

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
CAMPUS UNIVERSITÁRIO SEN. ARTUR VIRGÍLIO FILHO (SETOR NORTE),
BLOCO DA FÍSICA, INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS – ICE
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
AMAZONAS - IFAM
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
CAMPUS CAMPO MOURÃO

WILSON CAMPOS OLIVEIRA

ENSINO DE ELETRODINÂMICA NO ENSINO MÉDIO
MEDIANTE O USO DE UMA UNIDADE DIDÁTICA

MANAUS
2019

WILSON CAMPOS OLIVERIA

**ENSINO DE ELETRODINÂMICA NO ENSINO MÉDIO
MEDIANTE O USO DE UMA UNIDADE DIDÁTICA**

Produto Educacional apresentado ao Programa Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
Dr. Igor Tavares Padilha

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	81
2 OBJETIVOS	82
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	83
3.1 TRABALHO EM EQUIPES	84
3.2 EXPERIMENTAÇÕES.....	85
3.3 TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA (TDC)	86
4 O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO	87
5 ESTRUTURA DAS AULAS	88
6 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	91
7 UNIDADE DIDÁTICA	92
REFERÊNCIAS.....	113

1. INTRODUÇÃO

O Produto Educacional disponibilizado aqui tem o intuito de atender um requisito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Sendo esse constituído por uma unidade didática que segue junto com a dissertação. A unidade didática utilizada seguiu a definição proposta por Zabala (1998), que diz se tratar de um “Conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos, tanto por professores como pelos alunos (ZABALA, 1988). Além disso, é fundamental levar em consideração ao elaborar a unidade didática a necessidade que os docentes têm de saber elaborar atividades que sejam inovadoras e conduzam os estudantes a uma evolução consistente em seus conceitos, habilidades e atitudes. No entanto, o mais importante é saber direcionar os trabalhos de estudantes, de modo que estes atinjam as metas estabelecidas.

Diante disso, ao elaborar essa unidade didática, colocou-se como objetivo o desenvolvimento de conteúdos de Eletrodinâmica junto a alunos do Ensino Médio. Desenvolveu-se, portanto, a partir dos conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial, resistência elétrica e lei de Ohm, e passando pelos circuitos elétricos.

Levaram-se da mesma maneira em conta os documentos oficiais, já que estes fornecem certas diretrizes fundamentais, *eg*, mostrar aos alunos os modos mediante os quais se dá o desenvolvimento da ciência, tal como se encontra nos PCNs, que declaram que:

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, na introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão, que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas. Ao mesmo tempo, a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas impulsionado (BRASIL, 2002).

Além disso, também é fundamental que seja desenvolvida nos alunos a habilidade de se nortearem, procurando dados consoante suas carências, aptos a realizarem leituras que sejam capazes de guiá-los na elaboração do seu próprio saber:

Lidar com o arsenal de informações atualmente disponíveis depende de habilidades para se obter, sistematizar, produzir e mesmo difundir informações (...). Isso inclui ser um leitor crítico e atento das notícias científicas divulgadas de diferentes formas: vídeos, programas de televisão, sites da Internet ou notícias de jornais (BRASIL, 2002, p.27).

Da mesma maneira é importante que se mantenha em foco, ao começar um projeto educacional, o que pontua Libâneo (2004):

a didática precisa incorporar as investigações mais recentes sobre modos de aprender e ensinar e sobre o papel mediador do professor na preparação dos alunos para o pensar. Mais precisamente, será fundamental entender que o conhecimento supõe o desenvolvimento do pensamento e que desenvolver o pensamento supõe metodologia e procedimentos sistemáticos do pensar. Nesse caso, a característica mais destacada do trabalho do professor é a mediação docente pela qual ele se põe entre o aluno e o conhecimento para possibilitar as condições e os meios de aprendizagem, ou seja, as mediações cognitivas (LIBÂNEO, 2004).

Pode-se perceber, através dessas pontuações colocadas por Libâneo (2004), o valor atribuído ao docente e às possibilidades dos processos de mediação entre este e o discente, bem como seus efeitos no processo de desenvolver a cognição.

É prevista para essa unidade didática a realização de cinco aulas de cinquenta minutos, além disso se sugere que as atividades sejam todas elas feitas em equipes. A elaboração da unidade didática foi idealizada de maneira que se pudesse propiciar a interação entre os atores do processo de ensino: professor, alunos e materiais didáticos. Assim, poder-se-ia alcançar o saber de maneira coletiva.

Almeja-se que este material possa ser útil para o docente que almeja desenvolver conteúdos de eletrodinâmica (corrente elétrica, diferença de potencial, associação de resistores, lei de ohm dentre outros).

Portanto, deixo aqui nossa gratidão aos docentes que escolherem desenvolver, junto aos seus estudantes, as propostas aqui contidas.

O autor.

2. OBJETIVOS

Desenvolver por meio de uma unidade didática tópicos de eletrodinâmica junto a alunos do segundo ano do Ensino Médio, de maneira a colaborar para um entendimento mais vasto da realidade na qual estão inseridos e contribuir para a compreensão de determinados fenômenos de eletricidade.

Investigar de que maneira os alunos entendem fenômenos ligados à eletrodinâmica e a relevância de se estudar por meio de múltiplas didáticas, no intuito de reconhecer colaborações para se desenvolver uma formação cidadã crítica.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

É necessário que se desenvolvam estratégias que colaborem para a interação entre os atores partícipes (docente, discente e materiais didáticos) do processo de ensino/aprendizagem ao se desenvolver um projeto educacional que leve em consideração o valor do docente como aquele que media o processo inteiro, bem como as atividades que proporcionarão tal interação. É significativo que haja interação entre professor e alunos, e destes entre si, sem que aquele forneça respostas fechadas, completas, prontas, de maneira que ocorra uma procura coletiva por respostas e soluções aos questionamentos e problemas que surgem diante de todos.

Levando em consideração essa preocupação com atividades que podem proporcionar essa interação entre os atores partícipes do processo de ensino/aprendizagem, e buscando conseguir atingir a sugestão de Libâneo (2004), aos versar de um ensino mais atualizado, no qual se deve ponderar

Um papel ativo dos sujeitos na aprendizagem escolar, professores e alunos cúmplices perante os objetivos do conhecimento mediante o diálogo; construção de conceitos articulados com as representações dos alunos; aprendizagem de pensar criticamente, implicando o desenvolvimento de competências cognitivas do aprender a aprender e instrumentos conceituais para interpretar a realidade e intervir nela; introdução de práticas interdisciplinares; valorização do vínculo entre o conhecimento científico e sua funcionalidade na prática; integração da cultura escolar com as outras culturas que perpassam a escola; reconhecimento da diferença e da diversidade cultural; explicitação de valores e atitudes por meio do currículo (LIBÂNEO, 2007).

Diante disso, escolheu-se utilizar estas estratégias de ensino: trabalho em equipes, experimentações e textos de divulgação científica, que serão exploradas a partir do próximo tópico.

3.1 Trabalhos em equipes

A escolha pelos trabalhos em equipes se baseia na teoria histórico-cultural de Lev Vygotsky, que postula que só acontece aprendizagem significativa se ocorrer interação entre aqueles que participam do processo, isto é, docentes, discentes e material didático utilizados nas experiências efetivadas em todas as atividades. É necessário que as atividades, excetuando-se as da primeira e da segunda aula, sejam todas elas desenvolvidas em equipes, nas quais os alunos tenham a possibilidade de se expressarem

abertamente e com total liberdade, emitindo pontos de vistas e intercambiando dados, de maneira que suas incertezas e interesses sejam debatidos enquanto acontecem.

Vygotsky é o maior expoente da teoria histórico-cultural, na qual o desenvolvimento mental dos alunos é explicado tendo como aporte o materialismo dialético. Além disso, tornaram-se imprescindíveis as contribuições de outros dois teóricos da escola histórico-cultural, Alexei Leontiev e Vasili Davydov, para desenvolver este trabalho, uma vez que acreditam que a escola é um lugar onde ocorre interação social.

Libâneo (2004) elucida também, dentro da teoria de Vygotsky, que é por meio da interação (comunicação) com outros sujeitos que ocorre a apropriação da cultura. Elementos essenciais, a educação e o ensino, têm funções elementares no desenvolvimento dos alunos. Além disso, deve-se levar em consideração também o que Leontiev diz acerca da atividade docente, que esta não é abstrata, já que o professor possui um propósito ao idealizar uma atividade prática. Ademais, o docente da mesma maneira pode (deve) burilar seu ofício no decorrer do tempo, apropriando-se de novos modelos e estratégias de ensino, elaborados tanto por si mesmo quanto pelos outros docentes. Alinhado a isso, Davydov apresenta uma preocupação com o arranjo dos currículos, já que a maneira de pensar do aluno será desenvolvida a partir do trabalho com os conteúdos contidos no programa. Assim, o pensador, em sua teoria, crê que se faz necessário ligar a atividade de aprendizagem do aluno aos procedimentos mediativos que são apresentados pelo docente, uma vez que desse modo o estudante poderá atingir um pensamento teórico científico, aumentando sua evolução mental, de maneira que esse aluno saiba raciocinar.

3.2 Experimentações

Questionários investigativos complementarão invariavelmente os experimentos contidos nessa unidade didática, intentando-se que, desse modo, os alunos sejam capazes de instituir correspondências entre os saberes trazidos do dia a dia e o saber científico. O trabalho com experimentos possui esse potencial de auxiliar os estudantes a “aprender através do estabelecimento de inter-relações entre os saberes teóricos e práticos inerentes aos processos do conhecimento escolar em ciências (ZANON & SILVA, 2000).”

Além disso, o trabalho com experimentos do mesmo modo é essencial na perspectiva de o aluno ter uma participação mais ativa em todo processo, uma vez que o

experimento é “uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e a agir sobre o seu objeto de estudo [...]”(CARVALHO et al., 1999).

Os estudantes serão conduzidos a raciocinar, no decorrer da aplicação dos experimentos, partindo de uma situação-problema, de maneira que os partícipes da experimentação se encontrem dispostos e livres para intervir, apresentando suas dúvidas e pontos de vista, intercambiar dados e debater seus pensamentos, tanto internamente (sua equipe), quanto externamente (demais equipes). Para tanto, os alunos poderão contar com roteiros de teor investigativo, que servirão para apoiar os experimentos.

3.3 Textos de Divulgação Científica (TDC)

A utilização desses TDC deve ocorrer de modo que cada aluno leia um parágrafo do material. Além disso, tanto o docente quanto os discentes propiciarão debates nos aspectos que julgarem ser relevantes. No tocante à adesão do uso de TDC, que fazem uso de uma linguagem menos complicada, muitos pesquisadores apontam que esses textos fazem com que o saber científico esteja mais perto da vida do aluno, o que colabora para evidenciar o valor da leitura para se formar cidadãos críticos. Assim, aprova-se que

“É de fundamental importância que os professores percebam o potencial didático de outros textos, que estejam mais próximos da leitura espontânea de seus alunos do que os livros didáticos. Seria desejável também que estas leituras fossem organizadas em atividades didáticas que permitissem e estimulassem um maior grau de discussão e participação dos alunos nas próprias aulas” (TERRAZAN e GABANA, 2003).

Esses TDC do mesmo modo serão colocados como referência, para que aos estudantes sejam elucidados os modos pelos quais a ciência é desenvolvida. Ademais, os TDC podem ser o instrumento mediativo que o docente poderá fazer uso para transpor ao ambiente escolar o debate acerca daquilo que está ocorrendo no momento atual nos lugares em que se faz ciência. Tal mediação se faz essencial para que as atividades sejam feitas de modo a destacar a relevância do processo de construção do saber sem que sejam fornecidas respostas fechadas.

4. O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

O ensino dos conteúdos de física, como os de Eletrodinâmica, na educação básica, tanto na rede pública como na privada, apresenta inúmeras deficiências, tais como: a pouca quantidade de aulas disponíveis, a péssima formação e remuneração dos docentes e a incontestável falta de recursos dentre outros. Esse contexto, evidentemente, promove o desenvolvimento de um ensino, geralmente, desprovido de motivação e longe das propostas colocadas pelos PCNs:

“[...] O estudo da eletricidade deverá centrar-se em conceitos e modelos da Eletrodinâmica e do eletromagnetismo, possibilitando, por exemplo, compreender por que aparelhos que servem para aquecer consomem mais energia do que aqueles utilizados para comunicação, dimensionar e executar pequenos projetos residenciais, ou ainda, distinguir um gerador de um motor. Será também indispensável compreender de onde vem a energia elétrica que utilizamos e como ela se propaga no espaço” (BRASIL, 2002).

Mesmo que a maior parte do discurso presente acerca do ensino de Ciências esteja centralizado em questões como: ensino centrado no estudante, encurtamento entre teoria e prática, uso de recursos tecnológicos no âmbito educacional, ensino problematizado, interdisciplinaridade, etc. O que tem sido observado na maior parte das salas de aula tradicionais é um ensino baseado em uma metodologia quase que exclusivamente tradicionalistas, ou seja, pautada no uso do livro didático (MOREIRA, 2013). Diante disso, quando ocorre o ensino dos conteúdos de Eletrodinâmica, pois nem sempre isso é possível, devido à pouca quantidade de aulas de Física, acontece basicamente pela abordagem oralizada do conteúdo pelo docente, com a resolução de exercícios no livro didático na sequência, categorizado pelos estudantes como um ensino sem motivação, desinteressante e de pouca utilidade, sendo, dessa maneira, decisivo para que os estudantes passem a não ter o menor interesse pela disciplina de Física.

Neste trabalho os conteúdos de Eletrodinâmica foram organizados em quatro grupos, da seguinte maneira: Grupo 1 – Corrente elétrica; Grupo 2 – Diferença de Potencial; Grupo 3 – Resistência elétrica; e, Grupo 4 – Lei de Ohm. Cada um desses grupos foi organizado em unidades temáticas que comportam a unidade didática.

5. ESTRUTURA DAS AULAS

AULAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CONTEÚDO	METODOLOGIA	RECURSOS DIDÁTICOS
Aula I – Eletrodinâmica: primeiros passos (Parte I)	1. Realizar leitura de texto de divulgação científica. 2. Formalizar os conceitos de diferença de potencial e corrente elétrica. 3. Discutir acerca da relação entre os dois conceitos e suas respectivas importâncias para o estudo da eletrodinâmica 4. Aplicar teste para avaliação do desenvolvimento do conhecimento.	1. Diferença de Potencial. 2. Corrente elétrica.	1. Leitura oral do texto de divulgação científica. 2. Discussão dos conteúdos. 3. Teste de conhecimento.	Texto de divulgação científica. Questionário.
Aula II – Eletrodinâmica: primeiros passos (Parte II)	1. Realizar leitura de texto de divulgação científica. 2. Formalizar os conceitos de resistência elétrica e Lei de Ohm. 3. Discutir acerca da relação entre os dois conceitos e suas respectivas importâncias para o estudo da eletrodinâmica 4. Aplicar teste para avaliação do desenvolvimento do conhecimento.	1. Resistência Elétrica. 2. Lei de Ohm.	1. Leitura oral do texto de divulgação científica. 2. Discussão dos conteúdos. 3. Teste de conhecimento.	Texto de divulgação científica. Questionário.
Aulas III e IV – Experimentos circuito em série.	1. Identificar o conhecimento dos alunos acerca do conteúdo trabalhado nas aulas anteriores	1. Corrente elétrica. 2. Diferença de potencial. 3. Resistência.	1. Realização de atividade em equipes de quatro componentes. 2. Realização de experimentos na	Experimento circuito em série na placa de experimento.

	em situações do dia a dia. 2. Investigar como os alunos se comportam diante de experimentações no laboratório. 3. Realizar experimentos. 4. Discutir os resultados encontrados pelas equipes acerca dos problemas propostos no roteiro de investigação.	4. Tensão. 5. Circuito Divisor de Tensão. 6. Potência elétrica.	placa de experimentos. 3. Socialização e debate dos resultados encontrados pelas equipes ao desenvolverem os experimentos e simulações.	Questionário investigativo.
Aulas V e VI – Experimentos circuitos paralelos.	1. Identificar o conhecimento dos alunos acerca do conteúdo trabalhado nas aulas anteriores em situações do dia a dia. 2. Investigar como os alunos se comportam diante de experimentações no laboratório. 3. Realizar experimentos. 4. Discutir os resultados encontrados pelas equipes acerca dos problemas propostos no roteiro de investigação.	1. Corrente elétrica. 2. Diferença de potencial. 3. Resistência. 4. Tensão. 5. Circuito Divisor de Tensão. 6. Potência elétrica.	1. Realização de atividade em equipes de quatro componentes. 2. Realização de experimentos na placa de experimentos. 4. Socialização e debate dos resultados encontrados pelas equipes ao desenvolverem os experimentos e simulações.	Experimento circuito em paralelo na placa de experimento. Questionário investigativo.
Aulas VII e VIII – Experimentos circuitos misto.	1. Identificar o conhecimento dos alunos acerca do conteúdo trabalhado nas aulas anteriores em situações do dia a dia.	1. Corrente elétrica. 2. Diferença de potencial. 3. Resistência. 4. Tensão.	1. Realização de atividade em equipes de quatro componentes. 2. Realização de experimentos na placa de experimentos.	Experimento 3: circuito em paralelo na placa de experimento. Questionário investigativo.

	2. Investigar como os alunos se comportam diante de experimentações no laboratório. 3. Realizar experimentos. 4. Discutir os resultados encontrados pelas equipes acerca dos problemas propostos no roteiro de investigação.	5. Potência elétrica. 6. Exemplos descritivos de circuitos em série e paralelo.	3. Socialização e debate dos resultados encontrados pelas equipes ao desenvolverem os experimentos e simulações.	
--	---	---	---	--

6. DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Antes de começar as atividades detalhadas abaixo, os alunos deverão ser informados acerca dos objetivos de cada aula, para que assim estejam mais conscientes do processo de ensino/aprendizagem.

Através de um conjunto de atividades experimentais, o debate se inicia com os tópicos de eletrodinâmica: corrente elétrica e diferença de potencial. Estabelece-se dessa maneira as circunstâncias precisas para começar os debates acerca de eletrodinâmica, demonstrando o modo como se deu o seu desenvolvimento.

Portanto, sugere-se que o primeiro e o segundo encontros comecem com a realização da leitura de textos de divulgação científica, demonstrando assim como se deu o processo de desenvolvimento de tópicos de eletrodinâmica. O valor dessas aulas está em averiguar se os conceitos desses tópicos estão sendo empregados de maneira correta pelos alunos.

Os encontros três, quatro, cinco, seis, sete e oito, deverão ser realizados por meio da realização de experimentos, bem como a exploração destes, juntamente com seus respectivos roteiros e questionários investigativos, e também por meio da socialização das ideias, dúvidas e respostas dos alunos. O intuito desse tratamento é mostrar aos estudantes o modo como se constrói a ciência e de que maneira novas indagações e problemas aparecem partindo-se da investigação, de modo que seja possível procurar soluções e respostas, fazendo, portanto, com que novos saberes sejam desenvolvidos.

6.1 Construção da placa de experimentos

Propõe-se a construção de uma placa de experimentos para desenvolvimento das atividades experimentais. Tornando possível aos alunos desenvolver o saber por meio da realização de testes experimentais, que podem começar com uma demonstração simples como acender uma lâmpada, verificar fenômenos e leis, sendo sempre norteados de maneira investigativa na realização das atividades. Assim, os alunos partem da observação de modo a ser motivado a realizar análises, estabelecer hipóteses, apresentar argumentos e explicações para os fenômenos.

Porém, é necessário bastante cuidado na realização das atividades, principalmente na primeira parte, destacando os perigos e cuidados, já que muitos estudantes não possuem experiências nesse tipo de atividades realizados em laboratórios. Portanto, é imprescindível que os alunos não realizem essas atividades sem o acompanhamento do professor, até que eles atinjam a autonomia necessária.

A construção da placa de experimentos proposta, para que os estudantes pudessem manipular e entender melhor os elementos fundamentais de circuitos elétricos, é constituída de:

- Uma fonte de corrente alternada, dispositivo para conectar a tomada, que geralmente é de 127 volts;
- Várias lâmpadas incandescentes de potências diversas (40W e 60W), que atuam como resistores;
- Fios de ligação com plugs bananas, para servirem de condutores no circuito.

Esses materiais possibilitarão a simulação de diversos tipos de circuitos (série, paralelo e misto). Proporcionará o entendimento da passagem de corrente através dos resistores e a queda de tensão em cada um deles, bem como conhecer acerca de potência e consumo elétrico como exploração simples e oportunos a aprendizagem proposta.

O esquema da construção da placa de experimentos utilizada nessa UD é apresentado a seguir. Ele permitirá aos professores uma aproximação entre aquilo que já sabe sobre o conteúdo e a informação teórica resultante ao longo das aulas.

- ✓ Placa de acrílico - 50 cm x 50 cm
- ✓ 4 lâmpadas incandescentes de 60W
- ✓ 1 lâmpada incandescente de 40W
- ✓ 4 bocais com tomada macho
- ✓ 1 interruptor externo
- ✓ 16 plugs banana
- ✓ Fio 1,5 mm
- ✓ Fita isolante
- ✓ 1 alicate de cortar fio
- ✓ 1 régua e lapis

O investimento para a construção desse kit pode variar de acordo com a região, cidade ou estado, bem como com os estabelecimentos comerciais que vendem esses tipos de materiais. Porém, há facilidade para encontrar tais materiais. Além disso, o valor aproximado para compra desses itens é de R\$ 80,00.

7. UNIDADE DIDÁTICA

Aborda-se nessa unidade didática primeiramente do desenvolvimento de conceitos relacionados à eletrodinâmica. Em seguida, trabalha-se com experimentos onde se pode estabelecer as relações entre teoria e prática, no qual os alunos poderão observar todo o processo de evolução dos conteúdos tratados. Para tanto, anseia-se que os alunos possuam conhecimento destes pré-requisitos para desenvolver as atividades:

- Entendimentos acerca de grandezas direta e inversamente proporcionais.
- Entendimentos acerca das operações básicas com potências de dez.
- Entendimentos acerca múltiplos e submúltiplos;
- Entendimentos acerca energia elétrica e térmica;
- Entendimentos acerca modelo atômico de Rutherford e Bohr;
- Entendimentos acerca de carga elementar.

6.1 Aula I – Eletrodinâmica: primeiros passos (Parte I)

Espera-se que, ao término desta aula, os seguintes objetivos possam ser alcançados:

- ✓ Realizar leitura de texto de divulgação científica.
- ✓ Formalizar os conceitos de diferença de potencial e corrente elétrica.
- ✓ Discutir acerca da relação entre os dois conceitos e suas respectivas importâncias para o estudo da eletrodinâmica.
- ✓ Aplicar teste para avaliação do desenvolvimento do conhecimento.

Essa aula deverá ser desenvolvida no decorrer de 50 minutos, dos quais 30 minutos deverão ser destinados para leitura e discussão do texto de divulgação científica. A leitura será oral, sendo que cada aluno ficará responsável pela leitura de um parágrafo, e o professor poderá fazer comentários conforme a necessidade de se aprofundar o tema ou discuti-lo com a turma.

O conhecimento deve ser construído de maneira social, para isso será necessário que os debates e comentários deverão ser socializados com a turma. Portanto, o conhecimento prévio dos estudantes deverá ser valorizado e colocado na discussão, sendo que o professor não poderá fornecer respostas prontas, fazendo com que os alunos se sintam instigados a refletirem acerca delas. Por fim, os últimos 20 minutos da aula

deverão ser destinados para resolução de um questionário, no intuito de avaliar o processo de aprendizagem dos estudantes.

Material de Apoio

Texto de Divulgação Científica		Tempo: 30min
DIFERENÇA DE POTENCIAL E CORRENTE ELÉTRICA (Adaptado de ALMEIDA, Rodrigo Lapuente de; CUNHA, Sílvio Luiz de Souza. Textos de Apoio ao Professor de Física – IFUFRGS, v. 26, nº 1. 2015)		
Prof.:	Escola:	
Aluno(a):		

Diferença de Potencial e Corrente Elétrica

Você sabe o que faz os dispositivos eletroeletrônicos funcionarem?

Você já deve ter se perguntado qual seria a relação entre fios condutores da sua residência, pilhas, baterias, fios de alta tensão da rua, transformadores, disjuntores, fusíveis, choques elétricos, raios em dias de chuva. Todos estes dispositivos e fenômenos estão relacionados a um conceito da Física, o de carga elétrica. Apesar de não se saber ao certo o que seja a carga elétrica, sabemos muitas informações sobre esta propriedade da matéria.

Sabe-se que existem dois tipos de carga elétrica: a positiva e a negativa, que cargas elétricas do mesmo tipo se repelem, ou seja, se afastam uma da outra e cargas de tipos diferentes se atraem, ou seja, se aproximam uma da outra. Sabe-se também que esta propriedade é quantizada, ou seja, todas as cargas elétricas são múltiplas de uma carga elétrica elementar que é a carga de um elétron¹.

Também sabemos que a quantidade total de carga elétrica de um sistema eletricamente isolado se mantém constante, este fato é denominado princípio da conservação da carga elétrica.

Tanto numa descarga elétrica de um raio como nos fios condutores dos aparelhos elétricos e eletrônicos, essas cargas elétricas estão em movimento, este fluxo de cargas elétricas nos condutores é denominado na Física de corrente elétrica e será explicado nos parágrafos seguintes.

Se você tentar ligar um celular sem estar conectado a uma bateria, ou um televisor sem conectá-lo à rede elétrica, provavelmente não obterá sucesso, pois não percorrerá, nestes dispositivos, o que denominamos de corrente elétrica. Define-se como corrente elétrica o movimento dos portadores de carga elétrica de um corpo. No caso dos condutores elétricos dos dispositivos eletrônicos que utilizamos, estes portadores de carga são denominados elétrons. O elétron é uma das partículas fundamentais constituintes dos átomos de qualquer elemento. Qualquer elétron tem carga negativa igual a menor carga possível. Portanto a carga de um elétron é a carga fundamental¹. Nos condutores, alguns elétrons estão livres para se deslocarem ao longo dele, portanto uma corrente elétrica corresponde ao movimento destes elétrons ao longo de um condutor.

Mas o que produz este movimento de cargas elétricas em um condutor? Como resposta temos a **diferença de potencial (ddp)**, popularmente conhecida como **voltagem** ou **tensão elétrica**; sem esta diferença de potencial não existe corrente elétrica. Pilhas, baterias de automóvel e celular, e nossa rede elétrica, produzem de alguma forma esta diferença de potencial ou voltagem nos dispositivos eletroeletrônicos. A diferença de potencial que uma pilha ou bateria fornece a um circuito, assim como a fornecida pela rede de energia elétrica, é medida em **volt (V)**. Como exemplo, em uma pilha é informada a diferença de potencial elétrico (ddp) entre os terminais positivo e negativo da mesma sendo de 1,5 volts. Em uma bateria de telefone móvel geralmente a bateria possui uma diferença de potencial de 3,7 volts e em uma bateria de automóvel a ddp entre os terminais positivo e negativo é de 12 volts.

Para entendermos esta voltagem elétrica, podemos fazer a seguinte analogia: para que a água se desloque de uma caixa d'água para a torneira de sua casa é necessária uma diferença de altura entre a caixa e torneira. O que faz a água se deslocar da caixa d'água para a torneira é a diferença de potencial gravitacional entre a caixa d'água e a torneira, que fará a água descer para a torneira, devido a força gravitacional agindo sobre ela. O análogo elétrico é a diferença de potencial elétrico que existe entre os polos de uma pilha ou bateria ou de uma tomada da rede elétrica, que permitirá que os elétrons se desloquem no sentido do polo negativo para o positivo da pilha ou bateria. Ainda no análogo hidráulico de sua casa, caso a torneira esteja em uma altura maior que a caixa d'água, será necessário o auxílio de uma bomba d'água para que se possa deslocar a água do seu reservatório até a torneira. A bomba d'água é o análogo aos geradores de eletricidade, ou aos carregadores de bateria que levam as cargas no sentido contrário, carregando a bateria

¹ O valor desta carga elétrica elementar foi medida pelo físico norte-americano Robert Millikan no início do século XX que é de $1,6 \times 10^{-19}$ C (coulombs).

ou gerando a ddp necessária para o funcionamento dos dispositivos elétricos a eles conectados.

Assim, para que haja o deslocamento de elétrons livres em um condutor sólido (fios e componentes de um circuito) é necessária uma diferença de potencial entre os dois pontos do circuito.

Se você fizer a análise de uma pilha ou uma bateria, você vai observar em todas elas há um sinal de + e outro de -, que indicam o polo positivo ou negativo das mesmas. Convencionou-se que a corrente elétrica é o deslocamento de cargas positivas no sentido do maior potencial (polo positivo) para o menor potencial (polo negativo), assim como a água que se movimenta da região de maior altura para a de menor altura em relação ao solo. Na verdade num circuito elétrico quem está se movimentando são as cargas negativas (os elétrons) no sentido do potencial negativo para o positivo, mas este movimento das cargas negativas tem o mesmo efeito como se fossem cargas positivas movendo-se no sentido contrário.

Já na rede elétrica a diferença de potencial é aplicada nas tomadas e *plugs* onde os aparelhos são conectados. Uma diferença de potencial é aplicada aos furos das tomadas através dos fios que conduzem a eletricidade desde as centrais geradoras, que no Brasil podem ser hidroelétrica, termoelétrica, eólicas, entre outras. Entre os padrões de tomadas aprovadas pelo INMETRO² para o Brasil, um deles tem dois pinos nos plugues e, respectivamente dois furos nas tomadas: um neutro, cuja tensão não varia, e outro cuja tensão varia a uma taxa de 60 vezes por segundo (60Hz). A diferença de potencial entre estes dois pinos pode ser de 127 V ou 220 V, dependendo da região do país. O outro modelo de tomada tem três furos, sendo o furo central aterrado, ou seja, mantido no mesmo potencial da terra. Entre os outros dois furos na tomada temos aplicada uma diferença de potencial também de 127 V ou 220 V, dependendo da região do país. Esta diferença de potencial também varia a uma taxa de 60 Hz. Portanto, neste tipo de rede, temos corrente elétrica alternada, oriunda da oscilação dos elétrons contidos nos fios condutores das instalações elétricas das residências, assim como nos fios elétricos nas linhas de transmissão de energia.

Definição de Corrente elétrica

A corrente elétrica é por definição o movimento ordenado dos portadores de carga elétrica e para que este movimento ocorra, é necessário que exista uma diferença de

² <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/pluguestomadas/> e <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/pluguestomadas/cartilha.asp> visitados em 03/03/2015.

potencial entre os terminais da rede. Os portadores de carga elétrica são os elétrons livres no caso de um condutor sólido e os íons no caso de uma solução líquida e um gás. Existem dois tipos de corrente elétrica: a alternada (C.A) e a contínua (C.C). Na corrente elétrica contínua (C.C), o fluxo de carga elétrica se dá em apenas um sentido, (1) geralmente é produzida por pilhas, baterias, fontes de tensão de computador. Na corrente elétrica alternada (C.A) o sentido do fluxo de carga inverte-se rapidamente, na mesma razão da variação da diferença de potencial, fazendo as cargas elétricas vibrarem em torno de uma posição relativa fixa, normalmente (no Brasil e em muitos Países) a taxa de 60 inversões de sentido a cada um segundo.

Relação matemática para estimar a corrente elétrica média

Para estimar a corrente elétrica média que percorre um dispositivo elétrico é necessário saber a quantidade de carga que atravessa uma seção transversal do fio e o intervalo de tempo necessário para esta quantidade de carga atravessar esta seção, isto pode ser representado pela equação abaixo:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (2)$$

Onde,

i = intensidade da corrente elétrica (medida em ampere[A])

ΔQ = quantidade de carga que atravessa a seção transversal do fio (medida em coulombs[C])

Δt = intervalo de tempo(medido em segundos[s])

Podemos utilizar esta relação matemática para medir a corrente elétrica média que percorreu um telefone móvel durante sua utilização. Por exemplo, um celular que possui uma bateria com carga total de 1000 mAh³ (miliampères-hora) funciona sem ser desligado em média, por três dias (72 horas). Para saber a sua corrente elétrica média, basta realizar o seguinte cálculo:

$$i = \frac{1000mAh}{72h} \approx 13,9 mA \approx 0,0139 A$$

O símbolo $\approx$ significa aproximadamente, logo, estamos aproximando o resultado obtido, pois o valor encontrado tem mais casas decimais do que as apresentadas no cálculo acima.

Portanto, nesta situação a corrente elétrica percorrida em média neste dispositivo eletrônico foi de 0,0139 A.

Através das grandezas diferença de potencial e corrente elétrica, podemos também saber a potência de um dispositivo elétrico ou eletrônico. A potência sempre nos informa a relação de energia consumida ou utilizada por ele durante o funcionamento por unidade de tempo. Ela sempre é medida em **watt (W)** que, na verdade, significa uma energia de um joule utilizada ou transferida a cada um segundo. A relação matemática necessária para medir a potência do circuito é dada abaixo:

Potência = Diferença de Potencial x Corrente Elétrica

$$P = U \cdot i$$

A fórmula (2) nos dará a potência elétrica (energia/tempo) consumida (3) por qualquer dispositivo elétrico no qual seja aplicada uma tensão (ddp) igual a U e por ele circular uma corrente elétrica i . Este dispositivo poderá ser um chuveiro elétrico que gera aquecimento, uma lâmpada que gera luz ou um motor que realiza algum tipo de trabalho.

Como exemplo, podemos calcular a potência média de um telefone móvel utilizando a intensidade da corrente elétrica média do dispositivo e utilizando a ddp da bateria do celular que é de 3,7 volts teremos:

$$P = 3,7 \text{ volts} \times 0,0139 \text{ ampere} = 0,0514 \text{ watt}$$

Esta seria a potência média de consumo do dispositivo em questão. A partir desta equação também podemos determinar a corrente elétrica média que irá percorrer um dispositivo, quando conhecemos a sua potência média e a tensão de operação:

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

3 1000 mAh seria a carga elétrica que possui uma bateria pois mA é a unidade de medida de corrente elétrica e h é a unidade de medida de tempo. Reorganizando a equação (1) temos que $q = i \cdot t$, que é a quantidade de carga da bateria em questão. Logo 1000 mAh corresponde a carga de 3600 coulomb, pois $1000 \text{ mA} \times 1 \text{ h} = 1 \text{ A} \times 3600 \text{ s} = 3600 \text{ C}$ a quantidade de carga da bateria em questão. Logo 1000 mAh corresponde a carga de 3600 coulomb, pois $1000 \text{ mA} \times 1 \text{ h} = 1 \text{ A} \times 3600 \text{ s} = 3600 \text{ C}$.

Testes e questões		Tempo: 20min
Prof.:		Escola:
Aluno(a):		

1. (PUC-RS) - A razão entre a carga que flui por uma secção reta de um condutor e o tempo gasto para essa carga fluir define uma grandeza elétrica chamada:
 - a. intensidade da corrente.
 - b. resistência.
 - c. condutância.
 - d. diferença de potencial.
 - e. força eletromotriz.

2. (UNISA) A corrente elétrica nos condutores metálicos é constituída de:
 - a. Elétrons livres no sentido convencional.
 - b. Cargas positivas no sentido convencional.
 - c. Elétrons livres no sentido oposto ao convencional.
 - d. Cargas positivas no sentido oposto ao convencional.
 - e. Íons positivos e negativos fluindo na estrutura cristalizada do metal.

3. (PUC-PR) Uma corrente elétrica de 10 A é mantida em um condutor metálico durante dois minutos. Pede-se a carga elétrica que atravessa uma seção do condutor.
 - a. 120 C
 - b. 1.200 C
 - c. 200 C
 - d. 20 C
 - e. 600 C

4. A diferença de potencial pode ser entendida como:
 - a) Uma grandeza vetorial, medida em Volts por metro, responsável pela movimentação das cargas.
 - b) Uma grandeza escalar, medida em Volts, responsável pela movimentação das cargas.
 - c) Uma grandeza escalar, medida em Coulomb, responsável pela eletrização dos corpos.
 - d) Uma grandeza escalar, medida em Joules, responsável pela eletrização dos corpos.
 - e) Uma grandeza escalar, medida em Watts, responsável pelo efeito Joule dos corpos.

5. Existe uma relação estabelecida entre potencial elétrico e potência elétrica. Indique qual das alternativas abaixo apresenta corretamente essa relação:
 - a) $P = U.R^2$
 - b) $P = U.i$

- c) $P = U \cdot i^2$
- d) $P = U/R^2$
- e) $P = U^2/i$

6. (PUC-RS) - Uma corrente elétrica que flui num condutor tem um valor igual a 5A. Pode-se, então, afirmar que a carga que passa numa secção reta do condutor é de:

- a) 1C em cada 5 s.
- b) 5C em cada 5s.
- c) 1/5 C em cada 1s.
- d) 1C a cada 1s.
- e) 1C a cada 1/5s.

P.1 – Pode-se dizer que a corrente elétrica é o movimento ordenado dos portadores de carga elétrica? Explique qual a importância da diferença de potencial para a corrente elétrica.

P.2 – Pode-se afirmar que os elétrons, após aplicada uma diferença de potencial, movimentam-se de maneira ordenada para o maior potencial elétrico? Explique a diferença entre o sentido real e o sentido convencional da corrente elétrica.

P. 3 – Pode-se dizer que potência é a relação entre energia e tempo? Explique de que maneira podemos relacionar corrente elétrica com potência elétrica.

6.2 Aula II – Eletrodinâmica: primeiros passos (Parte II)

Espera-se que, ao término desta aula, os seguintes objetivos possam ser alcançados:

- ✓ Realizar leitura de texto de divulgação científica.
- ✓ Formalizar os conceitos de resistência elétrica e Lei de Ohm.
- ✓ Discutir acerca da relação entre os dois conceitos e suas respectivas importâncias para o estudo da eletrodinâmica
- ✓ Aplicar teste para avaliação do desenvolvimento do conhecimento.

Essa aula deverá ser desenvolvida no decorrer de 50 minutos, como na primeira aula, dos quais 30 minutos deverão ser destinados para leitura e discussão do texto de divulgação científica. A leitura será oral, sendo que cada aluno ficará responsável pela leitura de um parágrafo, e o professor poderá fazer comentários conforme a necessidade de se aprofundar o tema ou discuti-lo com a turma.

O conhecimento deve ser construído de maneira social, para isso será necessário que os debates e comentários deverão ser socializados com a turma. Portanto, o conhecimento prévio dos estudantes deverá ser valorizado e colocado na discussão, sendo que o professor não poderá fornecer respostas prontas, fazendo com que os alunos se sintam instigados a refletirem acerca delas. Por fim, os últimos 20 minutos da aula deverão ser destinados para resolução de um questionário, no intuito de avaliar o processo de aprendizagem dos estudantes.

Material de Apoio

Texto de Divulgação Científica	
RESISTÊNCIA ELÉTRICA E LEI DE OHM	
(Adaptado de ALMEIDA, Rodrigo Lapuente de; CUNHA, Sílvio Luiz de Souza. Textos de Apoio ao Professor de Física – IFUFRGS, v. 26, nº 1.)	
Tempo: 30min	
Prof.:	Escola:
Aluno(a):	

Resistência Elétrica

Por que dispositivos elétricos elevam sua temperatura?

Quando utilizamos dispositivos elétricos percebemos uma elevação de temperatura em todos eles. Muitos deles utilizam este fenômeno para o seu funcionamento, como chuveiro elétrico, ferro de passar roupas, secador de cabelo, forno elétrico, aquecedor de ambientes etc., cuja única função é transformar energia elétrica em calor. Este fenômeno ocorre devido à transformação da energia elétrica em energia na forma energia térmica, efeito estudado por James P. Joule em 1840, e hoje é conhecido pelo seu nome, Efeito Joule.

Associamos esta perda de energia elétrica em energia na forma de calor a uma propriedade que os condutores possuem denominada resistência elétrica. Podemos entender essa resistência elétrica como uma dificuldade a passagem de corrente elétrica. Logo, conforme esta definição, podemos dizer que, quando submetido a uma mesma diferença de potencial, quanto maior a resistência elétrica de um dispositivo, menor será a corrente elétrica que o percorre. Os dispositivos que utilizam esta propriedade para o seu funcionamento são denominados resistores. Ferro de passar roupas, chuveiro elétrico e forno elétrico possuem, no seu interior, um resistor. A passagem de corrente elétrica por um resistor resulta no seu aquecimento, ou seja, transformação de energia elétrica em energia interna do resistor, resultando em um aumento de sua temperatura. O fenômeno que leva a transformação de energia elétrica em energia interna (energia térmica) nos resistores é conhecido como Efeito Joule, por ter sido estudado e enunciado pela primeira vez pelo físico inglês James Prescott Joule (1840).

Lei de Ohm

O físico alemão Georg Simon Ohm, analisando vários materiais e submetendo-os a várias diferenças de potencial e medindo diferentes correntes elétricas, formulou a seguinte lei: Em um condutor, mantido à temperatura constante, a razão entre a diferença de potencial aplicada e a intensidade da corrente elétrica percorrida é constante. Denomina-se essa constante de resistência elétrica.

Também podemos representar esta lei matematicamente:

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

Onde R é a resistência elétrica, medida em ohm (Ω), U é a diferença de potencial elétrico, medida em volt (V) e i é a intensidade da corrente elétrica, medida em ampère (A).

Exemplo: Um chuveiro elétrico possui nas suas especificações as seguintes informações:

- ✓ Potência 5500 W
- ✓ Tensão 110 V
- ✓ Corrente elétrica 50 A

Considerando esses dados, encontre a resistência elétrica deste resistor.

Resolução:

Utilizando a equação (4), podemos medir o valor da resistência efetuando o cálculo abaixo:

$$R = \frac{100 \text{ V}}{50 \text{ A}} = 2,2 \Omega$$

Outros fatores que influenciam na resistência

A resistência elétrica em um condutor depende de alguns fatores como o seu comprimento, que aumenta a resistência à medida que o mesmo aumenta, da sua área transversal (que depende da sua espessura), que diminui a resistência com o seu aumento e da resistividade que é uma propriedade do material associado à resistência elétrica. A resistividade depende do material e normalmente varia com a temperatura. Estes fatores podem ser expressos e relacionados na equação abaixo:

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

onde R é a resistência do condutor medida em ohm (Ω), L é o comprimento do condutor, em metro (m), A é a área da secção transversal, medida em metro quadrado (m^2), e ρ é a

resistividade do material de que é constituído o condutor, medida em ohm-metro ($\Omega \cdot m$), que também pode variar com a temperatura.

Quando se vai escolher um resistor, é necessário analisar todos esses fatores tanto quando se quer uma pequena resistência como quando se deseja uma grande resistência, lembrando que, como em nossas residências, a diferença de potencial elétrico é sempre a mesma, é necessário que os dispositivos possuam diferentes resistências para que funcionem adequadamente.

Existem dispositivos que variam o comprimento do resistor para que se varie a resistência do dispositivo, aumentando ou diminuindo a intensidade da corrente elétrica que o percorre, variando assim a quantidade de energia elétrica transformada em calor por Efeito Joule e, conseqüentemente, a quantidade de calor gerado. São os casos do chuveiro elétrico, secadores de cabelo, ferro de passar roupas, etc.

Potência dissipada pelos resistores

Todo resistor, quando percorrido por uma corrente elétrica, transforma energia elétrica em energia térmica através do efeito joule, resultando no seu aquecimento, ou seja, aumento de temperatura. Devido à diferença de temperatura, o resistor irá dissipar este excesso de energia térmica para o ambiente exterior por meio de condução de calor ou por irradiação.

A radiação emitida por qualquer corpo devido à sua temperatura é conhecida por Radiação de Corpo Negro¹. A quantidade total de energia térmica irradiada por um corpo, bem como a distribuição desta energia irradiada ao longo do espectro eletromagnético, depende apenas de sua temperatura. Para temperaturas não muito altas (abaixo de $\sim 700^\circ\text{C}$), quase toda energia irradiada pelo corpo será na região espectral correspondente ao infravermelho, ou seja, calor. Neste caso este resistor irá funcionar como um aquecedor. Este é o caso dos aquecedores de ambiente, ferro de passar roupa, chuveiros elétricos, secadores de cabelo, etc.

Quando a temperatura do resistor é muito alta (acima de 1500°C), uma grande parte da energia térmica dissipada pelo resistor será na forma de radiação na faixa espectral visível. Neste caso este resistor irá funcionar como uma lâmpada, como as lâmpadas incandescentes, ainda hoje utilizadas na iluminação das residências.

A potência dissipada por um resistor (energia elétrica convertida por segundo em energia térmica) depende do valor da resistência do dispositivo e da corrente elétrica que passa por ele, conforme a relação (6). Esta relação se obtém substituindo na ddp da equação (4) na equação (2), obteremos:

¹ A radiação que será emitida por este corpo será inteiramente originada da sua energia interna e a quantidade total de energia irradiada dependerá apenas de sua temperatura absoluta $T[\text{K}]$.

$$p = R \cdot i^2 \quad (6)$$

onde P, é a potência dissipada pelo resistor, medida em watt (W), R é a resistência elétrica do dispositivo, medida em ohm (Ω), e i, a intensidade da corrente elétrica que percorre o aparelho, medido em ampère (A).

Outra maneira para determinar a potência dissipada, é substituímos a intensidade da corrente elétrica na equação (3) pela intensidade da corrente elétrica da equação (4) e obteremos a equação (7) indicada abaixo:

$$P = \frac{U^2}{R} \quad (7)$$

onde P, é a potência dissipada pelo resistor, R é a resistência do resistor e U é a diferença de potencial elétrico, em volt (V). 4 Define-se um corpo negro como um corpo ou substância que absorve toda a radiação emitida nele.

Se considerarmos o chuveiro do exemplo deste texto, podemos estimar a potência dissipada por ele através da equação $P = R \cdot i^2$:

Dados:

$$R = 2,2 \, \Omega$$

$$i = 50 \, A$$

$$P = 2,2 \, \Omega \cdot (50 \, A)^2 = 5500 \, W$$

Testes e questões		Tempo: 20min
Prof.:	Escola:	
Aluno(a):		

1. (UFJF-MG) Medidas da corrente elétrica em função da diferença de potencial aplicada foram realizadas em dois resistores de metais diferentes, encontrando-se os resultados relacionados abaixo. Durante as medidas, a temperatura dos resistores foi mantida constante.

Resistor I		Resistor II	
Ampères	Volts	Ampères	Volts
0,5	2,18	0,5	3,18
1,0	4,36	1,0	4,36
2,0	8,72	2,0	6,72
4,0	17,44	4,0	11,44

Nestas condições são feitas as afirmativas:

I. Somente o resistor 1 obedece à lei de Ohm.

II. Somente o resistor 2 obedece à lei de Ohm.

III. Um dos resistores tem resistência elétrica com valor de $4,36 \, \Omega$ é (São) verdadeira(s):

- I
 - II
 - III
 - I e III
 - II e III
2. (ACAFE-SC) Suponha que você mude de São Paulo, onde a tensão da rede é 110V, para Florianópolis, onde a tensão na rede é 220V, e traga consigo um aquecedor elétrico. Você pode manter a mesma potência do aquecedor substituindo a resistência original de $8,0 \, \Omega$ por uma outra, cujo valor, em Ω , seja:
- 16
 - 32
 - 4
 - 2
 - 64
3. (Mackenzie-SP) Um fio A tem resistência elétrica igual a duas vezes a resistência elétrica de um outro fio B. Sabe-se que o fio A tem o dobro do comprimento do fio B e sua seção transversal tem raio igual à metade do raio da seção transversal do fio B. A relação entre a resistividade do material do fio A e a resistividade do material do fio B é:
- 0,25.
 - 0,50.
 - 0,75.
 - 1,25.
 - 1,50.

4. (VUNESP) Os valores nominais de uma lâmpada incandescente, usada em uma lanterna, são: 6,0 V; 20 mA. Isso significa que a resistência elétrica do seu filamento é de:
- a) 150 Ω , sempre, com a lâmpada acesa ou apagada.
 - b) 300 Ω , sempre, com a lâmpada acesa ou apagada.
 - c) 300 Ω com a lâmpada acesa e tem um valor bem maior quando apagada.
 - d) 300 Ω com a lâmpada acesa e tem um valor bem menor quando apagada.
 - e) 600 Ω com a lâmpada acesa e tem um valor bem maior quando apagada.
5. (Uneb-BA) Um resistor ôhmico, quando submetido a uma ddp de 40 V, é atravessado por uma corrente elétrica de intensidade 20 A. Quando a corrente que o atravessa for igual a 4 A, a ddp, em volts, nos seus terminais, será:
- a) 8
 - b) 12
 - c) 16
 - d) 20
 - e) 30
6. Determine a corrente elétrica que flui por um resistor de 1 k Ω quando ele é submetido a uma ddp de 200 V.
- a) 0,5 A
 - b) 2 dA
 - c) 4 A
 - d) 0,02 A
 - e) 1 A

P1. O que é a primeira Lei de Ohm? Explique como ela pode ser representada matematicamente.

P2. O que é a segunda Lei de Ohm? Explique quais fatores influenciam essa lei.

P3. Todo resistor, quando percorrido por uma corrente elétrica, transforma energia elétrica em energia térmica através do efeito joule? Explique.

6.3 Aula III – Experimentos I

Espera-se que, ao término desta aula, os seguintes objetivos possam ser alcançados:

- ✓ Identificar o conhecimento dos alunos acerca do conteúdo trabalhado nas aulas anteriores em situações do dia a dia.
- ✓ Investigar como os alunos se comportam diante de experimentações no laboratório.
- ✓ Realizar experimentos;
- ✓ Discutir os resultados encontrados pelas equipes acerca dos problemas propostos no roteiro de investigação.

Nesse primeiro momento da aula, o professor conduzirá os alunos ao laboratório para que os experimentos possam ser desenvolvidos. Cabe destacar a importância dos cuidados que devem ser tomados ao realizar experimentos com eletricidade, devido ao alto nível de perigo que esta proporciona se negligenciada. Portanto, o professor deverá montar o aparato experimental sozinho durante essa aula, levando os alunos a se familiarizar com esse tipo de aula.

Em seguida, o professor deverá formar grupos de quatro ou cinco alunos para desenvolver os experimentos, levantando questões no intuito de ativar o conhecimento prévio do aluno, associando-o aos conceitos trabalhados nas aulas anteriores, para que, desse modo, possam perceber o desenvolvimento do conhecimento no decorrer dos experimentos. Sendo que os alunos poderão participar ativamente com perguntas e comentários sempre que houver pertinência. Além disso, o professor entregará aos grupos um roteiro com questões que deverão ser respondidas pelos alunos. Esse roteiro deverá ser recolhido ao término da aula, para servir como material de análise da aprendizagem dos alunos.

Roteiro 1 – Circuitos Elétricos Simples na placa de experimentos		Tempo: 100min
Prof.:	Escola:	
Equipe	1. 2. 3. 4.	

Você está recebendo os seguintes materiais:

- ✓ Placa de acrílico - 50 cm x 50 cm
- ✓ 4 lâmpadas incandescentes de 60W
- ✓ 1 lâmpada incandescente de 40W
- ✓ 4 bocais com tomada macho
- ✓ 1 interruptor externo
- ✓ 16 plugs banana
- ✓ Fio 1,5 mm
- ✓ Fita isolante
- ✓ 1 alicate de cortar fio
- ✓ 1 régua e lápis

Questões

- a) Observando o aparato que está montado sobre a bancada, escreva qual é a lâmpada que demonstra maior brilho? Tente justificar essa resposta inicial.
- b) O que vocês acham que acontecerá ao circuito se por acaso uma das lâmpadas queimar?
- c) De que maneira a corrente se comporta neste circuito? Qual o seu valor nominal?
- d) Qual a tensão elétrica em cada lâmpada?
- e) Onde é possível encontrar uma ligação em série no dia a dia?
- f) O que você acha que acontecerá ao trocar uma das lâmpadas por outra de maior potência? Explique.

6.4 Aula IV – Experimentos II

Espera-se que, ao término desta aula, os seguintes objetivos possam ser alcançados:

- ✓ Identificar o conhecimento dos alunos acerca do conteúdo trabalhado nas aulas anteriores em situações do dia a dia.
- ✓ Investigar como os alunos se comportam diante de experimentações no laboratório.
- ✓ Realizar experimentos.
- ✓ Discutir os resultados encontrados pelas equipes acerca dos problemas propostos no roteiro de investigação.

Nessa primeira parte da aula, o professor deve resgatar os conteúdos trabalhados na aula anterior, levantando problemas que possibilitem a discussão dos conceitos pertinentes para o desenvolvimento das experimentações que serão feitas na placa de experimentos durante essa aula. Depois, os alunos deverão se reagrupar nas equipes que foram formadas na aula anterior, cada uma deve receber um roteiro do professor com questões que proporcionarão o debate dos conteúdos, e o desenvolvimento do conhecimento. Esse roteiro será recolhido ao término da aula, para servir de instrumento de avaliação do processo de aprendizagem.

O professor deve realizar a montagem do aparato experimental juntamente com as equipes, discutindo cada etapa do processo, e enfatizando a importância dos cuidados necessários com a segurança. Além disso, as equipes podem participar ativamente do processo levantando questionamento ou discutindo os conteúdos pertinentes.

Roteiro 3 – Circuitos Elétricos Paralelo na placa de Experimentos		Tempo: 100min
Prof.:	Escola:	
Equipe	1. 2. 3. 4.	

Você está recebendo os seguintes materiais:

- ✓ Placa de acrílico - 50 cm x 50 cm
- ✓ 4 lâmpadas incandescentes de 60W
- ✓ 1 lâmpada incandescente de 40W
- ✓ 4 bocais com tomada macho
- ✓ 1 interruptor externo
- ✓ 16 plugs banana
- ✓ Fio 1,5 mm
- ✓ Fita isolante
- ✓ 1 alicate de cortar fio a
- ✓ 1 régua e lápis

Questões

- a) Você recebeu alguns materiais específicos para criar um modelo de circuito em paralelo. Assim, ao ligarmos o circuito, descreva o que você observa.
- b) O que ocorre ao circuito para que todas as lâmpadas demonstrem brilho intenso? Qual o comportamento da corrente elétrica neste circuito?
- c) O que vocês acham que acontecerá ao circuito se por acaso uma das lâmpadas queimar?
- d) O que você acha que acontecerá ao trocar uma das lâmpadas por outra de maior potência? Explique
- e) Desenvolva o cálculo para descobrir os valores das resistências de cada lâmpada. Em seguida, encontre o valor da resistência equivalente do circuito trabalhado com as lâmpadas de igual potência (40W).
- f) Fazendo uso das leis de Ohm, qual é o valor da corrente elétrica em cada lâmpada de 40W, e na de 60W?
- g) Em que situação do cotidiano encontramos a associação em paralelo?

6.5 Aulas V – Experimentos III

Espera-se que, ao término desta aula, os seguintes objetivos possam ser alcançados:

- ✓ Identificar o conhecimento dos alunos acerca do conteúdo trabalhado nas aulas anteriores em situações do dia a dia.
- ✓ Investigar como os alunos se comportam diante de experimentações no laboratório.
- ✓ Realizar experimentos.
- ✓ Discutir os resultados encontrados pelas equipes acerca dos problemas propostos no roteiro de investigação.

Nessa primeira parte da aula, o professor deve resgatar os conteúdos trabalhados na aula anterior, levantando problemas que possibilitem a discussão dos conceitos pertinentes para o desenvolvimento das experimentações que serão feitas na placa de experimentos durante essa aula. Depois, os alunos deverão se reagrupar nas equipes que foram formadas na aula anterior, cada uma deve receber um roteiro do professor com questões que proporcionarão o debate dos conteúdos, e o desenvolvimento do conhecimento. Esse roteiro será recolhido ao término da aula, para servir de instrumento de avaliação do processo de aprendizagem.

Embora os alunos já estejam familiarizados com as experimentações devido às aulas anteriores, o professor deve supervisionar a montagem do aparato experimental realizada pelas equipes, discutindo cada etapa do processo, e enfatizando a importância dos cuidados necessários com a segurança. Além disso, os estudantes podem participar ativamente do processo levantando questionamento ou discutindo os conteúdos pertinentes.

Roteiro 5 – Circuitos Elétricos Misto na placa de experimentos		Tempo: 100min
Prof.:	Escola:	
Equipe	1. 2. 3. 4.	

Você está recebendo os seguintes materiais:

- ✓ Placa de acrílico - 50 cm x 50 cm
- ✓ 4 lâmpadas incandescentes de 60W
- ✓ 1 lâmpada incandescente de 40W
- ✓ 4 bocais com tomada macho
- ✓ 1 interruptor externo
- ✓ 16 plugs banana
- ✓ Fio 1,5 mm
- ✓ Fita isolante
- ✓ 1 alicate de cortar fio
- ✓ 1 régua e lápis

Questões

- a) Utilize os materiais sobre a bancada para montar um circuito elétrico com duas lâmpadas de 40W em série associada a uma terceira de 40W em paralelo.
- b) Antes de começarmos o experimento, você acha que as lâmpadas demonstrarão o mesmo brilho? Tente justificar
- c) Fazendo uso do conceito de potência elétrica, descreva em detalhes o que você observa ao ligarmos o circuito montado sobre a bancada.
- d) Qual a tensão e a corrente elétrica na lâmpada ligada em paralelo? E nas lâmpadas em série? Desenvolva o cálculo.
- e) Utilizando o mesmo circuito da questão anterior, o que você acha que acontecerá com a lâmpada em paralelo, que é de 40W, se associarmos uma terceira lâmpada, que também é de 40W, na associação em série? E o que você acha que acontecerá com as outras lâmpadas, de 40W cada, ligadas em série?
- f) Em que situação do cotidiano encontramos a associação mista.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: DF, 2002.

CARVALHO, A. M. P., PEREZ, D. G., O saber e o saber fazer dos professores. In: **Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média**. São Paulo: Pioneira. Amélia Domingues de Castro, Anna Maria Pessoa de Carvalho (Ed.), 2001.

CARVALHO, A. M. P. As práticas experimentais no ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. (coord) **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning. 2010.

LIBÂNEO, J. C., FREITAS, R. A. M. M. **Vygotsky, Leontiev, Davydov: três aportes teóricos para a Teoria Histórico-Cultural e suas contribuições para a Didática**. Revista Brasileira de Educação, n. 27, 2004.

LIBÂNEO, José Carlos. **A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a Teoria Histórico-Cultural da atividade e a contribuição de Vasili Davydov**. Revista Brasileira de Educação, n. 27, 2004.

TERRAZZAN, E. A.; GABANA, M. Um estudo sobre o uso de atividade didática com texto de divulgação científica em aulas de física. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, 4., 2003, Bauru. Atas... Bauru, 2003. 1CD-ROM.

ZABALA, A. **A prática educativa**. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

ZANON, L. B., SILVA, L. H. A experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R. P., ARAGÃO, R. M. R. **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Campinas: Vieira Gráfica e Editora Ltda., 2000.