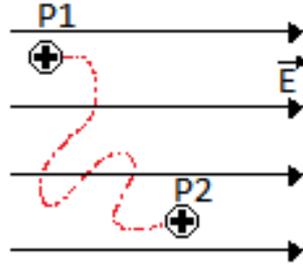
O campo elétrico numa superfície gaussiana só depende de q_{int} dentro da superfície já que para uma carga q_{ext} fora da superfície a quantidade de linhas de campo que entram nela devido a q_{ext} é a mesma que sai. Segundo Tipler e Mosca (2000, p.46):

A lei de Gauss é válida para todas as superfícies e quaisquer distribuições de carga. Para as distribuições que possuem alto grau de simetria ela pode ser utilizada para calcular o campo elétrico [...]. Para as distribuições estáticas de carga, as leis de Gauss e Coulomb são equivalentes. Entretanto, a lei de Gauss é mais geral por ser sempre válida, enquanto a lei de Coulomb é válida apenas para distribuições estáticas de carga.

3.5 Energia Potencial Elétrica

É possível mostrar que $\vec{\nabla} \times \vec{F}_{el} = 0$, portanto, a força coulombiana é uma força conservativa. Isso significa que o trabalho para mover uma carga de um ponto P_1 até um ponto P_2 , na presença de outras cargas fixas (ou um campo elétrico devido a essas cargas) é, como na Figura 4:

Figura 4 – Carga sendo movida de um ponto P_1 para um ponto P_2



Fonte: Do Autor.

$$W = -\Delta U = \int_s \vec{F}_e \cdot d\vec{s} = \int_{r_1}^{r_2} F(r) dr, \quad (3.6)$$

$$-U(r_2) + U(r_1) = \int_{r_1}^{r_2} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} dr, \quad (3.7)$$

$$U(r_2) - U(r_1) = + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 \cdot q_2}{r} \Big|_{r_1}^{r_2}, \quad (3.8)$$

$$U(r_2) - U(r_1) = + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 \cdot q_2}{r_2} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 \cdot q_2}{r_1}, \quad (3.9)$$

fazendo $U(r_1 \rightarrow \infty) = 0$ e fazendo $r_2 = r$

$$U(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 \cdot q_2}{r}. \quad (3.10)$$

O potencial elétrico é definido como a energia potencial elétrica por unidade de carga. Logo:

$$V = \frac{U}{q_2}, \quad (3.11)$$

$$\therefore V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1}{r}. \quad (3.12)$$

3.6 Potencial Coulombiano e Diferença de Potencial (D.D.P.)

O campo elétrico produzido por uma carga puntiforme na origem é definida por:

$$\vec{E}(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{\hat{r}}{r^2}, \quad (3.13)$$

ou

$$\vec{E}(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{r}}{r^2}. \quad (3.14)$$

O potencial coulombiano é definido pelo trabalho correspondente ao levar uma carga de prova q de um ponto P_1 até um ponto P_2 que resulta em:

$$-\left(\frac{U(P_2)}{q} - \frac{U(P_1)}{q}\right) = \frac{1}{q} \int \vec{F}_e \cdot d\vec{l} = \int \vec{E} \cdot d\vec{l}, \quad (3.15)$$

$$V(P_2) - V(P_1) = - \int \vec{E} \cdot d\vec{l}. \quad (3.16)$$

Como o trabalho que é realizado para mover a carga de um ponto ao outro é sempre o mesmo, a integral independe do caminho tomado, o potencial elétrico é conservativo. A Diferença de potencial é definida como o trabalho por unidade de carga para deslocar a partícula carregada de um ponto a outro num campo elétrico. Ainda segundo Tipler e Mosca (2000, p.73):

A diferença de potencial $V_b - V_a$ é igual ao negativo do trabalho por unidade de carga, realizado pelo campo elétrico sobre uma pequena carga de prova positiva quando esta se move de um ponto a para um ponto b . Este cálculo é válido mantendo-se fixas as posições de todas as demais cargas do sistema.

Como o potencial é o trabalho por unidade de carga, sua unidade é em J/C. Por definição no S.I.:

$$1J/C = 1V(volt). \quad (3.17)$$

3.7 Corrente Elétrica e Densidade de Corrente

Se ligarmos por um fio dois lados de um condutor com potenciais elétricos diferentes estabelecemos uma conexão através do fio, fazendo com que elétrons livres se desloquem do lado de maior potencial para o de menor potencial. Esses elétrons em movimento dão origem a uma corrente elétrica que percorre o fio. A intensidade da corrente elétrica que passa pelo fio é definida como Nussenzveig (2015):

$$i = \frac{dQ}{dt}, \quad (3.18)$$

onde dQ é a carga líquida que passa por uma secção reta do condutor em um certo intervalo de tempo dt . No S.I., a unidade de corrente é:

$$1 \frac{C}{s} = 1A(\text{ampère}). \quad (3.19)$$

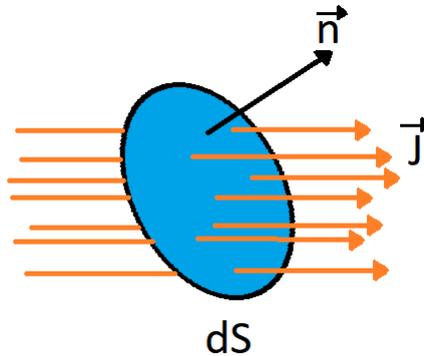
Aqui, cabe destacar também o princípio da conservação da carga elétrica que, como descrita por Nussenzveig (2015, p.101) é:

Um princípio tão geral quanto o da conservação da energia e para o qual também não se encontra até hoje nenhuma violação é o da conservação da carga elétrica: a carga total (soma algébrica das cargas) de um sistema isolado nunca se altera. É possível criar ou aniquilar cargas, mas sempre de forma consistente com esse princípio.

Se definirmos um elemento de área dS , a corrente di que o atravessa pode ser considerada como um fluxo de corrente, e um infinitésimo de corrente di que cruza a área dS (ver Figura 5) é:

$$di = \vec{j} \cdot d\vec{S}. \quad (3.20)$$

Figura 5 – Superfície dS atravessada por uma densidade de corrente \vec{j} .



Fonte: Do Autor.

Aqui, \vec{j} é a densidade de corrente que condiz ao movimento e sentido das cargas positivas. Podemos observar que a densidade de corrente é um vetor relacionado a unidade de corrente elétrica por unidade de área e a sua unidade é A/m^2 .

3.8 Resistores

A razão entre a diferença de potencial ou o potencial elétrico entre os finais do fio e a corrente elétrica é denominada de resistência elétrica. Então, a resistência é definida por:

$$R = \frac{V}{i}, \quad (3.21)$$

e sua unidade é:

$$1 \frac{V}{A} = 1 \Omega (\text{ohm}). \quad (3.22)$$

Vale ressaltar que cada material, nas mesmas condições de temperatura, pressão e outras variáveis, tem um valor de resistência diferente. O que explica Halliday, Resnick e Krane (1984):

Quando aplicamos a mesma diferença de potencial às extremidades de barras de mesmas dimensões feitas de cobre e de vidro, os resultados são muito diferentes. A característica do material que determina a diferença é a resistência elétrica. Medimos a resistência entre dois pontos de um condutor aplicando uma diferença de potencial V entre esses pontos e medindo a corrente i resultante.

A principal função dos resistores é delimitar o fluxo de cargas elétricas que passam em um condutor. Os resistores são encontrados em circuitos eletrônicos e quanto maior o seu valor, menor o valor de corrente elétrica que passa no circuito.

A resistividade é uma propriedade intrínseca do material podendo variar por variáveis externas ou do próprio circuito como no caso dos termoresistores (que dependem da temperatura). E também existem resistores onde as suas resistência permanecem constantes independente da corrente ou da tensão. Estes últimos são chamados de resistores ôhmicos.

3.9 Resistividade

O valor da resistência de um material depende de como aplicamos uma diferença de potencial entre as suas extremidades. Observe a Figura 6 abaixo, onde aplicamos o mesmo valor de diferença de potencial no mesmo material mas de formas distintas:

Figura 6 – Linhas de corrente mostradas no interior do mesmo material, com o mesmo valor de diferença de potencial mas aplicada de maneira distinta



Fonte: Halliday, 1984.

Podemos observar, através das linhas de corrente dentro do material, que a corrente nos dois casos são diferentes. Para o material no lado (a), as linhas se direcionam a somente um ponto da sua extremidade, deixando a sua resistência maior que o material no lado (b), onde as linhas de corrente se direcionam para toda a sua extremidade. E, segundo Halliday, Resnick e Krane (1984), se concentramos a atenção, não na diferença de potencial V entre as extremidades de um resistor, mas no campo elétrico \vec{E} que existe em

um ponto do material resistivo, em vez de lidar com a corrente i no resistor, lidamos com a densidade de corrente \vec{j} no ponto em questão. Em vez de falar da resistência R de um componente, falamos da resistividade ρ do material que é descrita por:

$$\rho = \frac{\vec{E}}{\vec{j}}, \quad (3.23)$$

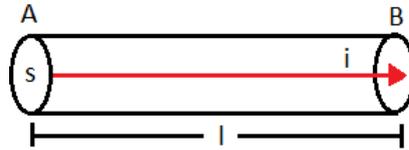
onde sua unidade é definida por:

$$1 \frac{V}{A} . m = 1 \Omega . m. \quad (3.24)$$

3.10 Lei de Ohm

A corrente elétrica que passa em um circuito é diretamente proporcional a diferença de potencial entre dois pontos do circuito e inversamente proporcional a resistência do mesmo. Considere o fio da Figura 7 abaixo com seção constante de área S e comprimento l , a intensidade da corrente que atravessa o fio do ponto A até o ponto B é:

Figura 7 – Secção de fio atravessado por uma corrente i



Fonte: Do Autor.

$$V_a - V_b \equiv V = Ri, \quad (3.25)$$

tendo assim:

$$i = \frac{V}{R}. \quad (3.26)$$

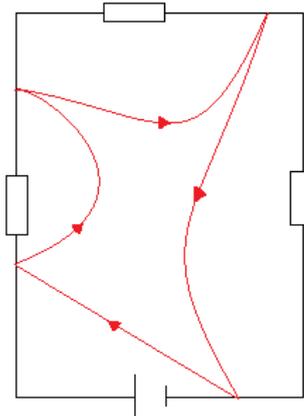
Se adotarmos um resistor ôhmico, a corrente dependerá da voltagem que passa no circuito. Para uma voltagem duas vezes maior, a corrente irá aumentar duas vezes e diminuir o mesmo valor caso a voltagem também diminua.

A lei de Ohm estabelece uma relação entre a diferença de potencial, resistência e corrente elétrica de um circuito. Havendo uma diferença de potencial entre dois pontos de um resistor com temperatura constante, este será atravessado por uma corrente elétrica i .

3.11 Leis de Kirchhoff

3.11.1 1ª Lei de Kirchhoff ou lei das malhas

Figura 8 – Circuito elétrico onde os retângulos brancos representam resistores no circuito. As linhas vermelhas representam o caminho que a corrente percorreria se não atravessasse os resistores.



Fonte: Do Autor.

Considere um circuito fechado como na Figura 8, o componente no ponto mais baixo da figura é chamado de gerador, é ele que fornece a energia de um circuito, enquanto que os três componentes retangulares podem ser vistos como um resistor. O circuito também pode ser chamado de malha, pois é um circuito fechado, incluindo estes componentes elétricos. Então, se adotarmos o caminho vermelho para a corrente que passe por fora de todos os elementos do circuito, a lei da indução dá:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0. \quad (3.27)$$

Onde:

$$\int_1^2 \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int_1^2 dV = V_1 - V_2 = -\varepsilon, \quad (3.28)$$

é a queda de tensão entre os pontos 1 e 2.

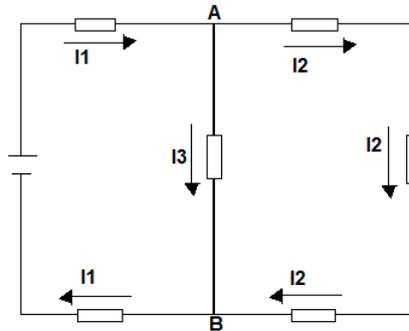
Portanto, a soma de todas estas quedas de tensão ao longo da malha no circuito é nula. Ou seja, a carga elétrica inicial sempre será igual a carga elétrica final (consequência do princípio de conservação da carga elétrica). Esta soma, segundo Nussenzveig (2015, p.192):

é uma soma algébrica, lembrando que uma queda de tensão é positiva quando estamos indo de um ponto a outro no sentido da corrente e negativa quando em sentido oposto, e que a queda de tensão através de um gerador é o oposto da fem no sentido da corrente.

3.11.2 2ª Lei de Kirchhoff ou lei dos nós

Agora veja a Figura 9 a seguir com duas malhas:

Figura 9 – Circuito com duas malhas



Fonte: Do Autor.

os pontos A e B onde dois ou mais elementos do circuito se juntam são chamados de nós.

Se tomarmos uma superfície fechada S_A em torno do nó A, temos:

$$\oint_{S_A} \vec{j} \cdot d\vec{S} = I_2 + I_3 - I_1 = 0. \quad (3.29)$$

Ou seja, a soma de todas as correntes que entram e saem de um nó é igual a zero (0). Logo, as correntes que circulam nas malhas são variáveis, definindo a corrente através de cada elemento do circuito.

3.12 Efeito Joule

Quando um corpo é atravessado por uma corrente elétrica ele aquece. Se tomarmos por base um único corpo (como por exemplo, uma chaleira elétrica) quanto maior o valor da corrente que passa por ele, maior será o seu aquecimento. O que ocorre nestes corpos é a conversão de energia elétrica em energia térmica, o que é conhecido por efeito Joule. De acordo com Nussenzveig (2015), a potência dissipada sob efeito Joule pode ser calculada pela equação:

$$P = i^2 \cdot R = \frac{V^2}{R}. \quad (3.30)$$

Para conseguir manter uma corrente em um circuito durante um intervalo de tempo, é necessário fornecer uma energia, ou seja, fornecer uma potência. Para Nussenzveig (2015, p.120), essa potência:

Como em outros processos onde há atrito, ela é dissipada sob a forma de calor (por exemplo, num chuveiro elétrico), podendo também produzir radiação térmica visível, como no aquecimento ao rubro da resistência de um aquecedor ou fogão elétrico.

Em condições microscópicas, o que ocorre é uma colisão entre os elétrons com os fônons transformando a energia elétrica dos elétrons em térmica.

4 Metodologia

4.1 Abordagem nos livros de Ensino Médio

Foi realizada uma análise em quatro coleções de livros didáticos referentes ao Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLD): Jr, Ferrao e Soares (2005), Máximo e Alvarenga (2012), Kazuhito e Funke (2016), Gualter, Newton e Helou (2001), sendo estes os mais populares ou que o autor já os utilizou. Em todos os livros, o conteúdo de eletricidade se encontra no volume 3, direcionado ao 3º ano do Ensino Médio. A eletricidade é abordado de forma detalhada desde carga elétrica, passando por campo elétrico, força elétrica, potencial elétrico, corrente elétrica e circuitos. Na Figura 10 é apresentada uma ilustração dos conteúdos abordados por índices nos livros citados.

Desta forma, na análise destes livros, percebeu-se que o conteúdo de eletrostática é abordado na “Unidade I” e sempre contínuo para a próxima ou próximas unidades. Como este é um dos assuntos mais abordados no vestibular, a maioria dos professores explanam a eletrostática em suas aulas. Em contrapartida, decorar questões somente para o vestibular seguindo estas sequências didáticas não prepara o aluno para o mundo. Os estudantes deveriam conhecer a natureza do objeto estudado para resolver problemas cotidianos.

4.2 DESCRIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

É importante frisar que além dos desafios frequentes que há na educação básica, a pandemia da COVID-19 trouxe novos e que foram contornados de várias formas, e um exemplo é o presente trabalho, que foi aplicado em dois momentos diferentes, de forma distinta, mas ainda na época da pandemia. Durante o ano de 2021, ele foi aplicado na Escola Estadual Básica Pedro II em Blumenau - SC com uma turma de terceiro ano de ensino médio que faziam rodízios em grupos (A e B) para frequentar a escola. Para a primeira aplicação, foi criado um grupo no Google Sala de Aula com as tarefas da WebQuest e para obtenção das respostas o Google Formulários. Os desafios para esta primeira aplicação ficaram por conta de alguns alunos que não conseguiam entrar no grupo, mesmo com link da sala ou até mesmo convite do professor. Inclusive outros sequer conseguiam responder os formulários disponíveis no Google Formulários, por conta disso, deixamos de registrar algumas respostas. Para isto, foi necessária uma adequação para aplicar novamente no ano de 2022 agora na Escola Estadual Básica Hercílio Deeke, também em Blumenau - SC, com duas turmas de terceiro ano do ensino médio. Esta última se trata da versão final do produto.

Figura 10 – Imagem dos conteúdos de eletricidade de livros do ensino médio.

UNIDADE A | CARGAS ELÉTRICAS EM REPOUSO

Capítulo 1 Eletrizção. Força elétrica 18

1.1 Eletrizção por atrito. Noção de carga elétrica 20

1.2 Princípios da Eletrostática 22

1 Princípio da atração e repulsão 22

2 Princípio da conservação das cargas elétricas 22

3 Condutores e isolantes 23

1.3 Outras formas de eletrizção 25

1 Eletrizção por contato 25

■ Física em nosso mundo: A eletricidade estática no dia a dia 26

2 Eletrizção por indução 28

3 Eletroscópios 30

■ Atividade prática: *Pêndulo elétrico* 33

1.4 Forças entre cargas elétricas puntiformes: lei de Coulomb 35

■ Física em nosso mundo: A serigrafia 43

■ Exercícios propostos de recapitulação 44

Capítulo 2 Campo elétrico 52

2.1 Conceito de campo elétrico 54

Unidade de intensidade de campo elétrico 56

2.2 Campo elétrico de cargas puntiformes 57

1 Campo elétrico de uma carga puntiforme Q fixa 57

Direção 58

Sentido 58

2 Campo elétrico de várias cargas puntiformes fixas 60

3 Linhas de força 63

2.3 Campo elétrico uniforme 65

■ Exercícios propostos de recapitulação 67

Capítulo 3 Trabalho e potencial elétrico 74

3.1 Trabalho da força elétrica 76

1 Trabalho da força elétrica num campo uniforme 76

2 Trabalho da força elétrica num campo elétrico qualquer 77

3.2 Diferença de potencial elétrico 78

Unidade de diferença de potencial 78

1 Potencial elétrico num ponto de um campo elétrico qualquer 79

2 Potencial elétrico no campo de uma carga puntiforme 80

3 Potencial elétrico no campo de várias cargas elétricas puntiformes 82

4 Energia potencial elétrica 83

A unidade elétron-volt 84

5 Propriedades do potencial elétrico 85

(a) Jr, Ferrao e Soares (2005)

1. Carga elétrica

1.1 Eletrizção, 11

1.2 Condutores e isolantes, 15

1.3 Indução e polarização, 18

1.4 Eletroscópios, 21

1.5 Lei de Coulomb, 24

Integrando... A força elétrica e a matéria, 30

Pratique Física, 32

Problemas e testes, 33

2. Campo elétrico

2.1 O conceito de campo elétrico, 36

2.2 Campo elétrico criado por cargas puntuais, 40

2.3 Linhas de força, 44

2.4 Comportamento de um condutor eletrizado, 48

2.5 Rigidez dielétrica – poder das pontas, 52

Pratique Física, 56

Problemas e testes, 57

3. Potencial elétrico

3.1 Diferença de potencial, 59

3.2 Voltagem em um campo uniforme, 62

3.3 Voltagem no campo de uma carga puntual, 64

3.4 Energia potencial elétrica, 68

3.5 Superfície equipotencial em uma carga, 70

3.6 O gerador de Van de Graaff, 71

Pratique Física, 75

Problemas e testes, 75

Infográfico, 78

2 Circuitos elétricos de corrente contínua

4. Corrente elétrica

4.1 Corrente elétrica, 83

4.2 Circuitos simples, 88

4.3 Resistência elétrica, 92

4.4 A lei de Ohm, 98

4.5 Associação de resistores, 102

4.6 Potência em um elemento do circuito, 110

4.7 Instrumentos elétricos de medida, 116

Pratique Física, 121

Problemas e testes, 121

5. Força eletromotriz – Equação do circuito

5.1 Força eletromotriz, 125

5.2 A equação do circuito, 131

5.3 Diferença de potencial nos terminais de um gerador, 135

5.4 Os semicondutores e o transistor, 138

Pratique Física, 140

Problemas e testes, 141

Integrando... A pilha de Daniell e o gerador, 142

Infográfico, 144

(b) Máximo e Alvarenga (2012)

CAPÍTULO 1

CARGAS ELÉTRICAS 10

1 Introdução 10

Ampliando o olhar

Benjamin Franklin 11

2 Noção de carga elétrica 11

3 Corpo eletricamente neutro e corpo eletrizado 13

4 Quantização da carga elétrica 14

5 Princípios da Eletrostática 15

6 Condutores e isolantes elétricos 16

7 Processos de eletrizção 17

Faça você mesmo

Solução iônica (condutores de eletricidade) 20

8 Lei de Coulomb 21

Ampliando o olhar

Alguns exemplos de manifestações da eletricidade estática 22

Faça você mesmo

Moléculas da água são polares 24

Intersaberes

A composição “atual” da matéria 30

CAPÍTULO 2

CAMPO ELÉTRICO 32

1 Conceito e descrição de campo elétrico 32

2 Definição do vetor campo elétrico 33

3 Campo elétrico de uma partícula eletrizada 34

4 Campo elétrico devido a duas ou mais partículas eletrizadas 35

5 Linhas de força 35

6 Densidade superficial de cargas 37

7 O poder das pontas 37

8 Campo elétrico criado por um condutor eletrizado 38

9 Campo elétrico criado por um condutor esférico eletrizado 39

10 Campo elétrico uniforme 39

Em busca de explicações

Impressão a “jato de tinta” 41

11 Fenômenos eletrostáticos na atmosfera 41

Faça você mesmo

Distribuição de cargas elétricas pela superfície externa de condutores eletrizados 43

Ampliando o olhar

Mágica? Não, Física! 44

Intersaberes

A blindagem eletrostática e a galáxia de Faraday 52

CAPÍTULO 3

POTENCIAL ELÉTRICO 54

1 Energia potencial eletrostática e o conceito de potencial em um campo elétrico 54

Ampliando o olhar

Alessandro Giuseppe Antonio Volta 55

2 Potencial em um campo elétrico criado por uma partícula eletrizada 56

3 Potencial em um campo elétrico criado por duas ou mais partículas eletrizadas 56

4 Equipotenciais 57

5 Trabalho da força elétrica 58

6 Propriedades do campo elétrico 59

7 Diferença de potencial entre dois pontos de um campo elétrico uniforme 60

8 Potencial elétrico criado por um condutor eletrizado 61

9 Potencial elétrico criado por um condutor esférico eletrizado 62

10 Capacitância 62

11 Capacitância de um condutor esférico 63

12 Energia potencial eletrostática de um condutor 63

13 Condutores em equilíbrio eletrostático 64

Em busca de explicações

Efeito piezoeletrico 64

Em busca de explicações

O experimento de Millikan 65

Ampliando o olhar

Precipitador eletrostático 66

Ampliando o olhar

Gerador eletrostático de Van de Graaff 67

14 Indução eletrostática 76

Faça você mesmo

Observando o fenômeno da indução eletrostática 80

15 O potencial da terra 82

Ampliando o olhar

Emissão termoeletrica 83

Faça você mesmo

Eletroscópio 84

Intersaberes

Cuidado, os raios podem “cair” mais de uma vez no mesmo local 88

(c) Gualter, Newton e Helou (2001)

UNIDADE 1

ELETROSTÁTICA 8

CAPÍTULO 1 – Eletrizção 10

Carga elétrica 10

A Física na História – A evolução dos modelos atômicos 12

Princípios da Eletrostática 15

A Física no cotidiano – Outros tipos de condutores de eletricidade 18

Tipos de eletrizção 23

Eletroscópios 23

Outras palavras – O versorium de Gilbert 24

Atividade prática – Construindo um eletroforo 26

CAPÍTULO 2 – Força elétrica 30

Carga elétrica puntiforme 31

Força elétrica – Lei de Coulomb 32

Atividade prática – Estimando a carga eletrizada pela força elétrica 34

Outras palavras – Lei de Coulomb e Lei da Gravitação Universal 37

A Física no cotidiano – Precipitador eletrostático 38

CAPÍTULO 3 – Campo elétrico 40

Ideia de campo elétrico 40

Vetor campo elétrico 41

A Física na História – Fogo de santelmo 42

Campo elétrico devido a uma carga puntiforme 43

Campo elétrico devido a várias cargas puntiformes 45

Linhas de força 46

Campo elétrico uniforme 46

Atividade prática – Mapeando o campo elétrico 47

Outras palavras – O campo elétrico como uma função vetorial de ponto 47

CAPÍTULO 4 – Potencial elétrico 50

Energia potencial elétrica – potencial elétrico 51

A Física no cotidiano – A pilha elétrica 51

Outras palavras – Gerador de Van de Graaff 54

CAPÍTULO 5 – Trabalho da força elétrica 59

Energia potencial elétrica 60

A Física no cotidiano – Aterramento de instalações – Por que se atribui potencial zero ao potencial da Terra? 60

Outras palavras – O experimento de Millikan 65

CAPÍTULO 6 – Condutores em equilíbrio eletrostático 69

Condutor em equilíbrio eletrostático 69

Distribuição das cargas elétricas 70

A Física no cotidiano – Para-raios 71

Condutor esférico em equilíbrio eletrostático 72

Outras palavras – De autodidata a cientista 74

CAPÍTULO 7 – Capacitor 78

Capacidade elétrica ou capacitância 78

A Física na História – Garrafa de Leyden 79

Capacitor 81

A Física no cotidiano – Algumas aplicações dos capacitores 82

Associação de capacitores 85

UNIDADE 2

ELETRODINÂMICA 94

CAPÍTULO 8 – Corrente elétrica 96

Um modelo para a corrente elétrica 96

Outras palavras – Eletricidade – breve história: Da Arqueologia ao fim do século XIX 98

Intensidade de corrente elétrica 99

Efeitos provocados pela corrente elétrica 100

Diferença de potencial elétrico 101

Trabalho, energia potencial elétrica e potência elétrica 102

A Física no cotidiano – Consumo de energia elétrica 102

A Física no cotidiano – Economia de energia 105

Atividade prática – Testando circuitos 105

CAPÍTULO 9 – Resistores elétricos 108

Primeira Lei de Ohm – Resistência 109

Segunda Lei de Ohm – Resistividade 112

A Física no cotidiano – Supercondutores 113

Efeito Joule 115

A Física no cotidiano – Aplicações do efeito Joule 116

Associação de resistores 118

Curto-circuito em um resistor 125

Atividade prática – Verificando associações de resistores 128

CAPÍTULO 10 – Aparelhos de medição elétrica 132

Galvanômetro 132

Amperímetro 133

Voltímetro 135

Ohmímetro 137

Outras palavras – Multímetro 141

Atividade prática – Utilizando aparelhos de medição elétrica 142

CAPÍTULO 11 – Geradores e receptores elétricos 145

Gerador elétrico 145

A Física no cotidiano – Curto-circuito e segurança 150

Receptor elétrico 157

(d) Kazuhito e Funke (2016)

Por conta da pandemia de COVID-19, ficaria inviável a aplicação de um produto didático presencial no tempo necessário, mas graças a prorrogação estendida devido à pandemia concedida pelo MNPEF em acordo com a CAPES, existia esta possibilidade. É importante também enfatizar que o MNPEF flexibilizou as formas de aplicação dos produtos educacionais, porém o autor pôde aplicar o produto educacional em dois momentos diferentes, de forma distinta, mas ainda na época da pandemia, diferentemente de outros tantos trabalhos do MNPEF.

O produto educacional apresentado neste trabalho corresponde a uma sequência didática que tem como o intuito auxiliar professores do Ensino Médio a discutir os conceitos de circuitos elétricos com os seus alunos. Esta sequência teve como base o livro GREF (2022) que se difere do estilo de ensino dos livros disponíveis para o Ensino Médio. Como ele foi produzido no ano de 1998, com edições não atualizadas, é um livro mais antigo e por isso a adaptação para uma nova realidade é válida. Na época não tinham-se muitos dispositivos eletrônicos para dar como exemplo de eletricidade. Os exemplos se resumiam ao chuveiro, lâmpadas e alguns eletrodomésticos. Hoje os alunos tem um contato mais íntimo com os dispositivos eletrônicos e uma variada gama de informações. Por exemplo, antigamente, as tensões estavam apenas limitadas a 110V ou 220V e a associações de pilhas de 1,5V. Hoje os carregadores de celulares trazem variadas tensões e correntes de carregamento. Num mesmo carregador de celular é possível encontrar tensões de 5V, 12V e 20V.

Assim, os capítulos de 1 e 2 da seção de eletromagnetismo do GREF (2022) tiveram algumas questões modernizadas, apontando para equipamentos mais modernos e íntimos dos estudantes, como celulares e computadores, e foram trabalhadas através de WebQuests. Foram planejados 8 encontros de 1h e 30min sendo que os 7 encontros foram trabalhados com WebQuests (ver a Figura 11 para ver o tema de cada tarefa) e no último encontro foi realizado um experimento virtual. Detalhes das WebQuests e o roteiro do experimento virtual estão no apêndice A deste trabalho.

No Quadro 1, apresentamos um extrato sintético dos 8 encontros com o procedimento metodológico e os objetivos para cada encontro. No produto educacional (ver apêndice A), também é possível encontrar os planos de aula de cada encontro.

Durante toda a aplicação do produto houve várias adversidades com os alunos. Entre elas, cabe destacar: alunos que não conseguiam ver algumas tarefas, alunos que não conseguiam entrar no grupo do Google Sala de Aula, alunos que enviavam mas não aparecia a resposta para o professor. Nestes problemas, o professor buscava solucionar as adversidades mas, mesmo com o aluno enviando as tarefas ao lado do professor ou até mesmo tentar entrar no grupo, ocorriam os erros. Isso fez com que algumas tarefas tivessem que ser entregues em mão pelo aluno, o que era pra ser feito de maneira on-line.

Com todos estes contratemplos, o produto foi aplicado de novo, agora em 2022, na

Figura 11 – Tarefas Google Sala de Aula

	Tarefa 7 – Ligações elétricas na residência	Item postado em 8 de nov. d...
	Tarefa 6 – Proteções do Circuito	Item postado em 26 de out. ...
	Tarefa 5 – Efeito Joule	Item postado em 18 de out. ...
	Tarefa 4 – Chuveiro e Resistores Elétricos	Item postado em 5 de out. d...
	Tarefa 3 – Conta de luz/Aparelhos eletrônicos	Item postado em 28 de set. d...
	Tarefa 2 - choque elétrico	Item postado em 21 de set. d...
	Tarefa 1 - Conhecimento prévio	Item postado em 8 de set. de...

Fonte: Do Autor.

E.E.B. Hercílio Deeke com alguns ajustes para a sua melhoria. O Quadro 1 resume como as aulas que compõem a sequência didática foram dispostas.

As vantagens da aplicação desta sequência didática está no formato em que ela é repassada para os alunos, saindo do tradicional que a maioria dos livros do Ensino Médio impõe, fazendo com que os alunos discutam entre si e discutam com o professor sobre o que entenderam. O tempo de aplicação é de oito encontros com duas aulas de 45 minutos em sequência, sendo dezesseis aulas no total, possibilitando ao professor que o aplica fazer uma avaliação neste período ou após sua aplicação, facilitando também para dar continuidade no conteúdo.

Quadro 1 – Distribuição das aulas da sequência didática, seus procedimentos metodológicos e objetivos.

Aula	Procedimentos Metodológicos	Objetivos
1	Investigação dos conceitos prévios de eletrostática, questionando os alunos, respondido no Google Formulário. Observação das respostas dos alunos. Discutir com os alunos o conceito dos materiais elétricos e o que é eletricidade.	Buscar os conceitos prévios sobre a eletricidade.
2	Discussão do choque elétrico e seu funcionamento. Explicar o significado do terceiro pino na tomada. Perguntas no Google Formulário. Atividade em grupo.	Promover a discussão do aluno do motivo de "sentir" choque. Como evitar de "pegar" choque. Entender o motivo do terceiro pino na tomada e o que é o fio terra.
3	Trazer conta elétrica de casa de cada aluno. Observar a taxa de consumo que aparece na conta de luz. Perguntas no Google Formulário. Atividade em grupo.	Compreender os números que aparecem na conta de luz. Entender como é calculado o consumo de cada aparelho elétrico. Calcular quanto cada aparelho em casa consome de energia. Entender que determinado aparelho pode consumir mais que outro.
4	Observar as imagens sobre o chuveiro elétrico e sobre sua resistência. Perguntas no Google Formulário. Atividade em grupo.	Compreender o funcionamento de uma resistência elétrica. Entender que ela pode esquentar um aparelho. Observar que não existe resistência somente em chuveiro elétrico.
5	Questionar o que é o efeito Joule. Perguntas no Google Formulário. Atividade em grupo.	Fazer o aluno entender o que é o efeito Joule. Entender quais aparelhos usam o efeito Joule. Compreender para o que ele pode beneficia-lo.
6	Perguntas no Google Formulário sobre as proteções que existem em um circuito elétrico. Atividade em grupo.	Entender qual o motivo da utilização de um dispositivo para dar proteção a um circuito elétrico. Entender quais proteções podemos usar. Entender qual dispositivo é melhor, dependendo de qual circuito utilizamos. Aprender como não causar um curto circuito no sistema.
7	Perguntas no Google Formulário sobre ligações elétricas na residência. Atividade em grupo.	Fazer com que o aluno entenda quais tipos de ligações podemos fazer. Fazer com que ele compreenda como são utilizadas as ligações elétricas na sua casa. Compreender que existem três tipos de fios elétricos na sua casa.
8	Utilização de simulação sobre circuito elétrico. Atividade em grupo.	Fazer o aluno montar um circuito elétrico virtual. Entender quais componentes podem ser conectados em um circuito. Entender o que é circuito em série e em paralelo. Compreender a diferença de ligar aparelhos em série e em paralelo. Chegar a conclusão das Leis de Ohm. Entender como funciona a tensão e a corrente elétrica em um circuito em série e em paralelo.

5 Relato, Análise e Discussão da Aplicação

5.1 Local de aplicação

A aplicação do produto desenvolvido ocorreu em duas escolas, primeiro na Escola Estadual Básica Pedro II, localizado na Rua Nereu Ramos, 591 - Jardim Blumenau, Blumenau - SC. O local apresenta um laboratório de informática com acesso a internet, laboratório de Física com vários experimentos desde mecânica à robótica, salas climatizadas, biblioteca e quadra de esportes. A aplicação foi realizada em um período de três meses no segundo semestre de 2021 com alunos do 3º ano do ensino médio.

Como ocorreram alguns erros durante a aplicação, foi necessária refazê-la na Escola Estadual Básica Hercílio Deeke, localizada na Rua José Reuter, 581 - Velha Central, Blumenau - SC. A aplicação foi realizada em um período de, aproximadamente, 4 meses no segundo trimestre de 2022 com duas turmas do 3º ano do ensino médio matutino.

Desta maneira, o produto educacional foi aplicado duas vezes, a primeira para uma turma de 3º ano da E.E.B. Pedro II no ano de 2021 e, em seguida, para duas turmas do 3º ano da E.E.B. Hercílio Deeke em 2022. Na E.E.B. Pedro II, o produto foi aplicado em período de pandemia, onde os alunos desta turma foram divididos em grupos (A e B). Estes grupos fizeram rodízios onde em uma semana um certo grupo teve aula presencial enquanto o outro grupo ficou em casa fazendo tarefas das disciplinas. Nesse caso, trabalhamos com momentos síncronos e assíncronos. Parte dele foi cumprido por aula presencial e a outra parte por WebQuest. Para isso, criamos um grupo no Google Sala de Aula. Ao todo, foram elaboradas 7 tarefas no formato de WebQuests, para os alunos responderem e discutirem em sala entre eles e o professor.

Iremos relatar somente a última aplicação realizada na Escola Estadual Básica Hercílio Deeke, em Blumenau-SC por se tratar da versão final do produto. Em relação ao espaço físico e estrutura para as aulas, a escola dispõe de: uma sala dos professores com três computadores com internet, uma biblioteca, uma sala de vídeo com DVD e televisão, um auditório, um laboratório de informática com dezesseis computadores mas a internet não funciona e três retroprojetores. O laboratório de Ciências não existe, há poucos materiais das três áreas (Física, Química e Biologia) guardados em um depósito pois todas as salas de aula são ocupadas por turmas e não tem onde os colocar.

A escola, localiza-se perto de um dos terminais de Blumenau e no centro do bairro Velha, tem uma comunidade organizada e recebe alunos de toda a região do bairro da Velha e da Velha Central. A escola oferece desde o Ensino Fundamental menor, passando pelo Fundamental maior e Ensino Médio, agora também, tem turma do 1º e 2º ano do

Novo Ensino Médio (NEM).

As aulas de Física se dão da seguinte maneira: sistema trimestral de aula com duas aulas semanais, contendo de 18 a 21 aulas por trimestre de quarenta e cinco minutos cada aula. Os conteúdos não são trabalhados em todas as aulas, tendo visto que as avaliações e recuperações ocupam um certo tempo já que, são realizadas em sala de aula, excluindo paradas pedagógicas e eventos que podem ocorrer durante todo o ano letivo. As aulas são expositivas, com demonstrações cotidianas e com um pequeno número de aplicações experimentais que o professor leva de casa com materiais de baixo custo. Com relação a exploração do uso das TDIC'S nas aulas usa-se desde televisão, DVD e retroprojetores.

Foram escolhidas duas turmas do terceiro ano do Ensino Médio para a aplicação do produto. As turmas selecionadas foram do período matutino, que são a 3^o1 e a 3^o2, contendo 29 e 35 alunos, respectivamente. A escolha dessas duas turmas se deu ao fato de uma turma (3^o1) ser mais motivada e participativa nas aulas de Física em relação a outra (3^o2) que pouco interage nas aulas. Também vale destacar que na turma 3^o1 há dois alunos com necessidades especiais que são acompanhados por uma professora com formação em Pedagogia (2^a professora). Nas duas turmas, existem também alunos que trabalham no vespertino/noturno e/ou que fazem cursos técnicos no Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI).

Vale ressaltar que nenhum aluno foi reprovado no terceiro ano no ano antecedente e que, mesmo que o autor seja professor Admitido em Caráter Temporário (ACT), o autor dá aula para as turmas do Ensino Médio desta escola desde 2018.

5.2 Aplicação do produto

A aplicação do produto educacional ocorreu entre os dias 23 de maio a 08 de agosto de 2022 nas duas turmas do terceiro ano do Ensino Médio da E.E.B. Hercílio Deeke em Blumenau-SC, citadas anteriormente. Antes da aplicação, houve uma conversa com a direção da escola sobre a aplicação do produto, exposta a necessidade do uso de internet. Como a internet na sala de informática não estava funcionando, a direção permitiu o uso dos computadores na sala dos professores, quando necessário. Cabe destacar que a direção desde o começo apoiou o trabalho e ajudou quando foi preciso.

Tanto na turma 3^o1 como na turma 3^o2, as aulas ocorriam no período matutino ambas na segunda feira em sequência, ou seja, dois tempos de 45 minutos, chamadas de aulas geminadas. A análise desta aplicação está separada abaixo em aulas. Vale destacar que na turma 3^o1 haviam 29 alunos e na turma 3^o2 35 alunos que participaram da aplicação.

Antes de começar a aplicar o produto com os alunos, foram discutidas a consistência

da sequência didática, o papel de mediador do professor, a organização, a dinâmica e o processo avaliativo do trimestre em questão. Esse momento foi bem significativo pois os alunos perceberam que a metodologia tradicional de ensino seria mudada e que não teriam mais respostas prontas do professor para tirar sua dúvida, e sim, que os alunos iriam atrás das mesmas.

Em relação a coleta de dados, foram utilizados os seguintes mecanismos: gravação de áudio na aula pelo celular do professor, fotos e vídeo dos alunos fazendo as atividades. Para análise: atividades podiam ser entregues de maneira digital, realizadas pelo Google Formulário, ou em papel para o professor.

O professor teve problemas na aplicação do produto na escola em questão, pois, como dito anteriormente, a escola tem sala de informática mas a internet não funciona nos computadores. Então, a aplicação ficou da seguinte maneira: para a aula 1 o professor levou, com consentimento da direção da escola, os alunos de dois em dois para a sala dos professores para responderem os formulários, enquanto outros conseguiram responder em sala de aula com seus aparelhos celulares. Para a aula 2 até a aula 7 os alunos usaram os aparelhos celulares em sala de aula em grupo, usando a sua internet ou a internet do professor que foi passada através do roteador. Para a aula 8 o professor levou o seu próprio notebook para a escola compartilhando sua internet para os alunos, que em grupo, utilizaram e resolveram as atividades propostas.

5.2.1 Aula 1

Na primeira aula, nós buscamos pelos conhecimentos prévios dos alunos problematizando através das seguintes perguntas: "O que você entende sobre circuito elétrico?". "Quais aparelhos que você usa diariamente tem um circuito elétrico?". "Na sua casa, quais aparelhos você acha que tem um circuito elétrico embutido?". "Destas figuras abaixo, quais você acha que tem um circuito elétrico?"

Aqui, os alunos foram direcionados a responderem de maneira individual todas as perguntas sem pesquisar nada na internet. Como na escola, a sala de informática não disponibiliza de internet, nós levamos os alunos em duplas para a sala dos professores para responder o formulário (cada um em um computador) enquanto outros conseguiram responder no celular em sala, representado na Figura 12.

Após todos os alunos responderem o formulário, observamos as respostas e discutimos com os alunos, instigando-os ao caminho correto. Para a primeira pergunta, sobre o que eles entendem sobre circuito elétrico, a Figura 13 mostra algumas respostas.

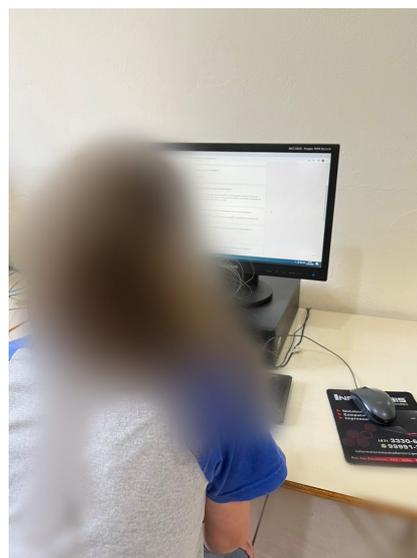
Percebemos que alguns alunos não tinham o mínimo conhecimento do que seria um circuito elétrico, enquanto que outros relacionaram a eletricidade. Cabe destacar que poucos alunos souberam responder claramente o que seria um circuito elétrico, comprovando

Figura 12 – Alunos respondendo ao formulário da Tarefa 1



(a) Uma aluna do 3º1 no celular.

Fonte: Do autor.



(b) Uma aluna do 3º2 na sala dos professores.

Fonte: Do autor.

Figura 13 – Imagem extraída do formulário da Tarefa 1 com as respostas dos estudantes explicando o que eles entendem sobre circuito elétrico.

1 - O que você entende sobre circuito elétrico?

64 respostas

Caminho que percorre eletricidade
Nada
É uma ligação de elementos que conduz eletricidade.
Ligação de elementos que conduz eletricidade
Que corpos pode induzir eletricidade embutida
Algum objeto e/ou aparelho que funciona através de energia, por conta própria ou através de uma tomada.
Um fio condutor que passa carga elétrica pelos elementos do circuito
Uma ligação de coisas que produz eletricidade
É uma ligação de elementos que conduz energia elétrica

Fonte: Do Autor.

que cada um se encontrava em uma ZDP diferente.

5.2.2 Aula 2

Para a aula 2, foram discutidos os conceitos de choque elétrico e o funcionamento do fio terra. Nesta tarefa, dividimos os alunos de cada sala em grupo de quatro pessoas

para debaterem sobre as questões dessa etapa.

Desde a tarefa 2 até a tarefa 7 foram disponibilizadas sugestões de links com o intuito de direcioná-los às respostas corretas, como é feita em qualquer WebQuest. Aqui, os alunos explicaram como funciona o choque elétrico até a funcionalidade do fio terra. Depois, quando todos os grupos responderam, nós discutimos com os grupos sobre suas resoluções para cada questão. Os alunos que já tinham um conhecimento básico sobre o choque elétrico, o que ficou claro na tarefa 1, direcionaram os outros para responder as questões referentes a esta tarefa.

Foram discutidos os motivos de dar choque no registro do chuveiro elétrico e não na água. Alguns alunos associaram a água que sai do chuveiro como água pura, outros falaram sobre o material do registro, enquanto que uns explicaram melhor fisicamente como mostra a Figura 14. Alunos perguntaram o que acontece se tirar o terceiro pino de um aparelho elétrico para ligar em uma tomada de dois pinos e o por quê de, às vezes, quando estamos com uma ferida no corpo, ocorre o risco de naquela região do corpo, sentirmos um choque elétrico.

Figura 14 – Imagem extraída do formulário da Tarefa 2 com as respostas dos estudantes sobre o choque elétrico.

9 - Explique porque o chuveiro dá choque no registro e não na água.

32 respostas

Porque o registro é normalmente produzido por objetos metálicos que tem mais facilidade de conduzir energia .

Por conta da falta de aterramento.

choque elétrico ocorre devido as correntes de fuga, que surgem a partir da resistência elétrica do chuveiro. Encanamentos metálicos, ou a própria água conduzem a eletricidade que "escapa" da resistência até o registro, em geral fabricado em material metálico.

Pq a agua pura nao conduz eletricidade.

No caso específico dos chuveiros, a diferença de potencial da rede elétrica estabelece uma corrente entre os terminais de seu próprio resistor de aquecimento, e não pela água que, por mais condutora que seja, representa uma resistência, de muito maior valor, em paralelo com a primeira

Pois o registro normalmente é de metal, e a cabeça do chuveiro é plástico (não conduz eletricidade)

Fonte: Do Autor.

Ao final da aula, pedimos para que todos os alunos trouxessem a conta elétrica da sua casa para a próxima tarefa.

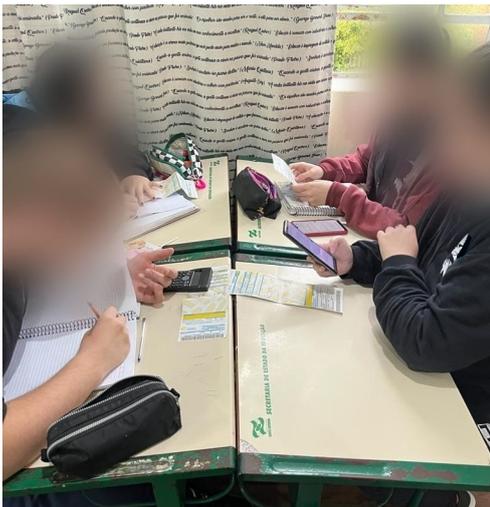
5.2.3 Aula 3

Para a aula 3, ainda divididos em grupos de quatro, foi pedido para os alunos trazerem a sua conta elétrica de casa para os ensinar a ver a taxa de consumo e como ela

é calculada, assim como, ver como se dá o funcionamento dos aparelhos elétricos.

Além disso, os alunos aprenderam a calcular o consumo mensal de cada aparelho elétrico em casa, para que serve a tensão, a frequência e como calcular a corrente de um aparelho. Mesmo a tarefa sendo feita em grupos, como cada aluno tem contas de energia e aparelhos diferentes, foi solicitado para que cada um fizesse o seu cálculo, sempre orientado, caso tivesse dúvida, como mostrado na Figura 15.

Figura 15 – Aplicação da Tarefa 3



(a) Alunos resolvendo a tarefa 3.

Fonte: Do autor.

8 - Calcule o consumo elétrico mensal da geladeira da sua casa.
26 respostas
54 whattz
180
R\$: 28,90
Maria- $250 \times 720 = 180000$ $180000 \div 1000 = 180$ 180 kwh por mês.
Diogo - $500 \times 720 = 360000$ $360000 \div 1000 = 360$ 360 kWh por mês.
56,88 W
Edu: 22,28 RS Ari: 22,12

(b) Respostas de uma das questões.

Fonte: Do autor.

Aqui, cabe destacar um contratempo de uma aluna que mora de aluguel e, no caso de onde mora, não existe conta de luz, o proprietário repassa um valor fixo no final do mês. Neste caso, sugeriu-se que ela fizesse com a mesma conta de luz da colega de equipe. Os alunos estavam com bastante dúvida de interpretar os números que apareciam na conta de luz, mas depois da sua explicação a tarefa se concluiu mais agilmente. Também se discutiu sobre qual aparelho elétrico gastava mais energia e qual gastava menos. Ao final da aula, levantou-se a discussão de como cada equipe tinha montado os cálculos e quais os valores que foram obtidos através dos aparelhos elétricos de suas residências.

Ficou nítida a percepção que alguns alunos tinham sobre a facilidade de montar os cálculos sobre a conta de luz em relação a outros que não sabiam o que fazer. Os alunos que já tinham entendido como fazer ajudaram outros que estavam em dúvida, ficando claro o local em que cada aluno estava localizado sobre uma ZDP específica.

5.2.4 Aula 4

Na aula 4, foram colocadas figuras sobre chuveiro e resistor elétrico, para discutir o motivo da resistência em um chuveiro e a sua funcionalidade em outros aparelhos eletrônicos. Como estavam em grupos e já tinham conhecimento da aula anterior, conseguiram terminar

os cálculos de tensão, corrente e resistência de maneira mais rápida e ordenada. Deixando para discutir com o professor e o resto da turma após a conclusão de todos.

Durante a tarefa, poucos ainda tinham dúvida sobre como fazer os cálculos. A discussão maior foi em torno da diferença entre ducha eletrônica e chuveiro elétrico bem como saber se o aumento no comprimento de um resistor facilitaria ou dificultaria a passagem de corrente. Alunos também ficaram em dúvida sobre o tamanho do resistor e o por quê de um tamanho maior ou menor influenciar no aquecimento de um chuveiro elétrico, como se pode ver na Figura 16. As respostas dessas perguntas foram tratadas na aula seguinte quando discutimos o efeito Joule.

Figura 16 – Imagem extraída do formulário da Tarefa 4 com as respostas dos estudantes sobre o comprimento da resistência elétrica.

7ª) Com base no que você entendeu, um aumento no comprimento da resistência dificulta ou favorece a passagem da corrente elétrica?

32 respostas

Favorece
dificulta
Favorece
Favorece, visto que, se um condutor for muito extenso, maior será o caminho a ser percorrido pelos elétrons, aumentando a possibilidade de choques e causando perda de energia durante o percurso. Dessa forma, quanto maior for o comprimento, maior será a resistência.
Favorecem, pois quanto maior for o comprimento, maior será a resistência.
Favorecem, pois quanto maior o comprimento maior será a resistência
Os resistores são elementos que dificultam a passagem da corrente quando maior a resistência elétrica
Dificulta, se o "caminho" percorrido pela corrente elétrica for muito longo, a água não irá aquecer completamente.

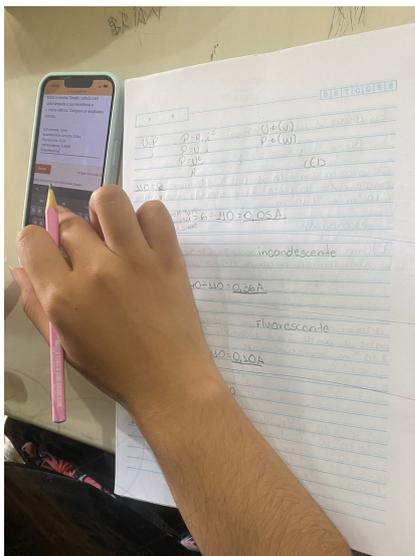
Fonte: Do Autor.

5.2.5 Aula 5

A aula 5 foi iniciada recapitulando o que foi visto na aula anterior, para assim, nós darmos sequência e conectar ao efeito Joule. Os alunos foram direcionados a entender como funciona o chuveiro elétrico e quais aparelhos são parecidos com ele, o motivo do aquecimento de alguns aparelhos e como calcular a corrente e resistência de uma lâmpada LED, incandescente e uma fluorescente como mostra a Figura 17.

Aqui, eles entenderam a diferença entre os brilhos das lâmpadas, a diferença entre as correntes que passam em cada uma e a resistência presente nelas. Também foi feito um momento de conexão com a tarefa 3, onde eles aprenderam a calcular o consumo mensal

Figura 17 – Aluna respondendo ao formulário da Tarefa 5, sobre efeito Joule.



Fonte: Do autor.

de cada aparelho elétrico e os alunos conseguiram ver e discutir qual dessas lâmpadas seria mais vantajosa para se ter na sua casa, na questão de gastar menos na conta de luz.

Na discussão, teve vários significados como a corrente elétrica, potencial elétrico, tensão e diferença de potencial. Como nossa percepção, foi notória a forma como cada aluno falava sobre o que entendeu e como a formação de significados sobre o assunto ia se materializando.

5.2.6 Aula 6

Para a aula 6, os alunos buscaram conhecer o funcionamento dos aparelhos que servem para dar proteção ao circuito, as diferenças que existem entre eles e quais são os mais vantajosos dependendo do circuito que montem. Na sequência das respostas de todos, discutimos com os alunos em sala quais são estas diferenças e como conseguiriam trocar ou consertar a instalação da própria casa.

As discussões foram voltadas a fusíveis e disjuntores. Um aluno falou que na sua casa, no período do inverno, eles trocam bastante o disjuntor pois há sua queima. Foram discutidas maneiras de resolver isto em sala como: sua troca por um mesmo disjuntor, a troca da fiação elétrica da casa ou a compra de um disjuntor mais moderno. Houve bastante discussão também sobre a pergunta: "Em um circuito elétrico ocorre frequentemente a queima de um fusível de 20 A. Para solucionar o problema, um amigo recomenda que a pessoa troque o fusível por um de 30 A. Levando em conta a função do fusível no circuito, esse procedimento é correto? Justifique.", como se pode ver na Figura 18. Mesmo depois das respostas dos alunos, alguns não entenderam que a troca por um fusível de 30 A faria com que a corrente passasse diretamente para o aparelho elétrico, queimando-o, enquanto

outros alunos explicaram corretamente que o procedimento era incorreto. Os grupos discutiram bastante sobre esta questão no momento de responder a tarefa, mas também, conseguimos perceber a interação entre eles e como influência termos alunos em zonas de desenvolvimento diferente.

Chegamos então à conclusão de que a troca por um fusível de 30 A seria incorreto. O fusível de 30 A deixaria a corrente passar, fazendo com que os aparelhos conectados naquele circuito queimassem ou podendo até ocasionar um incêndio. O correto seria verificar todo o circuito e ver o que está ocasionando a queima do fusível, para aí então realizar a sua troca.

Figura 18 – Imagem extraída do formulário da Tarefa 6 com as respostas dos estudantes sobre a queima de um fusível.

4 - Em um circuito elétrico ocorre frequentemente a queima de um fusível de 20 A. Para solucionar o problema, um amigo recomenda que a pessoa troque o fusível por um de 30 A. Levando em conta a função do fusível no circuito, esse procedimento é correto? Justifique.

36 respostas

Sim. Se a de 20 queimou, foi por que ele recebeu uma carga maior do que aguentava. Então, colocar um fusível que aguenta uma quantidade maior de carga, ajudaria a evitar que o fusível queimasse.

Se existe a queima de fusível é sinal que a corrente elétrica está fora dos padrões desejados de modo que o fusível é acionado para evitar danos ainda maiores ao circuito.

Sim, os fusíveis são equipamentos de segurança que impedem a passagem de corrente quando há uma sobrecarga em um circuito elétrico, a mudança de um 20A para um 30A é a melhor escolha a fim de que o fusível aguarde toda o circuito elétrico

Não é correto, pois pode ocasionar um incêndio

Não é correto. Aumentando a capacidade do fusível evitamos que ele queime, mas resultados na queima do aparelho conectado a ele.

Não é correto. Pois pode ocasionar um incêndio.

Sim, se a carga for maior do que a capacidade do fusível, ele poderá queimar a fiação do circuito e dos aparelhos ligados a ele. E nesse caso também há risco de incêndio

Fonte: Do Autor.

5.2.7 Aula 7

Na aula 7, são discutidas as ligações elétricas que existem em casa. Aqui, os alunos foram divididos em duplas para responder o formulário. Foi discutido o que acontece com aparelhos de 110 V ligados a uma tomada de 220 V e o contrário (um de 220 V em uma tomada de 110 V). Poucos disseram que os aparelhos queimam em ambos os casos, enquanto que a maioria explicou que haverá somente queima do aparelho de 110 V em uma tomada de 220 V, como mostrado na Figura 19. Iniciamos também os conceitos de circuito em série e circuito em paralelo que seriam trabalhados na tarefa 8.

Figura 19 – Imagem extraída do formulário da Tarefa 7 com as respostas dos estudantes sobre a queima ou não de um aparelho elétrico.

4ª) Se você ligar um aparelho que funciona a uma Tensão de 110V em uma Tensão de 220V o que acontece com ele? E o contrário (um aparelho de 220V a uma Tensão de 110V)?

30 respostas

Uma voltagem de 110 ligado a um aparelho 220 v não ocorre nenhum evento, mas o contrário dá-se uma sobrecarga no aparelho de 110 v ligado numa tomada 220 v, assim o queimando.

Queima em ambos

Um aparelho de 110V numa tomada 220V, vai queimar, já que, está em contato com uma tensão muito maior do que suporta.

Um aparelho de 220V numa tomada de 110V, não queima, mas vai funcionar apenas com metade da potência necessária, já que a corrente elétrica não é suficiente.

Quando nós ligamos um aparelho que funciona com 110 V em uma rede de 220 V, o aparelho vai torrar com a tensão mais alta.

Quando a gente liga um aparelho que usa 220 V na rede de 110 V, ele simplesmente não vai funcionar direito, pois está sendo alimentado só com a metade da tensão que deveria receber.

Fonte: Do Autor.

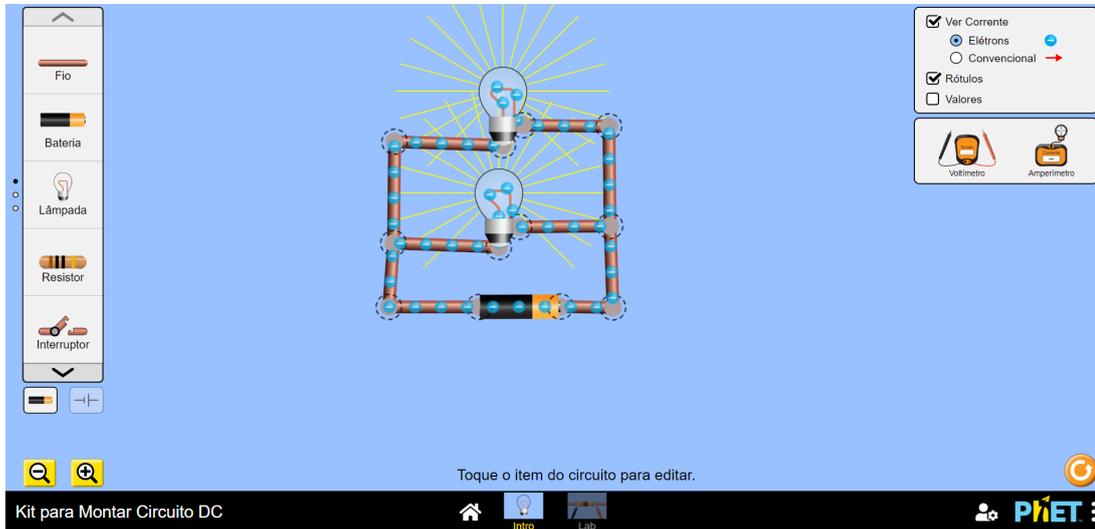
Após as respostas de todos, foram discutidos os fios que vêm do poste para a casa, os dois fios fases e o fio neutro e qual a diferença de uma tomada com 110 V para uma de 220 V. Além disso, os alunos foram preparados para a discussão sobre os circuitos em série e em paralelo, que são discutidos na tarefa 8, como a seguinte pergunta: "Os circuitos antigos de iluminação de natal eram feito de tal forma que se apenas um LED queimasse todos os outros LEDs paravam de funcionar. Hoje em dia, assim como as lâmpadas da sua casa, se uma queima as outras continuam funcionando. Qual a diferença da ligação entre esses dois casos?". Aqui, os alunos que faziam curso no SENAI e já tinham um melhor conhecimento sobre essa área, ou seja, estavam no nível de desenvolvimento real, orientavam e guiavam sempre os outros alunos que nunca ouviram falar sobre circuitos em série e em paralelo, ou seja, que estavam no nível de desenvolvimento potencial, para um melhor entendimento.

5.2.8 Aula 8

Para a oitava e última aula, nós relembramos tudo que foi trabalhado com os alunos no decorrer da aplicação. Em seguida, apresentamos a simulação sobre circuito elétrico, feita no Phet conforme Figura 20, onde podemos montar diversos circuitos elétricos e fazer os devidos cálculos como tensão, corrente e resistência. Como a sala de informática estava sem internet, os alunos, em grupo de quatro pessoas, se reuniam na mesa do professor para fazer essa tarefa no seu notebook. Foi feito um roteiro que os alunos seguiram para responder as questões que tinham como conclusão chegar as duas leis de Ohm. Alguns

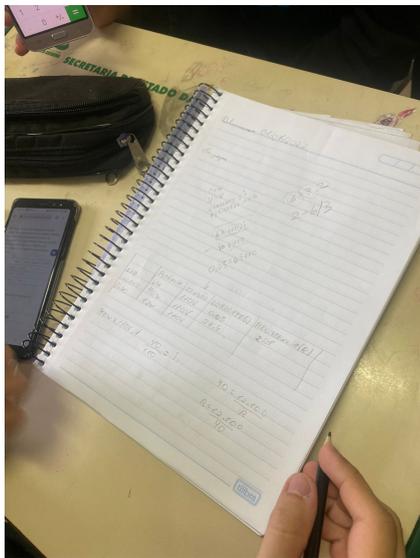
alunos calcularam no quadro enquanto outros faziam os cálculos no caderno para responder a tarefa, representado na Figura 21.

Figura 20 – Kit para Montar Circuito DC.



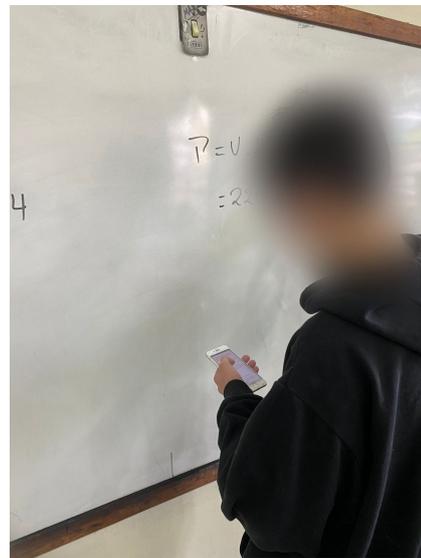
Fonte: PhET, 2017.

Figura 21 – Alunos respondendo ao formulário da Tarefa 8



(a) Uma aluna respondendo no caderno.

Fonte: Do autor.



(b) Um aluno respondendo no quadro.

Fonte: Do autor.

Antes da utilização do PhET pelos alunos, discutimos o funcionamento do simulador. Explicamos como se deve montar um circuito, quais são os componentes presentes no PhET e suas funcionalidades, como calcular corrente e tensão e como mudar os valores da resistência de cada componente. Mesmo com a discussão, na hora da montagem, alguns alunos ficaram com dúvida sobre como medir a d.d.p. entre dois pontos e como retirar um componente do circuito montado. Dúvidas que foram esclarecidas pelo professor.

Ficou perceptível que a interação entre eles ajudou bastante a compreender a sequência. Enquanto uns alunos estavam em dúvida sobre alguma tarefa da WebQuest, em muitos dos casos, eles chamavam um colega de sala para ensinar como fazer ao invés do professor. A troca entre eles facilitou diretamente o processo de ensino-aprendizagem, ou seja, os alunos que estavam no Nível de Desenvolvimento Real mediaram os alunos que estavam no nível de Desenvolvimento Potencial, para que ambos estivessem na mesma ZDP no final do processo.

Ao final da aula, houve um momento de interação com algumas perguntas: O que vocês compreenderam dessas aulas? O que vocês mais gostaram de fazer no decorrer da sequência didática? O que aprenderam sobre circuitos elétricos? Entenderam a diferença entre circuito e série e em paralelo? Ambas as turmas tiveram respostas parecidas, com os alunos explicando a diferença entre circuito em série e em paralelo. Disseram que mais gostaram de fazer a experimentação pois ali conseguiam ver tudo que tinham aprendido anteriormente. A maioria dos alunos conseguiu descrever bem o que é um circuito em série e em paralelo e quais as funções dos componentes elétricos presentes neles. Acharam muito bom aprender a trocar fusíveis, calcular a conta de luz e de aparelhos elétricos, a saber que o chuveiro elétrico consome bastante energia e queriam que a aula continuasse assim, pois diziam que usariam mais coisas da sequência didática para o cotidiano do que as aulas tradicionais, como se pode perceber pela fala de alguns alunos descritas abaixo.

Aluno A: “Gostamos bastante do experimento final professor, lhe confesso que eu e meus amigos conseguimos compreender melhor a matéria agora.”

Aluno B: “Todo esse processo de aulas foram bastante cansativas, mas o resultado final foi muito legal.”

Aluno C: “Nunca gostei da Física por que sempre achei que ela fosse uma matéria só de cálculo, mas vendo como temos tantas coisas no nosso dia a dia que podem ser explicadas por ela, acabei gostando mais.”

Aluno D: “Nossa prof, não sei por que, ao decorrer do tempo, eu achei o senhor o melhor professor de Física. É que tipo, não suporto Física, mas achei bem legal tudo que fizemos, eu a entendi bem rápido! Não gosto de Física por conta de que é muito cálculo, e isso parece mexer com o psicológico. Mas trabalhar desse jeito e com experimentos, é bom.”

Percebemos através destas falas que alguns alunos veem a disciplina de Física como somente uma matéria de cálculo e muitos tem aversões a isto. Após a demonstração pela WebQuest que ela está presente no seu cotidiano, conseguimos fazer estes alunos se interessarem mais pela matéria e seus conceitos.

6 Conclusão

A utilização da sequência didática "O ensino de circuitos elétricos através de uma sequência de WebQuest" proporcionou o ensino de Física sobre os temas mais atuais para o ensino médio, que estão mais próximos das tecnologias utilizadas por eles no cotidiano em comparação a um plano de aula tradicional de ensino. Em um trimestre foi possível explicar os conceitos de corrente elétrica, tensão, frequência, potência, resistência, efeito Joule, ligações em série, paralelo e mistas, como funciona o choque elétrico, como funciona o fio terra, como calcular a conta de luz e as proteções de um circuito. Em um cenário tradicional, os alunos teriam só conceitos e fórmulas de alguns assuntos citados com pouca conexão com o mundo real. Esta sequência pode ser utilizada em qualquer sala de aula, seja ela virtual ou tradicional, tendo vista que necessita de internet para que os alunos consigam fazer as buscas necessárias. Ela pode servir de uma maneira que venha a complementar os livros didáticos, sempre com o intermédio do professor, para guiar os alunos ao conhecimento correto.

Nas duas turmas que participaram, foram nítidos os interesses por parte deles nas aulas com bem mais participações e interesses sobre toda a sequência. Algo que ficou bastante nítido ao término dela, quando os alunos pediam para que o professor continuasse aplicando ou aplicasse algo semelhante pois preferiram aprender desta maneira. Outra consideração, é que vários alunos das outras turmas instigavam o professor a aplicar na turma deles também.

Percebeu-se que a WebQuest é uma excelente metodologia de ensino e que serve como uma ferramenta a qual promove a interação entre professor e aluno e aguça a curiosidade do estudante com a disciplina. Após a aplicação da sequência, nas aulas tradicionais, foi notória a presença de mais alunos questionadores em sala de aula, relacionando a Física com o seu cotidiano e em busca de novos conhecimentos em relação à disciplina.

Referências

- ALMEIDA, M. E. Proinfo: Informática e formação de professores. Brasília: Ministério da educação. *Seed*, v. 1, p. 192, 2000.
- CHIAPPINI, L. *Reinvenção da catedral: língua, literatura, comunicação, novas tecnologias, políticas de ensino*. [S.l.]: Cortez, 2005.
- DODGE, B. Webquest: uma técnica para aprendizagem na rede internet. *The Distance Educator*, v. 1, n. 2, p. 1–4, 1995.
- GRAF, G. D. R. d. E. d. F. *Eletro 3*. [S.l.]: EdUSP, 2022.
- GUALTER, J. B.; NEWTON, V.; HELOU, R. *Tópicos de Física 3*. [S.l.]: Sao Paulo, Saraiva, 2001.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. *Física 3*. [S.l.]: LTC, 1984. v. 3.
- HARGREAVES, A. *O Ensino na Sociedade do Conhecimento: a educação na era da insegurança*. [S.l.]: Porto Editora Porto, 2003.
- JR, F. R.; FERRAO, N. G.; SOARES, P. A. d. T. Os fundamentos da física, volume 3. *Moderna. São Paulo*, 2005.
- KAZUHITO, Y.; FUNKE, L. Física para ensino médio (vol. 3). *São Paulo, Brasil: Saraiva*, 2016.
- LALUEZA, J. L.; CRESPO, I.; CAMPS, S. As tecnologias da informação e da comunicação e os processos de desenvolvimento e socialização. *Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e comunicação. Porto Alegre: Artmed*, p. 47–65, 2010.
- MARZANO, R. J. *A different kind of classroom: Teaching with dimensions of learning*. [S.l.]: ERIC, 1992.
- MORAN, J. M. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. [S.l.]: Papyrus Editora, 2000.
- MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. Interfaces entre teorias de aprendizagem e ensino de ciências/física. *Porto Alegre, Instituto de Física/UFRGS*, v. 26, n. 6, 2015.
- MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. Curso de física, vol. 3. *São Paulo: Scipione*, p. 73–90, 2012.
- NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de física básica: Eletromagnetismo (vol. 3)*. [S.l.]: Editora Blucher, 2015. v. 3.
- SOUZA, A. M. de; FERREIRA, J.; VIANA, L. A. F. de C. Educação de jovens e adultos em tempos de pandemia na modalidade remota, reinventando a maneira de estudar e superando os novos desafios. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 7, p. e55611728960–e55611728960, 2022.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Física para cientistas e engenheiros. Vol. 2: eletricidade e magnetismo, óptica* . [S.l.]: Grupo Gen-LTC, 2000.

VYGOTSKI, L. S. *A formação social da mente. São Paulo*. [S.l.]: Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKI, L. S.; MENTE, A. F. S. D. O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. *VYGOTSKY, LS A formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes*, p. 26–54, 2007.

Apêndices

APÊNDICE A – Produto educacional



Universidade Federal de Santa Catarina
Campus de Blumenau
Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física

Newton Soares de Amorim Neto

**O ensino de circuitos elétricos através de uma sequência de
WebQuest**

Blumenau/SC - 2023

Sumário

1	Carta ao professor	3
2	Planos de aulas	4
3	Tarefas da WebQuest	12
4	Roteiro experimental utilizado no PhET	23
5	Manual do professor	28
6	Considerações finais	42
7	Referências	43

Carta ao professor

Este produto educacional é resultado da dissertação de mestrado de Newton Soares de Amorim Neto, denominada de: O ensino de circuitos elétricos através de uma sequência de WebQuest, orientada pelo Professor Doutor Daniel Girardi.

Apresentamos este produto educacional como uma sequência para a realização de aulas e avaliações sobre o estudo de circuito elétrico, utilizando o instrumento digital: WebQuest. Você pode aprender mais sobre o que é uma WebQuest em: <https://www.youtube.com/watch?v=nLV7P60uE2s>.

Logo abaixo, estão o passo a passo para a aplicação deste produto. A organização se dá da seguinte maneira:

1. Planos de aulas.
2. Tarefas da WebQuest.
3. Roteiro de experimento utilizado no PhET.
4. Manual do professor.

As entregas das atividades poderão ser feitas via Google Formulários ou escritas a mão. Independente como forem entregues, é importante que o aluno siga as orientações fornecidas pelo professor e cumpra os prazos pré-estabelecidos.

Alguns alunos terão dificuldade em utilizar o PhET. Dito isto, como sugestão, é necessário que, antes de sua aplicação, o professor explique para os alunos como funciona a construção de gráficos e a utilização do PhET, tendo em vista que os alunos precisarão deste conhecimento para responder o roteiro de experimento utilizado no PhET.

Espera-se que com a leitura dos materiais, possa ficar claro a maneira da construção da sequência didática bem como a sua utilização, além de conseguir desenvolver e aproximar a relação aluno - professor.

1. Planos de aulas

Plano de Aula - Aula 1

1. IDENTIFICAÇÃO

Disciplina: Física: Circuitos Elétricos	Professor:	
Data:	Horário:	Nível: Ensino Médio

2. PRÉ-AULA

Preparação: Verificar se a WebQuest tarefa 1 está funcionando pelo link <https://webcircuito.paginas.ufsc.br/tarefa-1/>. Se não, implementar a tarefa 1 (ver próxima seção).
Criar um formulário para respostas online, caso haja problema, os alunos poderão entregar em uma folha de papel.

Recursos:

Celular com acesso a internet ou computador/notebook com acesso a internet.

3. CONTEÚDOS E OBJETIVOS

Conteúdos:

1. Circuito elétrico.

Objetivos:

Observar quais são os conhecimentos prévios que os alunos têm sobre o conteúdo de circuito elétrico e discutir as respostas com eles depois.

4. DESENVOLVIMENTO

Duração	Atividade	Descrição
15 min	Explicar a atividade	O professor demonstra como será a atividade e tira dúvidas dos alunos sobre o que deve ser feito.
35 min	Resposta de todos no formulário	Os alunos devem, sem pesquisa na internet, responder às respostas com base apenas no que sabem do assunto no momento.
40 min	discussão das respostas com a turma	Após todas as respostas enviadas, o professor deve discutir com os alunos quais as respostas corretas, tirar dúvidas, explicar o conceito, a fim de guiar para o caminho correto.

5. BIBLIOGRAFIA

1. livro Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), Instituto de Pesquisa da USP. São Paulo, 1998. Eletromagnetismo. Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/>.

Plano de Aula - Aula 2

1. IDENTIFICAÇÃO

Disciplina: Física: Circuitos Elétricos	Professor:	
Data:	Horário:	Nível: Ensino Médio

2. PRÉ-AULA

Preparação: Verificar se a WebQuest tarefa 2 está funcionando pelo link https://webcircuito.paginas.ufsc.br/tarefa-2/ . Se não, implementar a tarefa 2 (ver próxima seção).
Recursos: Celular com acesso a internet ou computador/notebook com acesso a internet.

3. CONTEÚDOS E OBJETIVOS

Conteúdos: 1. Circuito elétrico.
Objetivos: Fazer com que os alunos entendam os conceitos de choque elétrico, como funciona o fio terra e qual o motivo do terceiro pino na tomada.

4. DESENVOLVIMENTO

Duração	Atividade	Descrição
10 min	Explicar a atividade	O professor demonstra como será a atividade e tira dúvida dos alunos sobre o que deve ser feito.
40 min	Resposta de todos no formulário	Os alunos devem ler as perguntas com base nos links sugeridos em cada pergunta da tarefa 2 e discutirem entre si para chegarem à conclusão das respostas. Em caso de dúvida, podem discutir com o professor.
40 min	discussão das respostas com a turma	Após todas as respostas enviadas, o professor deve discutir com os alunos quais as respostas corretas, tirar dúvidas, explicar o conceito, a fim de guiar para o caminho correto.

5. BIBLIOGRAFIA

2. livro Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), Instituto de Pesquisa da USP. São Paulo, 1998. Eletromagnetismo. Disponível em: http://www.if.usp.br/gref/ .
--

Plano de Aula - Aula 3

1. IDENTIFICAÇÃO

Disciplina: Física: Circuitos Elétricos	Professor:	
Data:	Horário:	Nível: Ensino Médio

2. PRÉ-AULA

Preparação:

Verificar se a WebQuest tarefa 3 está funcionando pelo link <https://webcircuito.paginas.ufsc.br/tarefa-3/>. Se não, implementar a tarefa 3 (ver próxima seção).

Pedir para que os alunos tragam a conta de luz da sua casa.

Recursos:

Celular com acesso a internet ou computador/notebook com acesso a internet.

3. CONTEÚDOS E OBJETIVOS

Conteúdos:

1. Corrente elétrica;
2. Frequência elétrica;
3. Potência elétrica;
4. Tensão elétrica.

Objetivos:

Entender como calcular o consumo mensal de energia, aprender a calcular a corrente, frequência, tensão e potência de um aparelho elétrico

4. DESENVOLVIMENTO

Duração	Atividade	Descrição
10 min	Explicar a atividade	O professor demonstra como será a atividade, explica como conferir os números que aparecem na sua conta de luz e tira dúvida dos alunos sobre o que deve ser feito.
50 min	Resposta de todos no formulário	Os alunos devem ler as perguntas com base nos links sugeridos em cada pergunta da tarefa 3 e discutirem entre si para chegarem à conclusão das respostas. Em caso de dúvida, podem discutir com o professor.
30 min	discussão das respostas com a turma	Após todas as respostas enviadas, o professor deve discutir com os alunos quais as respostas corretas, tirar dúvidas, explicar o conceito, a fim de guiar para o caminho correto.

5. BIBLIOGRAFIA

3. livro Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), Instituto de Pesquisa da USP. São Paulo, 1998. Eletromagnetismo. Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/>.

Plano de Aula - Aula 4

1. IDENTIFICAÇÃO

Disciplina: Física: Circuitos Elétricos	Professor:	
Data:	Horário:	Nível: Ensino Médio

2. PRÉ-AULA

<p>Preparação: Verificar se a WebQuest tarefa 4 está funcionando pelo link https://webcircuito.paginas.ufsc.br/tarefa-4/. Se não, implementar a tarefa 4 (ver próxima seção).</p>
<p>Recursos: Celular com acesso a internet ou computador/notebook com acesso a internet.</p>

3. CONTEÚDOS E OBJETIVOS

<p>Conteúdos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tensão elétrica; 2. Potência elétrica; 3. Corrente elétrica.
<p>Objetivos: Calcular o consumo de energia de um chuveiro elétrico, compreender o que é um resistor e qual o seu funcionamento, calcular potência, corrente e tensão de um chuveiro elétrico, induzir ao conhecimento sobre efeito joule.</p>

4. DESENVOLVIMENTO

Duração	Atividade	Descrição
10 min	Explicar a atividade	O professor demonstra como será a atividade, mostra as imagens em que irão se basear para responder a tarefa e tira dúvida dos alunos sobre o que deve ser feito.
50 min	Resposta de todos no formulário	Os alunos devem ler as perguntas com base nos links sugeridos em cada pergunta da tarefa 4 e discutirem entre si para chegarem à conclusão das respostas. Em caso de dúvida, podem discutir com o professor.
30 min	discussão das respostas com a turma	Após todas as respostas enviadas, o professor deve discutir com os alunos quais as respostas corretas, tirar dúvidas, explicar o conceito, a fim de guiar para o caminho correto.

5. BIBLIOGRAFIA

<p>4. livro Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), Instituto de Pesquisa da USP. São Paulo, 1998. Eletromagnetismo. Disponível em: http://www.if.usp.br/gref/.</p>
--

Plano de Aula - Aula 5

1. IDENTIFICAÇÃO

Disciplina: Física: Circuitos Elétricos	Professor:	
Data:	Horário:	Nível: Ensino Médio

2. PRÉ-AULA

Preparação:

Verificar se a WebQuest tarefa 5 está funcionando pelo link <https://webcircuito.paginas.ufsc.br/tarefa-5/>. Se não, implementar a tarefa 5 (ver próxima seção).

Recursos:

Celular com acesso a internet ou computador/notebook com acesso a internet.

3. CONTEÚDOS E OBJETIVOS

Conteúdos:

1. Efeito joule.

Objetivos:

Correlacionar o que já foi visto na tarefa anterior com essa nova e entender como funciona o Efeito Joule.

4. DESENVOLVIMENTO

Duração	Atividade	Descrição
10 min	Explicar a atividade	O professor demonstra como será a atividade, faz uma revisão da aula anterior explicando que o chuveiro também esquentar e tira dúvida dos alunos sobre o que deve ser feito.
40 min	Resposta de todos no formulário	Os alunos devem ler as perguntas com base nos links sugeridos em cada pergunta da tarefa 5 e discutirem entre si para chegarem à conclusão das respostas. Em caso de dúvida, podem discutir com o professor.
40 min	discussão das respostas com a turma	Após todas as respostas enviadas, o professor deve discutir com os alunos quais as respostas corretas, tirar dúvidas, explicar o conceito, a fim de guiar para o caminho correto.

5. BIBLIOGRAFIA

5. livro Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), Instituto de Pesquisa da USP. São Paulo, 1998. Eletromagnetismo. Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/>.

Plano de Aula - Aula 6

1. IDENTIFICAÇÃO

Disciplina: Física: Circuitos Elétricos	Professor:	
Data:	Horário:	Nível: Ensino Médio

2. PRÉ-AULA

Preparação:

Verificar se a WebQuest tarefa 6 está funcionando pelo link <https://webcircuito.paginas.ufsc.br/tarefa-6/>. Se não, implementar a tarefa 6 (ver próxima seção).

Recursos:

Celular com acesso a internet ou computador/notebook com acesso a internet.

3. CONTEÚDOS E OBJETIVOS

Conteúdos:

1. Circuito elétrico.

Objetivos:

Entender que aparelhos podem ser conectados a um circuito elétrico, quais as proteções que podemos usar para evitar a sua queima ou explosão e quais as diferenças entre eles.

4. DESENVOLVIMENTO

Duração	Atividade	Descrição
10 min	Explicar a atividade	O professor demonstra como será a atividade e tira dúvida dos alunos sobre o que deve ser feito.
40 min	Resposta de todos no formulário	Os alunos devem ler as perguntas com base nos links sugeridos em cada pergunta da tarefa 6 e discutirem entre si para chegarem à conclusão das respostas. Em caso de dúvida, podem discutir com o professor.
40 min	discussão das respostas com a turma	Após todas as respostas enviadas, o professor deve discutir com os alunos quais as respostas corretas, tirar dúvidas, explicar o conceito, a fim de guiar para o caminho correto.

5. BIBLIOGRAFIA

6. livro Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), Instituto de Pesquisa da USP. São Paulo, 1998. Eletromagnetismo. Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/>.

Plano de Aula - Aula 7

1. IDENTIFICAÇÃO

Disciplina: Física: Circuitos Elétricos	Professor:	
Data:	Horário:	Nível: Ensino Médio

2. PRÉ-AULA

Preparação:

Verificar se a WebQuest tarefa 7 está funcionando pelo link <https://webcircuito.paginas.ufsc.br/tarefa-7/>. Se não, implementar a tarefa 7 (ver próxima seção).

Recursos:

Celular com acesso a internet ou computador/notebook com acesso a internet.

3. CONTEÚDOS E OBJETIVOS

Conteúdos:

1. Circuito elétrico;
2. Tensão elétrica.

Objetivos:

Entender a diferença de aparelhos conectados no 110 V ou 200 V e compreender como funcionam as ligações elétricas residenciais

4. DESENVOLVIMENTO

Duração	Atividade	Descrição
10 min	Explicar a atividade	O professor demonstra como será a atividade, faz uma breve explicação sobre voltagem e tira dúvida dos alunos sobre o que deve ser feito.
40 min	Resposta de todos no formulário	Os alunos devem ler as perguntas com base nos links sugeridos em cada pergunta da tarefa 7 e discutirem entre si para chegarem à conclusão das respostas. Em caso de dúvida, podem discutir com o professor.
40 min	discussão das respostas com a turma	Após todas as respostas enviadas, o professor deve discutir com os alunos quais as respostas corretas, tirar dúvidas, explicar o conceito, a fim de guiar para o caminho correto.

5. BIBLIOGRAFIA

7. livro Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), Instituto de Pesquisa da USP. São Paulo, 1998. Eletromagnetismo. Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/>.

Plano de Aula - Aula 8

1. IDENTIFICAÇÃO

Disciplina: Física: Circuitos Elétricos	Professor:	
Data:	Horário:	Nível: Ensino Médio

2. PRÉ-AULA

Preparação:
Verificar se a WebQuest tarefa 8 está funcionando pelo link <https://webcircuito.paginas.ufsc.br/tarefa-8/>. Se não, implementar a tarefa 8 pelo roteiro de experimento (ver próxima seção).

Recursos:
Computador/notebook com acesso a internet.

3. CONTEÚDOS E OBJETIVOS

Conteúdos:
1. Circuito elétrico.

Objetivos:
Montar um circuito elétrico virtual, perceber a diferença entre os circuitos em série e paralelo, chegar a conclusão das duas leis de Ohm sem demonstrar nenhuma fórmula, montar gráficos e calcular tensão e corrente nos circuitos.

4. DESENVOLVIMENTO

Duração	Atividade	Descrição
5 min	Explicar a atividade	O professor demonstra como será a atividade, mostra o experimento no PhET, explica como montar circuitos virtualmente por ele e tira dúvidas dos alunos sobre o que deve ser feito.
70 min	Resposta de todos no formulário	Os alunos, em grupos, leem o roteiro da atividade, montam os circuitos virtuais e discutem entre si para responder as perguntas.
15 min	discussão das respostas com a turma	Após todos terem feito os circuitos e os cálculos necessários, o professor recolhe as atividades e discute com os alunos as conclusões que eles chegaram sobre a tarefa.

5. BIBLIOGRAFIA

8. livro Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), Instituto de Pesquisa da USP. São Paulo, 1998. Eletromagnetismo. Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/>.

2. Tarefas da WebQuest

A seguir, apresentamos as tarefas da WebQuest. Todas estão disponíveis em: <https://webcircuito.paginas.ufsc.br/>. Mas você pode fazer sua própria página usando sistemas como o Blogspot, Wix ou mesmo dentro de um Formulário do Google Forms.

2.1 Tarefa 1 - Conhecimento prévio.

Alunos, essa é a nossa primeira tarefa e é extremamente importante, assim como todas as outras que virão.

Para a Tarefa, individualmente, vamos responder as questões abaixo:

Questões:

- 1ª) O que você entende sobre circuito elétrico?
- 2ª) Quais aparelhos que você usa diariamente tem um circuito elétrico?
- 3ª) Na sua casa, quais aparelhos você acha que tem um circuito elétrico embutido?
- 4ª) Destas figuras abaixo, quais você acha que tem um circuito elétrico?



2.2 Tarefa 2 - Choque elétrico / Fio terra.

Para essa nossa segunda tarefa, sugiro que se unam em equipes de 4 (quatro) integrantes para responder as questões abaixo.

Questões:

1ª) Cite ao menos três elementos que compõem um circuito elétrico e explique a sua funcionalidade.

Sugestão de link: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/circuitos-eletricos.htm>

2ª) Em uma lâmpada acesa na sua casa, existe um circuito elétrico aberto ou fechado?

Sugestão de link:

<https://www.cursonr10.com/funcionamento-do-interruptor-eletrico/#:~:text=Eles%20possuem%20duas%20posi%C3%A7%C3%B5es%2C%20uma,passar%20e%20acender%20a%20l%C3%A2mpada.>

3ª) A comunicação entre computadores, smartphones e outros aparelhos eletrônicos é possível graças à internet. Quando conectamos um computador ao outro, estamos fechando o circuito elétrico entre eles que inclui muitas variáveis, entre elas, seu provedor de serviço, antenas, cabos e roteadores. Dito isto, o que aconteceria se você estivesse em comunicação por vídeo com o seu amigo e apenas uma dessas antenas de rede parasse de funcionar?

Sugestão de link: <https://www.youtube.com/watch?v=pKxWPo73pX0>

4ª) Explique como funciona o choque elétrico no nosso corpo e como poderíamos evitar de receber choque.

Sugestão de link: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/choques-eletricos.htm>

5ª) A água é condutora de eletricidade?

Sugestão de link: <https://www.youtube.com/watch?v=mDXpUmi7qwk>

6ª) Imagine estas duas situações distintas: 1 – Uma pessoa que recebe choque ao ligar um chuveiro elétrico. 2 – Uma pessoa que recebe choque ao segurar fios elétricos em ambas as mãos. Em qual das duas o risco do choque elétrico é maior?

Sugestão de link: <https://www.youtube.com/watch?v=Jr2Se6jRVqM>

7ª) Para que serve o terceiro pino na tomada?

Sugestão de link:

<https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2018/09/03/por-que-existe-a-tomada-de-tres-pinos.htm>

8ª) O que acontece com o chuveiro se ele não for ligado ao fio terra?

Sugestão de link: <https://www.youtube.com/watch?v=ba3t5zD8K7A>

9ª) Explique porque o chuveiro dá choque no registro e não na água.

Sugestão de link: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/corrente-eletrica.htm>

2.3 Tarefa 3 - Conta de luz / Aparelhos eletrônicos.

Para essa nossa terceira tarefa, sugiro que continuem com o grupo de 4 (quatro) integrantes.

Questões:

1ª) Identifique através da sua conta de luz qual o preço de kWh que você paga por energia consumida.

Sugestão de link: <https://jmc.com.br/como-calcular-a-conta-de-luz/>

2ª) O que significa kWh?

Sugestão de link: <https://blog.bluesol.com.br/principais-diferencas-entre-kw-e-kwh/>

3ª) Através da sua conta de luz e sabendo que um mês tem, em média, 720 horas calcule qual o valor da potência elétrica que foi usada na sua casa nesse mês.

Sugestão de link: <https://blog.bluesol.com.br/principais-diferencas-entre-kw-e-kwh/>

4ª) Todo aparelho eletrônico possui um manual de instruções. Em alguns até umas “chapinhas” são presentes nesses próprios aparelhos. Converse com o seu grupo, entre em consenso sobre cinco aparelhos eletrônicos que estarão presentes em ambas as casas. Vocês irão extrair todos os dados físicos de informação do aparelho. Cada integrante do grupo deve fazer sua própria anotação e comparar os dados com os demais.

Sugestão de link para um exemplo de informação do produto:

<https://www.americanas.com.br/produto/142676583/secador-de-cabelo-do-carro-eletrico-de-12v-2-engrena-o-mini-ventilador-de-baixo-nivel-de-ruído-dobrável-do-cabeleireiro#info-section>

5ª) Depois de ter as informações do produto e compará-las, qual a finalidade da informação da potência no aparelho eletrônico?

Sugestão de link:

<https://www.mundodaeletrica.com.br/potencia-eletrica/#:~:text=A%20pot%C3%Aancia%20el%C3%A9trica%20pode%20ser,energia%20%C3%BAtil%20ao%20ser%20humanos.>

6ª) Para que serve a informação de tensão no aparelho elétrico?

Sugestão de link: <https://www.todamateria.com.br/tensao-eletrica/>

7ª) Qual a funcionalidade da informação da frequência no aparelho elétrico?

Sugestão de link: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-frequencia-e-como-calculiar/>

8ª) Calcule o consumo elétrico mensal da geladeira da sua casa.

Sugestão de link:

<https://www.promobit.com.br/blog/como-calculiar-o-consumo-de-energia-de-um-eletrodomestic-o/>

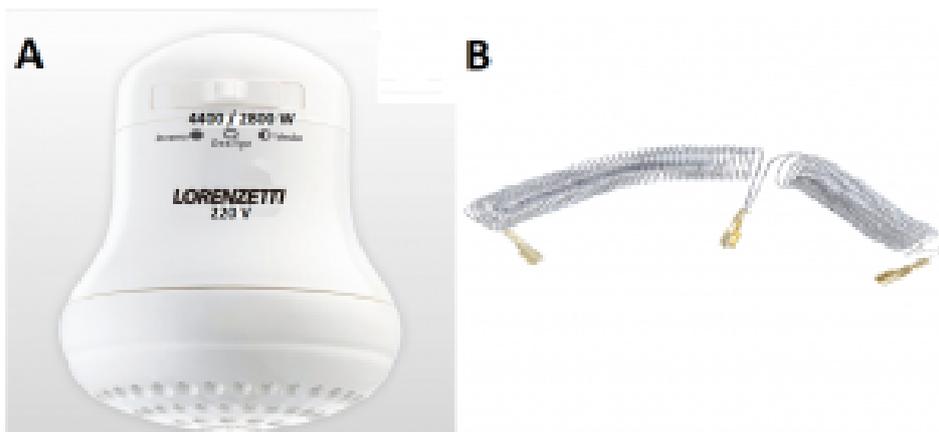
9ª) Dos aparelhos que foram extraídos os dados físicos para a questão 4 escolha um que não tenha a informação sobre a sua corrente na placa e a calcule.

Sugestão de link: <https://athoselectronics.com/tensao-e-corrente/>

2.4 Tarefa 4 - Chuveiro e resistores elétricos.

Nesta nossa quarta tarefa, sugiro que, individualmente, analisem as figuras na imagem abaixo e respondam as questões propostas.

Figura A: Chuveiro elétrico / ducha eletrônica. Figura B: Resistor do chuveiro elétrico.



Questões:

Para a figura A:

- 1ª) Qual a tensão presente nele para o seu funcionamento?
- 2ª) Onde a potência é maior? Na posição inverno ou na posição verão? Justifique.
- 3ª) Calcule o valor da corrente elétrica que passa por ele no inverno e no verão. Compare as respostas.

Sugestão de link: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/corrente-eletrica.htm>

- 4ª) Onde o consumo de energia é maior? Na posição inverno ou na posição verão?

Sugestão de link:

<https://www.proteste.org.br/eletrodomesticos/aquecedor/noticia/chuveiro-eletrico-modo-verao-o-u-inverno-faz-diferenca>

- 5ª) Nos dias mais pesados do inverno, quando vamos tomar banho tentamos deixar a água do chuveiro o mais quente possível. Se o chuveiro está no máximo para esquentar e a água continua fria algumas pessoas diminuem o fluxo de água que está passando e automaticamente a água aquece mais. Por que isso acontece?

Sugestão de link: <https://www.mundodaeletrica.com.br/como-funciona-um-chuveiro-eletrico/>

Para a figura B:

6ª) Em qual dos lados (direito ou esquerdo) é a ligação para o inverno? E para o verão? Justifique.

Sugestão de link: <http://www.eletrodomesticos.blog.br/como-funciona-o-chuveiro-eletrico>

7ª) Com base no que você entendeu, um aumento no comprimento da resistência dificulta ou favorece a passagem da corrente elétrica?

8ª) Atualmente, a ducha eletrônica está sendo mais indicada para a compra do que o chuveiro elétrico graças a sua resistência que é diferente daquela do chuveiro. Explique como funciona essa resistência presente na ducha eletrônica.

2.5 Tarefa 5 - Efeito joule.

Para a quinta tarefa, sugiro que se unam em equipes de 3 (três) integrantes.

Questões:

1ª) Explique como funciona o chuveiro elétrico.

Sugestão de link: <https://www.mundodaeletrica.com.br/como-funciona-um-chuveiro-eletrico/>

2ª) Cite aparelhos em que você veja o seu aquecimento. Onde esses aparelhos se assemelham ao chuveiro elétrico? Justifique.

3ª) Explique porque tanto o celular quanto o aparelho de televisão esquentam mas não existe uma resistência como seu componente. Qual o motivo desse aquecimento?

Sugestão de link:

<https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2019/09/13/batata-quente-por-que-celulares-esquentam-e-o-que-fazer-para-evitar-isso.htm#:~:text=A%20explica%C3%A7%C3%A3o%20est%C3%A1%20na%20f%C3%ADsica,um%20condutor%20em%20determinado%20tempo.&text=E%2C%20consequentemente%2C%20mais%20ele%20ir%C3%A1,de%20Engenharia%20El%C3%A9trica%20da%20FEI.>

4ª) Por que as lâmpadas fluorescentes são mais econômicas que as lâmpadas incandescentes?

Sugestão de link:

<https://www.preparaenem.com/fisica/lampadas-fluorescentes-incandescentes.htm#:~:text=Veja%20como%20funcionam%20as%20l%C3%A2mpadas%20fluorescentes%20e%20incandescentes.&text=N%C3%A3o%20pare%20agora...&text=Grande%20parte%20da%20energia%20que,e%20apenas%205%25%20em%20luz.>

5ª) Explique por que uma lâmpada de LED de 12 W equivale a uma lâmpada incandescente de 87W.

Sugestão de link: <https://blog.energilux.com.br/potencia-lampada-led/>

6ª) Suponha que cada lâmpada da tabela abaixo seja equivalente a um chuveiro elétrico e que elas são equivalentes entre si. Se submetemos todas a mesma Tensão, calcule para cada lâmpada a sua resistência e corrente elétrica. Compare os resultados obtidos.

	Potência	Tensão	Corrente	Resistência
LED	6W	110V		
Incandescente	40W	110V		
Fluorescente	12W	110V		

Sugestão de link: <https://athoselectronics.com/tensao-e-corrente/>

2.6 Tarefa 6 - Proteções do Circuito.

Para essa nossa sexta tarefa, sugiro que continuem com o grupo de 3 (três) integrantes.

Questões:

1^a) Explique como podemos evitar danos a um circuito elétrico, como a sua queima ou explosões?

Sugestão de link: <https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/evitar-curto-circuito/>

2^a) Se analisarmos vários fusíveis de carro com correntes diferentes entre si, conseguimos perceber que o diâmetro do fio varia. Qual a relação entre o diâmetro do fio e a corrente que ele suporta?

Sugestão de link: <https://garagem360.com.br/como-verificar-os-fusiveis-seu-veiculo/>

3^a) A espessura do fio na instalação elétrica importa? Qual a diferença de uma corrente que passa por um fio de cobre fino para a mesma corrente que passa por um fio de cobre grosso?

Sugestão de link: <https://www.youtube.com/watch?v=MM6btY3T7QY>

4^a) Em um circuito elétrico ocorre frequentemente a queima de um fusível de 20 A. Para solucionar o problema, um amigo recomenda que a pessoa troque o fusível por um de 30 A. Levando em conta a função do fusível no circuito, esse procedimento é correto? Justifique.

5^a) Por que na instalação residencial se utiliza disjuntor e não fusível para proteger o circuito?

Sugestão de link:

<https://www.mundodaeletrica.com/disjuntor-ou-fusivelqual-usar-quais-as-diferencas/#:~:text=O%20disjuntor%20%C3%A9%20projetado%20para,todos%20os%20elementos%20do%20circuito.>

6^a) Quais são os tipos de disjuntores que podem ser usados na fiação residencial? Dentre todos que você viu, qual protege mais? Por que?

2.7 Tarefa 7 - Ligações elétricas na residência.

Para nossa sétima tarefa, sugiro que formem duplas.

Questões:

1ª) Olhando para o poste, observamos que existem três tipos de fios que saem dele para a nossa casa. Quais são esses fios?

Sugestão de link: <https://www.coladaweb.com/fisica/electricidade/instalacao-eletrica-residencial>

2ª) Qual dos fios pode ser tocado sem levar choque elétrico?

3ª) Em qual fio deve ser ligado o disjuntor?

4ª) Se você ligar um aparelho que funciona a uma Tensão de 110V em uma Tensão de 220V o que acontece com ele? E o contrário (um aparelho de 220V a uma Tensão de 110V)?

Sugestão de link:

<https://www.tecmundo.com.br/ciencia/141738-110-v-220-v-regioes-brasil-tem-padroes-tensao-diferentes.htm>

5ª) Os circuitos antigos de iluminação de natal eram feito de tal forma que se apenas um LED queimasse todos os outros LEDs paravam de funcionar. Hoje em dia, assim como as lâmpadas da sua casa, se uma queima, as outras continuam funcionando. Qual a diferença da ligação entre esses dois casos?

Sugestão de link:

<https://www.mundodaeletrica.com.br/diferencas-entre-circuito-serie-e-paralelo/>

3. Roteiro de experimento utilizado no PhET.

Para essa nossa oitava e última tarefa, sugiro que continuem em duplas.

Questões:

Acessem o site: https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_pt_BR.html e cliquem na opção "intro".

1. Coloque uma bateria e defina a sua tensão para 9V. Conecte um resistor ligado aos fios e à bateria e defina a sua resistência para 15Ω . Coloque um amperímetro e meça a corrente elétrica que passa no circuito.
2. Ao mesmo circuito, escolha quatro valores para a resistência e em cada um, calcule a corrente elétrica.

Tensão (V)	Resistência (Ω)	Corrente (i)	Resistência x Corrente ($\Omega \cdot i$)	Resistência / Corrente (Ω/i)
9V	15 Ω			
9V				
9V				
9V				

3. O que está acontecendo com a corrente quando aumentamos ou diminuimos a resistência do resistor? Monte um gráfico Corrente x Resistência.

4. Agora, vá inserindo baterias (todas com 9V) de uma bateria até quatro baterias, colocando-as em sequência. Não mude o valor da resistência no resistor e para cada caso calcule o valor da corrente.

Dica: Saiba que quando temos mais de uma bateria no circuito, a tensão total é a soma do valor das tensões de todas as baterias.

Tensão (V)	Resistência (Ω)	Corrente (i)	Tensão x Corrente (V.i)	Tensão / Corrente (V/i)
9V	15 Ω			
	15 Ω			
	15 Ω			
	15 Ω			

5. O que está acontecendo com a corrente quando aumentamos ou diminuimos a tensão no circuito? Monte um gráfico Corrente x Tensão.

6. Analisando as duas tabelas, o que você consegue concluir em relação as duas colunas mais à direita? Na sua opinião esses valores representam algo?

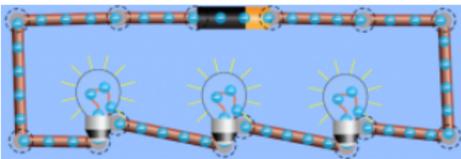
7. Analisando os gráficos, resistência e corrente são diretamente ou inversamente proporcionais?

8. E a tensão? É diretamente ou inversamente proporcional com a corrente?

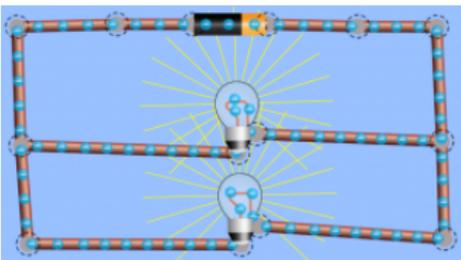
Texto de apoio para as perguntas abaixo:

Para um circuito elétrico, existem três tipos diferentes de ligações:

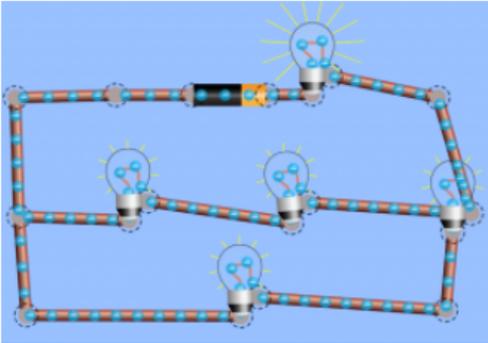
Circuito em série: quando dois ou mais aparelhos são ligados uns aos outros em sequência, conforme esquematizado na figura abaixo:



Circuito em paralelo: quando dois ou mais aparelhos são ligados em paralelo, conforme esquematizado na figura abaixo:



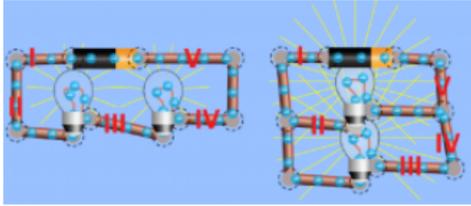
Circuito misto: quando o circuito tem tanto aparelhos ligados em série quanto aparelhos ligados em paralelo, conforme esquematizado na figura abaixo:



1. Crie um circuito com uma bateria de 9V e duas lâmpadas em série com 10Ω cada e observe seu brilho. O que acontece com o brilho das lâmpadas caso seja acrescentado mais uma lâmpada de 10Ω em série? E se forem acrescentadas mais três lâmpadas de 10Ω em série?
2. Para o mesmo circuito em série com cinco lâmpadas diminua a Tensão para 5V e depois a aumente para 50V. Explique o que está acontecendo com o brilho das lâmpadas. Utilize o Amperímetro e anote o valor da corrente em cada um dos casos. (9V, 5V e 50V).
3. Crie um circuito em paralelo entre duas lâmpadas de 10Ω cada e uma bateria de 12V. Qual a diferença do brilho das lâmpadas para este sistema em relação ao mesmo circuito com duas lâmpadas em série?
4. Para o circuito anterior, dobre o valor da resistência de apenas uma lâmpada. O que está acontecendo com ela?
5. Agora monte os dois circuitos abaixo com bateria 9V e resistência da lâmpada 10Ω . Calcule a corrente elétrica em cada ponto. O que se pode obter nesta medição? Qual a diferença da corrente entre um circuito em série e um circuito em paralelo?

	Corrente I	Corrente II	Corrente III	Corrente IV	Corrente V
Série					
Paralelo					

6. Agora meça a Tensão entre os mesmos pontos da figura acima. Deixe sempre o lado preto do voltímetro no ponto **I** e coloque o lado vermelho do nos pontos **II**, **III**, **IV** e **V** como a figura abaixo. O que se pode obter nesta medição? Qual a diferença da tensão entre um circuito em série e um circuito em paralelo?



	Tensão entre I e II	Tensão entre I e III	Tensão entre I e IV	Tensão entre I e V
Série				
Paralelo				

4. Manual do professor.

Segue abaixo um manual do professor, dividido por tarefas, com as respostas (ou sugestões delas) para auxiliar o professor que queira aplicar o produto em sala de aula.

Tarefa 1

1ª) O que você entende sobre circuito elétrico?

Circuitos elétricos são um conjunto de dispositivos de funções diversas, os quais são conectados por meio de fios condutores e ligados em uma fonte de tensão elétrica qualquer.

2ª) Quais aparelhos que você usa diariamente tem um circuito elétrico?

Smartphone, computador, televisão, geladeira, chuveiro elétrico, entre outros.

3ª) Na sua casa, quais aparelhos você acha que tem um circuito elétrico embutido?

Televisão, geladeira, ar condicionado, cafeteira elétrica, chuveiro elétrico e máquina de lavar.

4ª) Destas figuras abaixo, quais você acha que tem um circuito elétrico?

Fone de ouvido, computador, televisão, Alexa, máquina de lavar, fiação elétrica e chuveiro elétrico.

Tarefa 2

1ª) Cite ao menos três elementos que compõem um circuito elétrico e explique a sua funcionalidade.

Resistores: Resistores são dispositivos elétricos com alta resistência elétrica, isto é, opõem-se fortemente à passagem de corrente elétrica. Quando esses elementos são percorridos por uma corrente elétrica, produzem uma queda no potencial elétrico do circuito, consumindo essa energia por meio do efeito Joule. Dessa forma, é provocado um grande aquecimento do circuito.

Geradores: Geradores são os elementos responsáveis por fornecer energia para os circuitos elétricos. Quando ligamos os terminais de um gerador aos fios condutores de um circuito, forma-se uma diferença de potencial, que promove a movimentação dos elétrons.

Chaves ou interruptores: Chaves ou interruptores são dispositivos de segurança que servem para “abrir” ou “fechar” um circuito, podendo permitir ou interromper o fluxo de corrente elétrica. Esses elementos são fundamentais para quaisquer circuitos elétricos.

2ª) Em uma lâmpada acesa na sua casa, existe um circuito elétrico aberto ou fechado?

Fechado, pois quando o circuito está aberto, não existe a passagem de corrente elétrica até a lâmpada, mantendo ela apagada, já quando o circuito é fechado, ou seja, o feito o contato entre a fiação e a lâmpada, a corrente pode passar e acender a lâmpada.

3ª) A comunicação entre computadores, smartphones e outros aparelhos eletrônicos é possível graças à internet. Quando conectamos um computador ao outro, estamos fechando o circuito elétrico entre eles que inclui muitas variáveis, entre elas, seu provedor de serviço, antenas, cabos e roteadores. Dito isto, o que aconteceria se você estivesse em comunicação por vídeo com o seu amigo e apenas uma dessas antenas de rede parasse de funcionar?

A conexão iria buscar outra antena que estivesse funcionando para poder fechar o circuito e restabelecer a comunicação.

4ª) Explique como funciona o choque elétrico no nosso corpo e como poderíamos evitar de receber choque.

Para que o choque ocorra, deve haver uma diferença de potencial entre dois pontos distintos do corpo humano, ou seja, quanto maior for a diferença de potencial, maior será a corrente elétrica; como consequência, o choque também será maior. Geralmente, um desses pontos são os pés, que estão em contato com o solo, e o outro ponto é o que de fato entra em contato com algum

aparelho elétrico ou fio elétrico. Poderíamos evitar o choque elétrico nos protegendo com materiais isolantes ou até mesmo diminuindo a diferença de potencial entre estes dois pontos.

5ª) A água é condutora de eletricidade?

Água não conduz eletricidade. Na verdade, a água pura pode ser considerada um isolante devido ao seu alto nível de resistividade. O que auxilia a passagem de corrente são as impurezas que contém nela.

6ª) Imagine estas duas situações distintas: 1 – Uma pessoa que recebe choque ao ligar um chuveiro elétrico. 2 – Uma pessoa que recebe choque ao segurar fios elétricos em ambas as mãos. Em qual das duas o risco do choque elétrico é maior?

Na segunda opção, o choque passa pelos braços e logo em seguida pelo coração.

7ª) Para que serve o terceiro pino na tomada?

O terceiro pino serve para segurança dos eletrodomésticos e do usuário. Ele é responsável por levar a energia excedente para o solo, desmagnetizando o aparelho e evitando acidentes ou problemas maiores.

8ª) O que acontece com o chuveiro se ele não for ligado ao fio terra?

A falta do uso de aterramento de chuveiro elétrico pode provocar choque elétrico.

9ª) Explique porque o chuveiro dá choque no registro e não na água.

Encanamentos metálicos ou até mesmo a própria água conduzem a eletricidade que "escapa" da resistência até o registro, que geralmente é feito de metal.

Tarefa 3

1ª) Identifique através da sua conta de luz qual o preço de kWh que você paga por energia consumida.

0,61 R\$ por 4,44 kwh.

2ª) O que significa kWh?

KWh é uma medida da energia elétrica consumida por um aparelho durante um determinado período de funcionamento e significa quilowatt hora.

3ª) Através da sua conta de luz e sabendo que um mês tem, em média, 720 horas calcule qual o valor da potência elétrica que foi usada na sua casa nesse mês.

Energia = Potência × Tempo

810 Kwh = Potência × 720 h

810 Kwh/720 h = Potência

Potência = 1,125 Kw.

4ª) Todo aparelho eletrônico possui um manual de instruções. Em alguns até umas “chapinhas” são presentes nesses próprios aparelhos. Converse com o seu grupo, entre em consenso sobre cinco aparelhos eletrônicos que estarão presentes em ambas as casas. Vocês irão extrair todos os dados físicos de informação do aparelho. Cada integrante do grupo deve fazer sua própria anotação e comparar os dados com os demais.

Secador de cabelo, celular, televisão, telefone sem fio e micro-ondas.

- Secador de cabelo Potência: 2100 W Tensão: 220V.

- Celular: Potência: 15W Tensão: Bivolt.

- Televisão: Potência: 65W Tensão: 220V.

- Telefone sem fio: Potência: 3W Tensão: Bivolt.

- Micro-ondas: Potência: 1500W Tensão: 220V.

5ª) Depois de ter as informações do produto e compará-las, qual a finalidade da informação da potência no aparelho eletrônico?

A informação da potência é muito importante, primeiro pois ela é quem define o quão “forte” seu equipamento é em relação a outros modelos e é ele que nos dá a informação para a devida instalação deste aparelho, como o cabo que será usado para ele ou até mesmo o disjuntor de proteção.

6ª) Para que serve a informação de tensão no aparelho elétrico?

Tensão elétrica é a grandeza física que mede a diferença de potencial elétrico entre dois pontos, também chamada de ddp. A informação de tensão serve para saber se a voltagem do aparelho elétrico é 110V ou 220V.

7ª) Qual a funcionalidade da informação da frequência no aparelho elétrico?

A frequência é habitualmente utilizada para descrever o funcionamento de equipamento elétrico. Um exemplo são os motores AC, pois para qualquer alteração na frequência, este causa uma alteração proporcional na velocidade do motor.

8ª) Calcule o consumo elétrico mensal da geladeira da sua casa.

$$59 \text{ Kwh/mês} \times 0,21276 = \text{R\$ } 12,55.$$

9ª) Dos aparelhos que foram extraídos os dados físicos para a questão 4 escolha um que não tenha a informação sobre a sua corrente na placa e a calcule.

$$\text{Ventilador: } i = P / V \rightarrow i = 130 \text{ W} / 220 \text{ V} \rightarrow i = 0.6\text{A}$$

Tarefa 4

1ª) Qual a tensão presente nele para o seu funcionamento?

220 V.

2ª) Onde a potência é maior? Na posição inverno ou na posição verão? Justifique.

Posição Inverno, pois a potência é de 4400 W.

3ª) Calcule o valor da corrente elétrica que passa por ele no inverno e no verão. Compare as respostas.

Verão: $P = 2800\text{W}$; $U = 220\text{V} \rightarrow P = i \times U \rightarrow P/U = i \rightarrow 2800\text{W}/220\text{V} = i \rightarrow i = 12,72 \text{ A}$.

Inverno: $P = 4400\text{W}$; $U = 220\text{V} \rightarrow P = i \times U \rightarrow P/U = i \rightarrow 4400\text{W}/220\text{V} = i \rightarrow i = 20 \text{ A}$.

4ª) Onde o consumo de energia é maior? Na posição inverno ou na posição verão?

Na posição “inverno”, o consumo de energia é 30% maior, em média. Isso acontece porque as posições “inverno” e “verão” regulam a passagem da corrente elétrica, necessária para aquecer a água.

5ª) Nos dias mais pesados do inverno, quando vamos tomar banho tentamos deixar a água do chuveiro o mais quente possível. Se o chuveiro está no máximo para esquentar e a água continua fria algumas pessoas diminuem o fluxo de água que está passando e automaticamente a água aquece mais. Por que isso acontece?

Se mais água passar pela resistência, é preciso mais calor para obter a mesma temperatura final. Se analisarmos dois chuveiros da mesma potência, o que aquece menos está ligado a uma rede onde a pressão da água é maior, ou seja seu fluxo é maior. Por isso que ao fechar levemente o registro do chuveiro, diminuindo a quantidade de água, esta água sai em temperatura maior.

Para a figura B:

6ª) Em qual dos lados (direito ou esquerdo) é a ligação para o inverno? E para o verão? Justifique.

O lado direito é para o inverno e o lado esquerdo para o verão. O lado direito, por possuir uma resistência menor, possui uma maior corrente elétrica circulando por ela. O lado esquerdo é o contrário, possui uma resistência maior, o que irá gerar uma corrente elétrica menor.

7ª) Com base no que você entendeu, um aumento no comprimento da resistência dificulta ou favorece a passagem da corrente elétrica?

Dificulta, pois quanto maior o comprimento maior será a resistência.

8ª) Atualmente, a ducha eletrônica está sendo mais indicada para a compra do que o chuveiro elétrico graças a sua resistência que é diferente daquela do chuveiro. Explique como funciona essa resistência presente na ducha eletrônica.

O chuveiro eletrônico possui ajuste de temperatura gradual. Isso significa que ele contém uma haste específica que possibilita aquecer a água com ele já ligado, sem o risco de tomar choque.

Tarefa 5

1ª) Explique como funciona o chuveiro elétrico.

A água ao circular pelo chuveiro pressiona o diafragma de borracha, este por sua vez aproxima os contatos da resistência aos contatos energizados, situados no cabeçote do aparelho. Assim, a água ao passar pelos terminais do resistor quente se aquece.

2ª) Cite aparelhos em que você veja o seu aquecimento. Onde esses aparelhos se assemelham ao chuveiro elétrico? Justifique.

Aquecedores Churrasqueira elétrica Ferro de passar roupa Secador de cabelos Chapinha Torradeira Lâmpadas incandescentes. Apesar de desempenharem funções diferentes, todos os dispositivos listados acima apresentam algo em comum: são dotados de uma resistência que, se percorrida por uma corrente elétrica, produz grandes quantidades de calor.

3ª) Explique porque tanto o celular quanto o aparelho de televisão esquentam mas não existe uma resistência como seu componente. Qual o motivo desse aquecimento?

Um celular esquentando é o tipo de problema que qualquer eletrônico pode passar. Mesmo assim, isso deve ser evitado, pois o superaquecimento pode causar danos graves ao aparelho. Os motivos podem ser vários, como o uso prolongado em aplicativos pesados, bug no sistema operacional, bateria defeituosa, algum componente interno com erro, entre outros.

4ª) Por que as lâmpadas fluorescentes são mais econômicas que as lâmpadas incandescentes?

A maior parte da energia fornecida na lâmpada fluorescente é transformada em luz, e, por esse motivo, ela tem um rendimento muito maior que a lâmpada incandescente, que produz muito mais calor.

5ª) Explique por que uma lâmpada de LED de 12 W equivale a uma lâmpada incandescente de 87W.

Por que as lâmpadas fluorescentes consomem o dobro de watts que uma lâmpada de LED. Isso significa que, para proporcionar uma mesma iluminação, a lâmpada fluorescente consome 12 W e a de LED 6 W. Enquanto isso, uma lâmpada incandescente consome 50 W.

6ª) Suponha que cada lâmpada da tabela abaixo seja equivalente a um chuveiro elétrico e que elas são equivalentes entre si. Se submetermos todas a mesma Tensão, calcule para cada lâmpada a sua resistência e corrente elétrica. Compare os resultados obtidos.

LED -> corrente: 0,05 A Resistência: 2016,66 Ω .

Incandescente -> corrente: 0,36 A Resistência: 3025 Ω .

Fluorescente -> corrente: 0,10 A Resistência: 1008,33 Ω .

Tarefa 6

1ª) Explique como podemos evitar danos a um circuito elétrico, como a sua queima ou explosões?

Para evitar curtos-circuitos, é necessário verificar e trocar instalações elétricas de fábricas, residências ou comércios quando necessário, dando atenção especial àquelas que ficam expostas ao ar livre, sob a ação do clima. Para isso, um profissional da área deve ser requisitado, tanto para uma instalação nova quanto para troca de uma existente, devido ao risco de eletrocussão.

2ª) Se analisarmos vários fusíveis de carro com correntes diferentes entre si, conseguimos perceber que o diâmetro do fio varia. Qual a relação entre o diâmetro do fio e a corrente que ele suporta?

Quanto maior for o diâmetro de um fio, menor será a sua resistência elétrica.

3ª) A espessura do fio na instalação elétrica importa? Qual a diferença de uma corrente que passa por um fio de cobre fino para a mesma corrente que passa por um fio de cobre grosso?

Sim, pois quanto maior a espessura, maior a capacidade de isolamento da tensão elétrica. Os cabos elétricos também podem ter diferentes graus de flexibilidade conforme a área transversal do condutor. A diferença é que o fio mais fino aumenta o consumo de energia e o fio mais grosso economiza energia se os cabos estiverem bem dimensionados.

4ª) Em um circuito elétrico ocorre frequentemente a queima de um fusível de 20 A. Para solucionar o problema, um amigo recomenda que a pessoa troque o fusível por um de 30 A. Levando em conta a função do fusível no circuito, esse procedimento é correto? Justifique.

Não é correto. Aumentando a capacidade do fusível evitamos que ele queime, mas resultados na queima do aparelho conectado a ele.

5ª) Por que na instalação residencial se utiliza disjuntor e não fusível para proteger o circuito?

Enquanto o fusível, um equipamento mais simples, rompe seu filamento interno e impede a passagem de corrente, o disjuntor funciona realmente como um interruptor. Ao identificar um curto ou uma sobrecarga, ele desliga, impedindo a passagem de corrente sem se danificar.

6ª) Quais são os tipos de disjuntores que podem ser usados na fiação residencial? Dentre todos que você viu, qual protege mais? Por que?

Disjuntor bipolar. Disjuntor tripolar. Disjuntor térmico. Disjuntor magnético. Disjuntor termomagnético: o termomagnético protege mais por que ,o dispositivo termomagnético desarma nos dois casos e proporciona mais proteção à instalação elétrica do que os disjuntores térmicos ou magnéticos.

Tarefa 7

1ª) Olhando para o poste, observamos que existem três tipos de fios que saem dele para a nossa casa. Quais são esses fios?

Dois desses fios são chamados de vivos ou fase e o outro é chamado de neutro.

2ª) Qual dos fios pode ser tocado sem levar choque elétrico?

Quando não está ligado a um aparelho, o fio neutro não deve conduzir corrente e, por isso, não dá choque.

3ª) Em qual fio deve ser ligado o disjuntor?

Deve ser ligado no fio neutro.

4ª) Se você ligar um aparelho que funciona a uma Tensão de 110V em uma Tensão de 220V o que acontece com ele? E o contrário (um aparelho de 220V a uma Tensão de 110V)?

Quando nós ligamos um aparelho que funciona com 110 V em uma rede de 220 V, o aparelho vai queimar com a tensão mais alta. Quando ligamos um aparelho que usa 220 V em uma tensão de 110 V, ele simplesmente não vai funcionar direito, pois está sendo alimentado só com a metade da tensão que deveria receber.

5ª) Os circuitos antigos de iluminação de natal eram feito de tal forma que se apenas um LED queimasse todos os outros LEDs paravam de funcionar. Hoje em dia, assim como as lâmpadas da sua casa, se uma queima, as outras continuam funcionando. Qual a diferença da ligação entre esses dois casos?

No caso mais antigo, a ligação era feita pelo circuito em série, onde um queimava e todos também. Atualmente elas funcionam com o sistema em circuito paralelo.

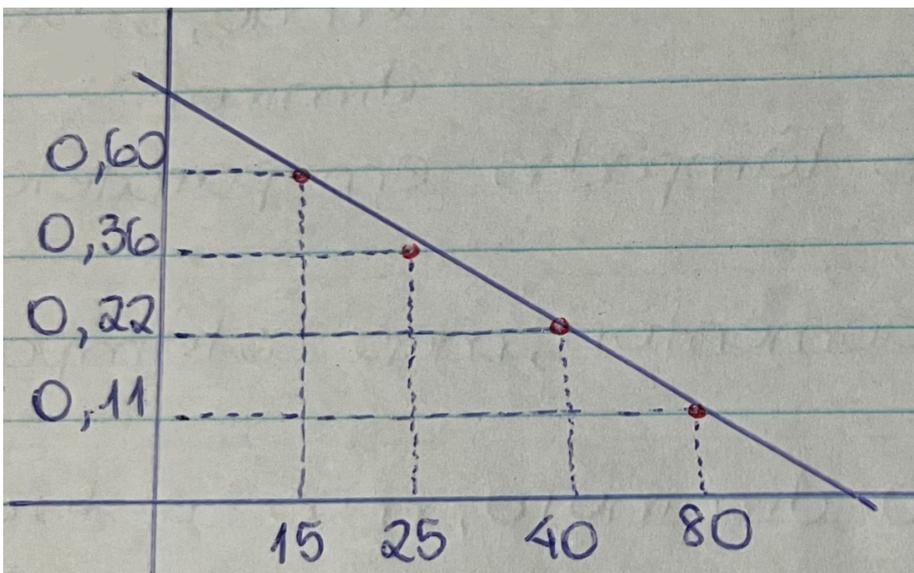
Tarefa 8

1. Coloque uma bateria e defina a sua tensão para 9V. Conecte um resistor ligado aos fios e à bateria e defina a sua resistência para 15Ω. Coloque um amperímetro e meça a corrente elétrica que passa no circuito.

2. Ao mesmo circuito, escolha quatro valores para a resistência e em cada um, calcule a corrente elétrica.

Tensão (V)	Resistência (Ω)	Corrente (i)	Resistência x Corrente (Ω.i)	Resistência / Corrente (Ω/i)
9V	15Ω	0,6	9	25
9V	25	0,36	9	69,44
9V	40	0,22	9	181,81
9V	80	0,11	9	727,27

3. O que está acontecendo com a corrente quando aumentamos ou diminuimos a resistência do resistor? Monte um gráfico Corrente x Resistência.

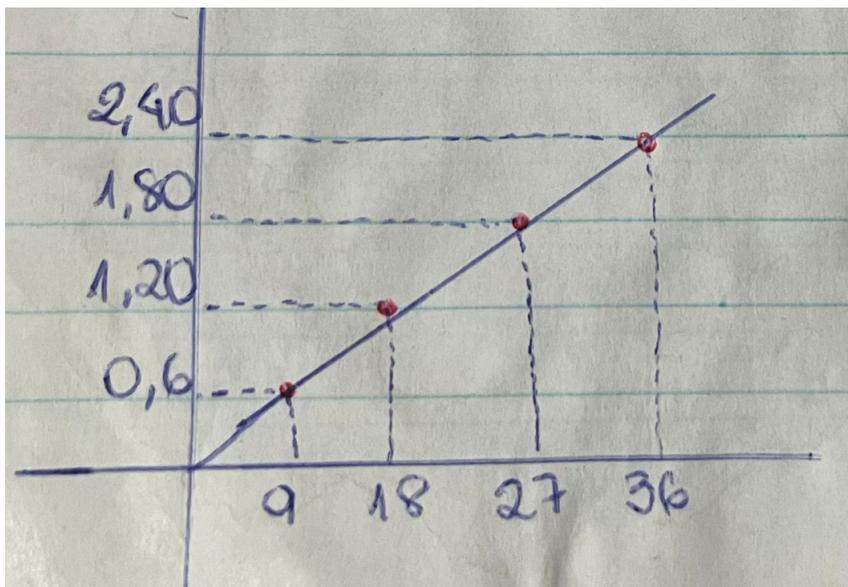


4. Agora, vá inserindo baterias (todas com 9V) de uma bateria até quatro baterias, colocando-as em sequência. Não mude o valor da resistência no resistor e para cada caso calcule o valor da corrente.

Dica: Saiba que quando temos mais de uma bateria no circuito, a tensão total é a soma do valor das tensões de todas as baterias.

Tensão (V)	Resistência (Ω)	Corrente (i)	Tensão x Corrente (V.i)	Tensão / Corrente (V/i)
9V	15Ω	0,6	5,4	15
18	15Ω	1,2	21,6	15
27	15Ω	1,8	48,6	15
36	15Ω	2,4	86,4	15

5. O que está acontecendo com a corrente quando aumentamos ou diminuimos a tensão no circuito? Monte um gráfico Corrente x Tensão.



6. Analisando as duas tabelas, o que você consegue concluir em relação as duas colunas mais à direita? Na sua opinião esses valores representam algo?

Se dividirmos a tensão com a corrente, achamos a resistência. Tensão x resistência não chegamos a nenhuma conclusão.

7. Analisando os gráficos, resistência e corrente são diretamente ou inversamente proporcionais?

Inversamente proporcionais.

8. E a tensão? É diretamente ou inversamente proporcional com a corrente?

Diretamente proporcional.

1. Crie um circuito com uma bateria de 9V e duas lâmpadas em série com 10Ω cada e observe seu brilho. O que acontece com o brilho das lâmpadas caso seja acrescentado mais uma lâmpada de 10Ω em série? E se forem acrescentadas mais três lâmpadas de 10Ω em série?

Com as três lâmpadas de 10 V, o brilho diminui. Com seis lâmpadas, o brilho das lâmpadas quase some.

2. Para o mesmo circuito em série com cinco lâmpadas diminua a Tensão para 5V e depois a aumente para 50V. Explique o que está acontecendo com o brilho das lâmpadas. Utilize o Amperímetro e anote o valor da corrente em cada um dos casos. (9V, 5V e 50V).

Corrente vai mudando (0,18 A, 0,1 A e 1 A). Conforme aumentamos a tensão, o brilho aumenta. Diminuindo a tensão, o brilho diminui.

3. Crie um circuito em paralelo entre duas lâmpadas de 10Ω cada e uma bateria de 12V. Qual a diferença do brilho das lâmpadas para este sistema em relação ao mesmo circuito com duas lâmpadas em série?

Quando colocamos as lâmpadas em paralelo, o brilho delas aumenta.

4. Para o circuito anterior, dobre o valor da resistência de apenas uma lâmpada. O que está acontecendo com ela?

A lâmpada com a resistência dobrada, aumenta o brilho. Contudo, as outras lâmpadas diminuem o seu brilho.

5. Agora monte os dois circuitos abaixo com bateria 9V e resistência da lâmpada 10Ω . Calcule a corrente elétrica em cada ponto. O que se pode obter nesta medição? Qual a diferença da corrente entre um circuito em série e um circuito em paralelo?

	Corrente I	Corrente II	Corrente III	Corrente IV	Corrente V
Série	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Paralelo	0,9	0,9	1,8	1,8	0,9

6. Agora meça a Tensão entre os mesmos pontos da figura acima. Deixe sempre o lado preto do voltímetro no ponto I e coloque o lado vermelho do nos pontos II, III, IV e V como a figura abaixo. O que se pode obter nesta medição? Qual a diferença da tensão entre um circuito em série e um circuito em paralelo?

	Tensão entre I e II	Tensão entre I e III	Tensão entre I e IV	Tensão entre I e V
Série	1,8	3,6	5,4	7,2
Paralelo	9	9	9	9

Considerações finais

Sugerimos antes da aplicação que tome como aprofundamento sobre Física um dos autores citados: Moysés, Halliday ou Tipler. O assunto de Eletricidade para Moysés e Halliday, está localizado no volume 3 enquanto que para Tipler está direcionado ao volume 2.

É válido ressaltar que as entregas das atividades da WebQuest podem ser feitas do jeito que preferir, ou usando uma das ferramentas como Blogspot, Wix ou Formulário do Google Forms.

É crucial deixar que os alunos dialoguem e conversem entre si no decorrer das atividades, tendo em vista que segundo a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) de Vygotsky o estudante é um ser pensante mas necessita de trocas entre os colegas. Então, a importância do estímulo de um aluno que tenha entendido como resolver uma conta ou como este raciocinou sobre aquela questão pode ter sobre um outro aluno que não a tenha entendido. Essa mediação também pode ser feita pelo professor em sala.

A expectativa da aplicação deste produto educacional é desenvolver alunos mais participativos em sala de aula, além de aguçar o seu interesse pela matéria de Física e melhorar a relação entre aluno - professor.

Referências

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. Curso de física básica: Eletromagnetismo (vol. 3). Editora Blucher, 2015.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. Física 3. LTC, 1984.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA, Gene. Física para cientistas e engenheiros. Vol. 2: eletricidade e magnetismo, óptica . Grupo Gen-LTC, 2000.

VYGOTSKY, L. S.; MENTE, A. F. S. D. O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.

VYGOTSKY, LS A formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes, p.26–54, 2007.

[Phet, 2017] Kit para Montar Circuito DC. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_all.html?locale=pt_BR. Acesso em 5 ago 2022.