

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA-POLO UFC**

LUIZ FERNANDO MOTA HEFFER DA COSTA

**O ENSINO DE ELETRODINÂMICA NO ENSINO MÉDIO USANDO UM OBJETO
EDUCACIONAL MANUFATURADO**

FORTALEZA

2018

LUIZ FERNADO MOTA HEFFER DA COSTA

O ENSINO DE ELETRODINÂMICA NO ENSINO MÉDIO USANDO UM OBJETO
EDUCACIONAL MANUFATURADO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C873e Costa, Luis Fernando Mota Heffer da.

O ensino de eletrodinâmica no ensino médio usando um objeto educacional manufaturado / Luis Fernando Mota Heffer da Costa. – 2018.

95 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Fortaleza, 2018.

Orientação: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva.

1. Ensino de Física. 2. Eletrodinâmica. 3. Educação - métodos experimentais. I. Título.

CDD 530.07

LUIZ FERNANDO MOTA HEFFER DA COSTA

O ENSINO DE ELETRODINAMICA NO ENSINO MÉDIO USANDO UM OBJETO
EDUCACIONAL MANUFATURADO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marco Antônio Araújo Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Wellington de Queiroz Neves
Instituto Federal do Ceará (IFCE)

Prof. Dra. Luciana Angelica da Silva Nunes
Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA)

A Deus.

Aos meus pais, esposa, filho e amigos.

AGRADECIMENTOS

À minha família que sempre acreditou em mim.

Minha Mulher, Rachel Lima Frota, pelo incentivo, pela confiança e por ser meu porto seguro.

Ao meu filho, João Gabriel Lima Heffer, por ser compreensível nas horas que não pude estar com ele.

Ao meu pai, Fernando José Moura Heffer da Costa, meu consultor em marcenaria.

À minha mãe Ana Lucia Mota Heffer da Costa, que foi responsável por minha criação.

Aos colegas e amigos do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo UFC, que foram verdadeiros parceiros nas disciplinas.

Aos meus colegas e amigos de trabalho, que seguraram algumas barras para poder escrever essa dissertação.

À meu orientador Marcos, pela paciência e confiança.

Certamente, sem eles, esta dissertação não seria concluída.

Aos professores do MNPEF, que aceitaram o desafio do mestrado profissional.

À CAPES pelo incentivo financeiro.

À SBF pela propagação do mestrado profissional em ensino de física.

Eu acredito em uma escola que não apenas ensina às crianças o que sabemos sobre o mundo, mas também as ensina a pensar sobre as possibilidades.

Jerome Bruner

RESUMO

Este trabalho busca desenvolver uma nova abordagem no ensino de eletrodinâmica com a utilização de um objeto educacional manufaturado e utilizando linhas pedagógicas que deem preferencia na significação de conteúdos e na identificando dos níveis educacionais de cada aluno. Assim a dissertação investigou, desenvolveu e montou um objeto de aprendizado para o ensino de eletrodinâmica. Concluindo que poderá ser abordado em todos os anos do ensino médio e sugerindo ao professor a aplicação deste conteúdo num currículo espiral garantindo, assim, a evolução gradativa dos seus alunos. O trabalho foi fundamentado na Teoria de Ensino de Jerome Brunner e aplicado em uma escola publica do Ceará com alunos do 3ºano do ensino médio.

Palavras-chave: Ensino de Física. Experimento. Eletrodinâmica.

ABSTRACT

This work tries to develop a new approach in the teaching of electrodynamics with the use of a manufactured educational object and using pedagogical lines that give preference in the signification of contents and in the identification of the educational levels of each student. Thus the dissertation investigated, developed and assembled an object of learning for the teaching of electrodynamics. Concluding that it can be approached in all the years of high school and suggesting to the teacher the application of this content in a spiral curriculum, thus guaranteeing the gradual evolution of its students. The work was based Jerome Brunner's Teaching Theory and applied in a public school in Ceará with students from the 3rd year of high school.

Keywords: Physics Teaching. Experiments. Electrodynamics .

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Base de associação de geradores..... | 35 |
| Figura 2- Bateria..... | 35 |
| Figura 3 - Conversor de tensão 220V para 12v..... | 36 |
| Figura 4 - Fonte variável..... | 36 |
| Figura 5 - pino simples..... | 36 |
| Figura 6 - Pino com conexão..... | 37 |
| Figura 7 – cabos com os dois pinos..... | 37 |
| Figura 8 - Garra Jacaré..... | 37 |
| Figura 9 - Cabo Pino/Garra Jacaré..... | 38 |
| Figura 10 – Cabos maiores coloridos..... | 38 |
| Figura 11 - Motor elétrico..... | 38 |
| Figura 12 – Montagem do componente receptor elétrico (motor elétrico) do circuito..... | 39 |
| Figura 13 - cooler de computador..... | 39 |
| Figura 14 – lâmpada incandescente..... | 40 |
| Figura 15 – Versão final das lâmpadas..... | 40 |
| Figura 16 - LED de Moto..... | 41 |
| Figura 17 - LED de Moto Montado na Base..... | 41 |
| Figura 18 - Versão final..... | 42 |
| Figura 19 - Chave seletora..... | 43 |
| Figura 20 – Fusível..... | 44 |
| Figura 21 – Resistor fotossensível..... | 44 |
| Figura 22 – Multímetro..... | 45 |
| Figura 23 - Base de madeira..... | 45 |
| Figura 24– Maior elemento em versão final..... | 46 |
| Figura 25 – Menor elemento em versão final..... | 46 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------|--|
| BNC | Base Nacional Comum |
| EEFM | Escola de Ensino Fundamental e Médio |
| ENEM | Exame Nacional do Ensino Médio |
| LDB | Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional |
| PCNs | Parâmetros Curriculares Nacionais |
| PSSC | Physical Science Study Committee |
| DDP | Diferença De Pontecial |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 14 |
| 2 A LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO - LDB | 16 |
| 2.1 Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs | 17 |
| 2.1.1 Parâmetros Curriculares Nacionais + – PCNs + | 18 |
| 2.2 Base comum curricular - BNC..... | 22 |
| 3 Buscando um Ensino de Qualidade | 24 |
| 3.1 Física Experimentada | 24 |
| 3.2 Contribuições das Atividades Experimentais no Ensino de Física | 25 |
| 3.3. A Importância dos Objetivos Educacionais | 26 |
| 3.4. Problemas enfrentados pelo professor experimentador..... | 27 |
| 3.5. Questionamentos interessantes..... | 28 |
| 4. Linhas Pedagógicas..... | 28 |
| 4.1 A teoria de aprendizagem de Jerome Bruner | 28 |
| 4.2.1 Implicações da teoria de Bruner para o ensino de física | 30 |
| 5 A construção do produto educacional..... | 31 |
| 5.1 Objetivos educacionais | 31 |
| 5.2 Definindo o Produto | 32 |
| 5.3 Elementos importantes para eletrodinâmica | 32 |
| 5.4 Construção do Objeto Educacional..... | 34 |
| 5.4.1 Gerador elétrico | 35 |
| 5.4.2 Cabos flexíveis e bifurcações | 36 |
| 5.4.4 motor elétrico | 38 |
| 5.4.5 Lâmpadas Incandescentes e LED | 40 |
| 5.4.6 Resistores..... | 41 |
| 5.4.7 Interruptor e chave seletora | 42 |
| 5.4.8 Fusível e resistor fotossensível..... | 43 |
| 5.4.8 Multímetro..... | 44 |
| 5.4.9 Base do objeto | 45 |
| 5.5 Aplicação do Produto Educacional..... | 46 |
| 6 CONCLUSÃO | 47 |
| 7 REFERÊNCIAS..... | 48 |
| ANEXO | 49 |

| | |
|--|-----------|
| Produto Educacional | 49 |
| 1. Carta aos Leitores | 53 |
| 2. Materiais Utilizados | 54 |
| 3. Montando o Equipamento..... | 62 |
| 3.1 Placas do equipamento..... | 62 |
| 3.2 Fios do equipamento..... | 63 |
| 3.3 Fonte variável..... | 65 |
| 4. Assuntos que poderão ser abordados com esse equipamento..... | 67 |
| 5. Algumas experiências já desenvolvidas com o equipamento..... | 67 |
| Aula 01 - Multímetro..... | 68 |
| Aula 02 - Geradores e suas associações..... | 71 |
| Aula 03 - Resistores..... | 78 |
| Aula 04 - Associação de Resistores..... | 85 |

1 INTRODUÇÃO

A educação brasileira vem passando por muitas dificuldades seja por não ter um plano definido do o que realmente querem como políticas pública, seja pela falta de perspectiva dos alunos quando pensam no futuro deles. Sabemos que no âmbito das políticas educacionais não conseguimos mudar tão facilmente, mas o outro aspecto podemos tentar mudar.

Se for feita qualquer pesquisa com professores de rede pública um dos pontos que encontrará convergência é a falta de empatia, dos alunos, com os estudos. Isso leva a um resultado alarmante, as matérias mais amadas pelos alunos, tem dificuldades imensas de aprendizado. Claro que existem diversos fatores que estão associados a este problema, no entanto percebe-se que uma renovação em seus ânimos ocorre quando enxergam praticidade no seu aprendizado em sala.

Então buscar nos alunos essa vontade tem sido o grande sonho dos professores em nossa época. Por mais que seja fácil culpar novos equipamentos eletrônicos, os educadores notam que se o ensino for significativo para o cotidiano do aluno, o aprendizado é melhorado.

O ensino de física tem então tudo para dar certo, no entanto alguns conteúdos mesmo no cotidiano do aluno ficam extremamente difíceis de experimentar sem conhecimento prévio. Por isso um contato inicial com a matéria de física não pode ser traumática. Para Xavier (2003), o trauma e o medo do ensino de Física podem ser apontados como causas que dificultam a aprendizagem.

Um dos conteúdos que está extremamente ligado ao cotidiano do aluno e a eletricidade, que inclusive hoje é considerada uma necessidade básica civilizacional. Sabendo disso esse conteúdo tem importância nos currículos escolares, além de ser uma habilidade que deverá ser desenvolvida pelos alunos até o final do ensino médio.

Por isso, este trabalho, foi inspirado na necessidade educacional e com a percepção, de 20 anos de sala, das dificuldades de aprendizagem que os alunos enfrentam na matéria de circuitos elétricos.

Nossa experiência revela que estas dificuldades têm alguns motivos: abstração de conteúdo, materiais bibliográficos e didáticos que não incentivam a experimentação e a falta de fundamentação matemática.

Em eletricidade, a barreira que deve ser ultrapassada rapidamente e com destreza é a abstração do conteúdo, pois, por exemplo, a corrente elétrica não pode ser observada, mas apenas seus efeitos. Então é de extrema importância encontrar maneiras de estimular o aprendizado e de mudar a visão dos nossos alunos sobre este assunto tão rico e presente no nosso cotidiano.

Procuramos equipamentos no mercado que pudessem atender essa necessidade, mas descobrir que além de são caros, entre R\$1800,00 e R\$2500,00 reais, eles não estimulam o aprendizado do aluno por si só.

No entanto sabemos que utilizar experimentos no ensino de física e de uma importância fundamental, pois ajuda alunos a aumentar seu poder de abstração em outras situações onde o experimento não poderá auxiliá-lo. Sabemos também que a grande maioria dos alunos não saiu do concretismo e por isso uma minoria consegue ter poder de abstração. A necessidade de usar um equipamento que possa ajudar no concretismo da grande maioria dos alunos e desenvolver seu poder de abstração seria o foco do ensino de eletricidade.

Então a primeira ação foi comprovar as dificuldades dos alunos neste aprendizado abstrato e com o resultado encontrar linhas pedagógicas para apoiar o aprendizado utilizando um objeto educacional. Depois disso, construir um objeto educacional que satisfizesse estas necessidades educacionais.

A linha pedagógica escolhida neste trabalho foi a de Bruner, pois busca um aprendizado significativo e que respeita níveis diferentes de alunos em um currículo que busca níveis de aprendizado diferente. Na construção, e no manuseio, do equipamento tentamos torná-lo intuitivo e estimulador para ajudar no aprendizado.

As questões do ENEM, de eletrodinâmica, foram usadas para observar o crescimento dos alunos. O que foi observado é que respeitando as limitações impostas pelo sistema educacional o crescimento foi considerado satisfatório. É óbvio que fazer o aluno sair do concretismo e depois ajudá-lo a desenvolver outras

competências cognitivas é bem difícil quando os outros conteúdos que os permeiam ainda estão sendo buscados de maneira tradicional.

Assim acreditamos que se a linha pedagógica fosse usada em toda a formação científica do aluno no ensino médio teríamos ganhos enormes no que diz respeito à ciência da natureza.

2 A LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO - LDB

Toda política pública tem um norteador para que possamos saber como aplicar os recursos e quais as incumbências de cada setor do governo. Na educação esse papel é exercido pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB, também conhecida por Lei Darcy Ribeiro, (Lei 9.394/1996) que cita todas as modalidades de ensino que existem no país, desde do ensino infantil ao superior, regimentando tanto a escola pública como a particular.

Como queremos encaixar o estudo experimental de eletrodinâmica precisamos demonstrar sua legalidade e sua importância citada na própria lei. A primeira parte a ser frisada é liberdade para um aprendizado de qualidade podendo escolher uma, ou várias, linhas pedagógica, assim citada no Art. 3º (II III e IX):

O ensino será ministrado com base nos seguintes princípios:
II - liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, a arte e o saber;
III - pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas;
IX - garantia de padrão de qualidade; (BRASIL, 1996).

Existe outro ponto de suma importância para o professor de Física; é entender que ele deverá zelar pelo aprendizado de seus alunos e encontrar estratégias de recuperação para alunos com dificuldades. Assim atividades experimentais poderão recuperar alunos com deficiência notória no formalismo de provas, mas extremamente participantes no âmbito experimental. Não teria melhor forma de recuperação de estudos em aulas participativas e experimentais podendo ser usadas e amparadas em Lei, como está escrito no Art. 13 (III e IV):

Os docentes incumbir-se-ão de:
III - zelar pela aprendizagem dos alunos;
IV - estabelecer estratégias de recuperação para os alunos de menor rendimento; (BRASIL, 1996).

A eletricidade é um conteúdo de Física que atende o Art. 22 (BRASIL, 1996): “A educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores”.

O fato de proferir esse conteúdo aliado a experimentação é notoriamente reconfortante no contexto educacional, pois a experimentação é a base da educação científica. Todas essas ideias estão também citadas no Art. 35 da LDB 9394/96:

Art. 35. O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

I – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;

II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

Deste modo o professor tem todo aparato legal para desenvolver em seus alunos a educação de qualidade.

2.1 Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs

Se a LDB é o norteador, ela precisa de parâmetros para criar um currículo nacional, e assim unificar as diversas regiões do país no ponto de vista educacional. Por isso criou o que chamamos de PCNs, são parâmetros em que a escola deverá seguir para possibilitar, ao aluno, um ensino integrado com as novas tecnologias e o mundo contemporâneo.

Deste modo dando significado ao conhecimento adquirido na escola por meio da contextualização e da interdisciplinaridade, fazendo com que o professor

busque novas metodologias e novas formas de abordagens de um determinado assunto.

O Ensino Médio conforme orientações que constam nos PCNs:

A formação do aluno deve ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação.

Propõe-se, no nível do Ensino Médio, a formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização. (BRASIL, 2000)

2.1.1 Parâmetros Curriculares Nacionais + – PCNs +

O chamado PCN+ é mais específico, pois traça parâmetros no ensino de algumas disciplinas. Dentre elas, as diretrizes do ensino de física, propondo abordagem dos conteúdos e suas contextualizações. Em seu texto como estimulando os professores de Física, citando em seu texto:

A presença do conhecimento de Física na escola média ganhou um novo sentido a partir das diretrizes apresentadas nos PCN. Trata-se de construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade.(PCN+ - Ensino Médio - pag.59, 2004)

E suas implicações como disciplina formal:

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. (PCN+ - Ensino Médio - pag.59, 2004)

Além de mostrar sua inquietude para provocar mudanças na forma de interagir os conteúdos de física na educação como um todo:

O ensino de Física vem deixando de concentrar-se na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é

preciso dar-lhe um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média.

Por outro lado, frente a tantas solicitações, dimensões e recomendações a serem simultaneamente contempladas, os professores têm se sentido perdidos, sem os instrumentos necessários para as novas tarefas, sem orientações mais concretas em relação ao que fazer.

Como modificar a forma de trabalhar sem comprometer uma construção sólida do conhecimento em Física?

Até que ponto se deve desenvolver o formalismo da Física?

Como transformar o antigo currículo?

O que fazer com pêndulos, molas e planos inclinados?

Que tipo de laboratório faz sentido?

Que temas devem ser privilegiados?

É possível “abrir mão” do tratamento de alguns tópicos como, por exemplo, a Cinemática?

E a Astronomia, o que tratar?

É preciso introduzir Física Moderna?

Essas e outras questões estão ainda para muitos sem resposta, indicando a necessidade de uma reflexão que revele elementos mais concretos e norteadores.

Nosso desafio é, portanto, buscar meios para concretizar esses novos horizontes, especialmente dentro da realidade escolar hoje existente no país. (PCN+ - Ensino Médio - pag.60, 2004)

Entendendo que as competências permeiam outras matérias e que devem ser desenvolvidas ao longo dos anos e estudadas conforme seus níveis educacionais:

Muitas dessas competências são objetivos comuns a todas as etapas do aprendizado, embora em diferentes níveis, sendo construídas ao longo do desenvolvimento dos alunos. Outras, ao contrário, são específicas a fases mais avançadas desse desenvolvimento, correspondendo àquelas trabalhadas privilegiadamente no ensino médio. Por exemplo, observar, experimentar e investigar o mundo requerem competências desenvolvidas na área de Ciências, desde os primeiros anos do ensino fundamental. Nessa primeira etapa, contudo, limitam-se sobretudo à descrição, classificação ou explicação causal imediata. Essas mesmas competências ganham, no ensino médio, um sentido maior, com a identificação de relações mais gerais e com a introdução de modelos explicativos específicos da Física, promovendo a construção das abstrações, indispensáveis ao pensamento científico e à vida. Ainda que muitas dessas

competências permaneçam como objetivos comuns a mais de uma disciplina, propiciando espaços para uma ação pedagógica integrada, passam a assumir também, no ensino médio, a especificidade disciplinar. (PCN+ - Ensino Médio - pag.62, 2004)

E lembrando que as dificuldades existem às vezes por imposição do sistema e alheio ao seu controle, mas instiga a adaptarem-se as diferentes condições:

O problema central passa a ser, então, o de identificar as competências em Física desejadas. Mas ainda que uma reflexão mais aprofundada nos permita listá-las, essas listas serão sempre parciais, dada a abrangência das habilidades envolvidas. Caberá sempre ao professor, dentro das condições específicas nas quais desenvolve seu trabalho, em função do perfil de sua escola e do projeto pedagógico em andamento, selecionar, priorizar, redefinir e organizar os objetivos em torno dos quais faz mais sentido trabalhar. É muito provável que uma escola da periferia de uma cidade grande tenha estabelecido prioridades formativas diferentes daquelas de uma escola central de uma cidade de pequeno porte. (PCN+ - Ensino Médio - pag.62, 2004)

E ajuda o professor a enxergar que os níveis são diferentes e as abordagens deveram ser também. E demonstra como uma de suas primícias a identificação de qual conteúdo científico está sendo abordado naquele momento:

Em resumo, os critérios para seleção, estabelecimento de sequências e o planejamento devem ter como linhas mestras as competências e a necessidade de impregnar de significado prático e visão de mundo o conhecimento físico apresentado ao jovem.

Entende-se que a primeira série representa um espaço para uma primeira aproximação dos alunos ao conhecimento físico, de uma forma bastante concreta. Esse aspecto é ainda mais importante se considerarmos que os alunos estarão desvendando o sentido da disciplinaridade, reconhecendo e identificando o que seja uma abordagem física, química ou biológica de um problema. Já no decorrer da segunda série, poderiam ser privilegiadas visões mais diversificadas, deixando à terceira série um espaço maior para temas que representem sínteses de visão de mundo, com maior abstração,

quando os estudantes já se encontram mais amadurecidos e com conhecimentos específicos que permitem fazer reflexões com maior profundidade e qualidade. (PCN+ - Ensino Médio - pag.80, 2004)

Reforça o poder do dialogo, do conhecimento prévio e cultural:

Para que todo o processo de conhecimento possa fazer sentido para os jovens, é imprescindível que ele seja instaurado através de um diálogo constante, entre o conhecimento, os alunos e os professores.

Os alunos chegam à escola já trazendo em sua bagagem cultural vários conhecimentos físicos que construíram fora do espaço escolar, e os utilizam na explicação dos fenômenos ou processos que observam em seu dia-a-dia. Muitas vezes, constroem até mesmo modelos explicativos consistentes e diferentes daqueles elaborados pela ciência. (PCN+ - Ensino Médio - pag.83, 2004)

É bem obvio que tudo que está escrito no PCN+ colabora para mostrar como este trabalho está bem fundamentado, no entanto um dos trechos finais faz um fechamento magistral:

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. Isso inclui retomar o papel da experimentação, atribuindo-lhe uma maior abrangência, para além das situações convencionais de experimentação em laboratório. As abordagens mais tradicionais precisariam, portanto, ser revistas, evitando “experiências” que se reduzem à execução de uma lista de procedimentos previamente fixados, cujo sentido nem sempre fica claro para o aluno. É tão possível trabalhar com materiais de baixo custo, tais como pedaços de fio, pequenas lâmpadas e pilhas, quanto com kits mais sofisticados, que incluem multímetros ou osciloscópios. A questão a ser preservada, menos do que os materiais disponíveis, é, novamente, que competências estarão sendo promovidas com as atividades desenvolvidas. Experimentar pode significar observar situações e fenômenos a seu alcance, em casa, na rua ou na escola, desmontar objetos tecnológicos, tais como chuveiros,

liquidificadores, construir aparelhos e outros objetos simples, como projetores ou dispositivo óptico mecânico. Pode também envolver desafios, estimando, quantificando ou buscando soluções para problemas reais. (PCN+ - Ensino Médio - pag.84, 2004)

2.2 Base comum curricular - BNC

Presente no art. 35-A da LDB a base nacional curricular define direito e objetivos de aprendizagem do ensino médio:

Art. 35-A. A Base Nacional Comum Curricular definirá direitos e objetivos de aprendizagem do ensino médio, conforme diretrizes do Conselho Nacional de Educação, nas seguintes áreas do conhecimento:

- I – linguagens e suas tecnologias;
- II – matemática e suas tecnologias;
- III – ciências da natureza e suas tecnologias;
- IV – ciências humanas e sociais aplicadas.

O conteúdo de Física está presente no Item III (ciências da natureza), junto com Química e Biologia. O conteúdo de eletricidade está diretamente mostrado na chamada Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Está inserida na Competência de área 2, Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos, habilidade 05, dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano. Sendo também listado como objeto de conhecimento associados às Matrizes de Referência :

Objetos de conhecimento associados às Matrizes de Referência –
CIÊNCIAS DA NATUREZA

5.0 Fenômenos Elétricos e Magnéticos –

5.1 Carga elétrica e corrente elétrica. Lei de Coulomb.

5.2 Campo elétrico e potencial elétrico.

5.3 Linhas de campo. Superfícies equipotenciais. Poder das pontas. Blindagem. Capacitores.

5.4 Efeito Joule. Lei de Ohm. Resistência elétrica e resistividade.

5.5 Relações entre grandezas elétricas: tensão, corrente, potência e energia. Circuitos elétricos simples. Correntes contínua e alternada.

Medidores elétricos. Representação gráfica de circuitos. Símbolos convencionais.

5.6 Potência e consumo de energia em dispositivos elétricos.

5.7 Campo magnético. Ímãs permanentes. Linhas de campo magnético. Campo magnético terrestre.

Segundo a LDB devemos ter uma Base Nacional Comum – BNC, essa base deve respeitar características nacionais de educação, mas temos que entender que ela não definiu com a escola dará o conteúdo, só impõe o mínimo a ser ministrado. O texto sobre física se encontra assim:

Compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade;

Entender e aplicar métodos e procedimentos próprios das Ciências Naturais; identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos necessários para produção, análise e interpretação de resultados de processos ou experimentos científicos e tecnológicos;

Apropriar-se dos conhecimentos da Física, da Química e da Biologia, e aplicar esses conhecimentos para explicar o funcionamento do mundo natural, planejar, executar e avaliar ações de intervenção na realidade natural;

Compreender o caráter aleatório e não determinístico dos fenômenos naturais e sociais e utilizar instrumentos adequados para medidas, determinação de amostras e cálculo de probabilidades;

Identificar, analisar e aplicar conhecimentos sobre valores de variáveis, representados em gráficos, diagramas ou expressões algébricas, realizando previsão de tendências, extrapolações e interpolações, e interpretações;

Analisar qualitativamente dados quantitativos, representados gráfica ou algebricamente, relacionados a contextos socioeconômicos, científicos ou cotidianos;

Identificar, representar e utilizar o conhecimento geométrico para o aperfeiçoamento da leitura, da compreensão e da ação sobre a realidade;

Entender a relação entre o desenvolvimento das Ciências Naturais e o desenvolvimento tecnológico, e associar as diferentes tecnologias aos problemas que se propuseram e propõem solucionar;

Entender o impacto das tecnologias associadas às Ciências Naturais na sua vida pessoal, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social;

Aplicar as tecnologias associadas às Ciências Naturais na escola, no trabalho e em outros contextos relevantes para sua vida;

Compreender conceitos, procedimentos e estratégias matemáticas, e aplicá-las a situações diversas no contexto das ciências, da tecnologia e das atividades cotidianas. (BRASIL, 2000)

Este trabalho propõe exatamente isso, desenvolver seu conhecimento por meio de pesquisa, manipulação das variáveis, criação e formulação de equações. Isso tudo aliado a uma compreensão de conteúdo com o seu real significado.

3 Buscando um Ensino de Qualidade

3.1 Física Experimentada

A experimentação é importante para o ensino de ciências como um todo por isso que Shulman e Tamir, (Travers, org., 1973), listaram cinco grupos de objetivos que podem ser atingidos no uso do laboratório em aulas de ciências:

- (a) habilidades – de manipular, questionar, investigar, organizar e comunicar;
- (b) conceitos – como hipótese, modelo teórico, categoria taxionômica;
- (c) habilidades cognitivas – pensamento crítico, solução de problemas, aplicação, análise, síntese;
- (d) compreensão da natureza da ciência – empreendimento científico, cientistas e como eles trabalham, existência de uma multiplicidade de métodos científicos, inter-relações entre ciência e tecnologia e entre as várias disciplinas científicas;
- (e) atitudes – como curiosidade, interesse, correr risco, objetividade, precisão, confiança, perseverança, satisfação, responsabilidade, consenso, colaboração, gostar de ciência. (Travers, org., 1973, p. 1119)

Dar aula de física sem experimentação e como falar de sentimentos, eles sabem que existem, mas nunca viram realmente. O ensino de física precisa ser apoiado pela experimentação já que muitas situações problemas são impossíveis de ser recriadas em sala de aula. Vamos lembrar que não faz muito tempo a única aproximação que os alunos tinham com experimentos era nas chamadas “feiras de ciências”. E nos dias atuais, este evento foi modificado em muitas escolas e chamado de “feira cultural” podendo assim incluir outras áreas de conhecimento. Especificamente, no ensino médio, existe hoje um formato, que foi trazido das universidades, um formato em que o experimento não é apresentado no dia e sim a pesquisa envolvida no projeto com os seus resultados.

Este formato valoriza o trabalho de pesquisa, e os resultados, e diminui o problema de pequenas falhas no experimento no dia da apresentação, no entanto se nas aulas de sala não tiverem sendo ministradas aulas, com experimentos, diminuirá a capacidade de construção de idéias que envolvam soluções de problemas cotidianas.

Se um aluno aprender por experimentação, associação de geradores e circuitos elétricos, poderá construir soluções para aumentar a capacidade de carga da bateria da caixa de som bluetooth ou gerar uma bateria auxiliar.

Segundo Alves & Stachak (2005):

O ato de experimentar no ensino de Física é de fundamental importância no processo ensino-aprendizagem e tem sido enfatizado por muitos autores. Esta ênfase por um ensino experimental adicionam-se importantes contribuições da teoria da aprendizagem em busca da contribuição do conhecimento. (Alves & Stachak, 2005, p. 1)

Atualmente, o ensino é visto como um objeto abstrato, longe da realidade dos alunos, o qual gera um desinteresse total pelo trabalho escolar. Os alunos preocupam-se apenas com a nota e com a promoção, os assuntos estudados são logo esquecidos e aumentam os problemas de disciplina. (Alves & Stachak, 2005, p. 2)

E como já vimos a linha pedagógica que irá usar ou a metodologia vai depender da estrutura e PPP (Projeto Político e Pedagógico) da escola, mas segundo Araújo & Abib (2003):

A utilização adequada de diferentes metodologias experimentais, tenham elas a natureza de demonstração, verificação ou investigação, pode possibilitar a formação de um ambiente propício ao aprendizado de diversos conceitos científicos sem que sejam desvalorizados ou desprezados os conceitos prévios dos estudantes. Assim, mesmo as atividades de caráter demonstrativo, (...) que visam principalmente à ilustração de diversos aspectos dos fenômenos estudados, podem contribuir para o aprendizado dos conceitos físicos abordados, na medida em que essa modalidade pode ser empregada através de procedimentos que vão desde uma mera observação de fenômenos até a criação de situações que permitam uma participação mais ativa dos estudantes, incluindo a exploração dos seus conceitos alternativos de modo a haver maiores possibilidades de que venham a refletir e reestruturar esses conceitos. (Araújo & Abib, 2003, p.190)

Não é apenas com cálculos que os alunos irão perceber o conteúdo de física, mas sim com uma prática significativa, sabendo que os resultados obtidos podem não representar a realidade já que fatores externos podem modificar o que realmente se espera. No entanto poderão pensar nas possibilidades com o que fazer com aquele conteúdo adquirido e explicar o mundo em sua volta com maior propriedade sobre o conteúdo.

3.2 Contribuições das Atividades Experimentais no Ensino de Física

Se você não entendeu até agora as vantagens de dar aula com experimentos, posso citar as contribuições que uma aula experimental pode trazer para os alunos, porém é preciso que o professor tenha bastante cuidado na condução da aula, pois o que pode ser interessante para alguns alunos pode não ser para outros, como afirma Hodson (1994). É necessário que o professor dê

liberdade aos alunos para que eles possam expressar seus conhecimentos sem nenhum constrangimento, pois, no decorrer da aula, o aluno pode adquirir várias habilidades que a prática experimental pode contribuir.

Assim, destacam-se algumas contribuições importantes que a prática experimental proporciona, são elas: motivação; trabalho em equipe; capacidade de iniciativa; criatividade; observação; e analisar dados e fazer uma leitura crítica.

3.3. A Importância dos Objetivos Educacionais

Não há educação sem objetivos educacionais, pois esses objetivos são que definem as metas a serem alcançadas pelos educandos no final do processo.

Logo, os objetivos de ensino, são um dos elementos fundamentais no processo de ensino. Tornando o educador mais seguro e orientando a sua atuação pedagógica, além de ajudar na seleção dos meios mais adequados para a realização de seu trabalho.

Assim, podemos definir objetivos educacionais como os resultados que o educador espera alcançar por meio de uma ação educativa intencional e sistemática.

No entanto percebemos que ao longo de anos a educação brasileira mudou seus objetivos educacionais (Tendências da Educação: Tradicional, Escolanovista e Tecnicista) isso traz confrontos educacionais ao longo dos tempos. Professores que foram formados com objetivos da escola tradicional terão de formar educandos por objetivos pautados em outra linha pedagógica. Os conflitos eram inevitáveis, e a frase – na minha época não era assim – um lema para dizer que os novos objetivos não eram bons.

Hoje vivemos esse confronto, nós professores fomos formados com objetivos educacionais diferentes daqueles que nos fazem cumprir em sala de aula e isso faz com que fiquemos divididos. No entanto, no campo das Ciências podemos dizer que os objetivos atuais são melhores do que aqueles que vivemos na escola, para isso, basta olhar os livros de ciências atuais e a quantidade de informações que eles trazem.

Criar os objetivos tornará mais fácil enxergar o crescimento de seu educando e ajudará a corrigir eventuais falhas na execução de suas aulas e irá torna-lo mais confiante de que seu trabalho está sendo bem executado.

3.4. Problemas enfrentados pelo professor experimentador

Acreditamos que usar experimentos no ensino de Física aumenta significativamente o ensino, apesar de que alguns professores evitam essa prática por verificarem que os resultados dos experimentos, muitas vezes, não são os esperados.

Sabemos que elaborar uma prática experimental demanda muito mais tempo e dedicação do professor, e que pode ser um caminho que não mostra resultados instantâneos e evidentes, mas serão muitas vezes esperançosos.

Insistir em uma educação de qualidade em ciências passa pelo professor que planeja experimentos para apoiar sua didática do dia a dia. Pesquisas mostram que os professores são

... unânimes em destacar que, em virtude do pouco tempo e da gama imensa de conteúdos, a metodologia centra-se na aula expositiva com a utilização do quadro e giz, praticamente inexistindo atividades como aula experimental em laboratório ou a utilização softwares para demonstrações. (Rosa & ROSA, 2005, p.13)

Há falta de estrutura na grande maioria das escolas brasileiras, e os laboratórios de Física não fogem essa regra, tem escolas que nem laboratório existe. Esse é só um dos fatores que atrapalha imensamente o trabalho do professor de ciências, no entanto, podemos usar outros espaços.

Basta lembrar que a palavra Laboratório deriva da palavra “labor” que significa trabalho, então não importa onde trabalhe os alunos irão perceber seu esforço. Sei que não será imediato o resultado do experimento, mas será mágico perceber que os alunos querem assistir a sua próxima aula.

Por falta de condições mínimas para se trabalhar experimentalmente, os laboratórios acabam se tornando apenas uma sala de aula comum, sem o atrativo necessário desse espaço. Então, pensemos ao contrário, que tal tornar uma sala de aula comum em um espaço de experimento científico diário.

Sabemos que:

Apenas 0,6% das escolas brasileiras têm infraestrutura próxima da ideal para o ensino, isto é, tem biblioteca, laboratório de informática, quadra esportiva, laboratório de ciências e dependências adequadas para atender a estudantes... (UOL Educação, 2013)

Trabalhe seu lado criativo motive seus colegas e alunos a buscarem os espaços limitados e transforme-os em espaços educativos ou recreativos.

3.5. Questionamentos interessantes

Acredita-se que se houvessem investimentos maiores na formação dos professores de Física, dando-lhes condições de trabalho para atuarem nos laboratórios das escolas, assim como dispendo de espaços físicos para as aulas práticas e locais adequados para o armazenamento dos materiais produzidos pelos alunos e professores, as aulas seriam muito mais interessantes e produtivas.

Acreditamos que seria mesmo assim, pois existe bons profissionais na sala de aula que estão sendo travancados por processos burocráticos e pedagógicos.

Na verdade, mudanças são difíceis em qualquer momento na vida, pois o medo de errar e tomar um caminho que não sabe os atalhos causa insegurança muitas vezes.

No entanto percebe-se a necessidade de mudar e de mostrar outras possibilidades para os educando, pois só assim construiremos um futuro melhor.

4. Linhas Pedagógicas

Para este trabalho tivemos que encontrar uma linha de aprendizagem mais próximas dos objetivos do objeto educacional a ser aplicado. Neste capítulo abordaremos um fundamento teórico de aprendizagem para auxiliar a aplicação do objeto educacional em sala. Isso não exclui a possibilidade de encontrar em outros pensadores o mesmo apoio para integrar este objeto educacional em sua sala e escola.

4.1 A teoria de aprendizagem de Jerome Bruner

Jerome Bruner foi um dos autores da chamada "revolução cognitiva", se aceitarmos que a Psicologia Cognitiva "nasceu" em um encontro realizado no M.I.T., em 1956, do qual, além dele, participaram Noam Chomsky, George Miller, Herbert Simon e alguns outros nomes muito conhecidos na área.

As teorias de Jerome Bruner nos apresentam uma renovação aos aspectos tradicionais, porém ele é mais conhecido por ter dito:

"é possível ensinar qualquer assunto, de uma maneira intelectualmente honesta, a qualquer criança em qualquer estágio de desenvolvimento" (BRUNER,1969,73, 76)

Claro que para fazer isso precisa entender q quando ensinar levará muito em conta a forma que o aluno enxergar aquele conteúdo. É de extrema relevância a estrutura da matéria que será ser ensinada.

Bruner frisa que o processo da descoberta sempre será feita através da exploração de alternativas, e o currículo em espiral. Deste modo dá chance ao aluno revisar tópicos em diferentes níveis de complexidade. Segundo Bruner,

o ambiente ou conteúdos de ensino têm que ser percebidos pelo aprendiz em termos de problemas, relações e lacunas que ele deve preencher, a fim de que a aprendizagem seja considerada significativa e relevante. (BRUNER,1969, P. 80)

E cita que o desenvolvimento intelectual caracteriza-se por:

- a) Por independência crescente da resposta em relação à natureza imediata do estímulo;
- b) O desenvolvimento intelectual baseia-se em absorver eventos, em um sistema de armazenamento que corresponde ao meio ambiente;
- c) O desenvolvimento intelectual é caracterizado por crescente capacidade para lidar com alternativas simultaneamente, atender a várias sequências ao mesmo tempo, e distribuir tempo e atenção, de maneira apropriada, a todas essas demandas múltiplas.

Observa-se que desenvolvimento intelectual ocupa um lugar fundamental na teoria de Bruner.

Bruner distingue três modos de representação do mundo pelos quais o indivíduo processa e representa as informações: a representação ativa (manuseio e ação), a representação icônica (organização perceptiva e imagens) e a representação simbólica (utilização de símbolos).

E prende-se em quatro características distintas e principais de uma teoria de ensino que deve ser seguida:

- a) Deve apontar as experiências mais efetivas para implantar em um indivíduo a predisposição para a aprendizagem;
- b) Deve especificar como deve ser estruturado um conjunto de conhecimentos, para melhor ser apreendido pelo estudante;
- c) Deve citar qual a sequência mais eficiente para apresentar as matérias a serem estudadas;

d) Deve deter-se na natureza e na aplicação dos prêmios e punições, no processo de aprendizagem e ensino.

Bruner concentra no estudo e a resolução de problemas assim explorando as alternativas de resolução. Deste modo, propõe que a instrução deverá facilitar a ordenação do processo por parte do aluno e sempre fazer com que o aluno busque a resolução, ou a descoberta dela.

Neste processo de exploração de alternativas, três etapas devem ser respeitadas: ativação, manutenção e direção.

Como citado acima, Bruner mostra a necessidade de ensinar a estrutura da disciplina e as listas em quatro pontos:

- a) Entender os fundamentos torna a matéria mais compreensível.
- b) A segunda razão relaciona-se com a memória humana. Uma boa teoria é veículo não apenas para a compreensão de um fenômeno, como também para sua rememoração futura.
- c) Uma compreensão de princípios e idéias fundamentais, como já se observou anteriormente, parece ser o principal caminho para uma adequada transferência de aprendizagem.
- d) Pelo reexame constante do que estiver sendo ensinado nas escolas, em seu caráter fundamental, é possível diminuir a distância entre o conhecimento avançado e o conhecimento elementar.

Correlatando: o desenvolvimento intelectual, ensino e professor, Bruner propõe que:

"O desenvolvimento intelectual baseia-se numa interação sistemática e contingente, entre um professor e um aluno, na qual o professor, amplamente equipado com técnicas anteriormente inventadas, ensina a criança." (BRUNER, 1969, p.20)

Já sobre a função da linguagem destaca:

"O ensino é altamente facilitado por meio da linguagem que acaba sendo não apenas o meio de comunicação, mas o instrumento que o estudante pode usar para ordenar o meio ambiente." (BRUNER, 1969, p.32)

4.2.1 Implicações da teoria de Bruner para o ensino de física

No ensino de Física as ideias de Bruner motivaram e influenciaram diversas metodologias. Ainda hoje essa influencia é percebida nas aulas de laboratório e em aulas que façam o aluno explorar alternativas que levem à solução do problema. Além disso, alguns autores fizeram seus livros usando as ideias de um currículo em espiral.

Apesar disso o método sofreu duras críticas, pois acreditava-se que esse método poderia dar-se de forma mecânica, ou seja, o estudante só consegue alcançar aquele resultado por meio do caminho já estabelecido pelo professor. O próprio Bruner, anos mais tarde, determinado a revisar algumas questões, propõe a adaptação no ensino em favor de contextualizá-las aos problemas que a sociedade enfrenta.

Um bom intuitivo pode ter nascido com algo especial, mas a sua intuição funciona melhor quando ele tem um sólido conhecimento do conteúdo, uma familiaridade que dá substância à intuição (BRUNER, 1960, p.56).

Acredita-se que as ideias de Bruner foram importantes para a ressignificação do ensino de Física e para a evolução do processo de ensino/aprendizagem.

A perspectiva de uma aprendizagem por descoberta pode ser o início de um despertar para a curiosidade dos jovens.

5 A construção do produto educacional

Neste capítulo definiremos os objetivos educacionais que usamos como referencia para idealizar o produto educacional, bem como seu desenvolvimento.

5.1 Objetivos educacionais

Durante muitos anos em sala de aula, a eletricidade é um conteúdo extremamente estudado de maneira teórica e equacional. Precisando aliar esse conteúdo muito pertinente e atual aos materiais didáticos contextualizados e de muita interatividade com as mídias atuais, propomos uma interação entre o conteúdo e a prática laboratorial.

Percebemos que mesmo com todas as novidades didáticas os alunos ainda possuem uma dificuldade em transpor os livros e entender como esse conteúdo traduz seu cotidiano. A baixa compreensão de leitura dificulta ainda mais esse processo criando abismos difíceis de atravessar.

Assim traçamos a mais difícil das metas educacionais fazer o aluno enxergar o mundo através da ciência, neste caso desenvolver o senso crítico do aluno dentro do conteúdo de eletrodinâmica.

Este objetivo é extremamente audacioso e de difícil percepção em um curto espaço de tempo, no entanto descobrir se o interesse pelo conteúdo aumentou seria um passo importante para melhorar o processo de ensino aprendizagem.

Com o objetivo traçado busquei saber qual era o entendimento dos meus alunos em eletrodinâmica através de um questionário simples e de um grupo de exercícios do ENEM.

Com os resultados tive uma ideia sobre o conhecimento deles sobre o assunto e construímos os objetivos a serem atingidos em curto, médio e longo prazo sempre com o auxílio do produto educacional.

5.2 Definindo o Produto

O custo e manuseio foram os dois problemas que encontramos na pesquisa por equipamentos de ensino de eletrodinâmica.

O custo de um equipamento de eletrodinâmica variam entre 1500,00 a 2400,00 reais, o que torna muitas vezes inviável para o professor de física comprar, ou para uma escola pública adquirir.

Na maioria destes equipamentos existe uma forma não muito intuitiva de montagem, e quando alguns são intuitivos, não conseguem abranger todo o conteúdo. O conteúdo de física em eletrodinâmica é muito abrangente e abstrato então encontrar um equipamento que não ajuda no paralelo tão almejado, conteúdo e cotidiano, não era uma opção interessante.

Então o produto deveria ser intuitivo, barato, manufaturado, ter poder de abrangência e fazer um paralelo com o cotidiano.

5.3 Elementos importantes para eletrodinâmica

Nesse momento as perguntas de questionário serviram de parâmetro para definir como o produto iria ser montado e que elementos deveriam ser contemplados no produto educacional.

A primeira pergunta mostra que quase sua totalidade os alunos entendem que algo só liga se tiver uma fonte de energia. E as fontes de energias mais citadas são pilhas, bateria, tomadas, painel solar. No conteúdo de eletrodinâmica chamamos esse elemento de gerador, por mais que saibamos que eles não geram eletricidade. Os alunos precisam desenvolver a ideia de voltagem e

a importância de associar geradores para que possamos ter a corrente ideal para o funcionamento de alguns aparelhos.

Então o primeiro desafio é construir o objeto educacional para apoiar o ensino de geradores elétricos. Além disso, deve possibilitar o estudante solucionar problemas e entender a existência do tempo de vida útil das fontes(químicas).

- 1) Geradores que possam associar em paralelo e em série.

Corrente elétrica é a segunda grandeza intuitiva que os alunos sabem que existe, mas não podem enxergar. Surgiu à necessidade de algo que fizesse entender que está passando corrente por um fio; esse efeito é facilmente percebido por um motor ou uma lâmpada. O objeto precisaria ter lâmpadas e motores elétricos para exemplificar a corrente.

Além disso, uma das importantes informações no estudo de corrente elétrica e a sua divisão, precisaríamos então de caminhos alternativos para passagem da corrente.

Alguns elementos são pensados: como lâmpadas de voltagem diferentes, LED(Light Emitting Diode)(diôdo emissor de luz), cabo com desvio de corrente e fontes variáveis para ajudar com as lâmpadas.

- 1) Geradores que possam associar em paralelo e em série;
- 2) Gerador variável de tensão;
- 3) Cabos flexíveis e com bifurcações;
- 4) Motor elétrico;
- 5) Lâmpada incandescente;
- 6) LED;

E completando os elementos principais, o resistor, o único elemento não intuitivo e com um problema interpretativo conceitual provocado pelo senso comum. Na cabeça dos alunos previamente quanto maior o resistor mais energia tem que passar por ele. Como o resistor é um ponto crucial em nosso projeto, a sua variação é importante para mostrar como a corrente se comporta. O objeto educacional não seria completo se não tivesse resistores para podermos associar tanto em paralelo como em série. Bem como resistores variáveis para podermos usar em um possível estudo de ponte de Wheatstone.

Desenvolver um objeto educacional que tivesse:

- 1) Geradores que possam associar em paralelo e em série.
- 2) Gerador variável de tensão

- 3) Cabos flexíveis e com bifurcações
- 4) Motor elétrico
- 5) Lâmpada incandescente
- 6) LED.
- 7) Resistores
- 8) Potenciômetro

O questionário dos alunos nos trouxe muitas ideias para desenvolver um bom objeto educacional, no entanto a observação de questões do ENEM que estão inseridas no cotidiano, provocou o surgimento de outros elementos. Dentre eles estão chave de liga e desliga, chaves seletoras, capacitores, fusível e resistor fotossensível.

- 1) Geradores que possam associar em paralelo e em série;
- 2) Gerador variável de tensão;
- 3) Cabos flexíveis e com bifurcações;
- 4) Motor elétrico;
- 5) Lâmpada incandescente;
- 6) LED;
- 7) Resistores;
- 8) Potenciômetro;
- 9) Interruptor;
- 10) Chave seletora;
- 11) Fusível;
- 12) Resistor variável fotoelétrico;
- 13) Multímetro;

5.4 Construção do Objeto Educacional

Primeiramente fizemos um levantamento da quantidade de elementos eletrônicos que seriam utilizados. Em seguida, fizemos um planejamento sobre a forma de aquisição destes elementos, sendo por meio de compra ou de sucatas de lixos eletrônicos.

Caso opte pela compra lembrar que alguns elementos a quantidade comprada será pequena vale a pena a compra no varejo, mas outros a compra melhor seria no atacado.

O planejamento é muito importante, controla seus gastos para que seu produto seja de qualidade e baixo custo.

5.4.1 Gerador elétrico

A utilização de pilhas (1,5V) e baterias (9V) são indispensáveis, pois são fáceis de associar e fazem parte do cotidiano do aluno. No entanto, fontes de tensão variável pode ser usadas para o estudo da lei de Ohm.

Os geradores são a base para criação da corrente elétrica, então pesamos e montar equipamentos que pudéssemos trabalhar com DDPs múltiplas de 1,5V (tensão da pilha) assim construímos um dos elementos que tivesse opção de utilizar uma ou duas pilhas associadas, com na figura 1.

No entanto percebemos que quando precisamos de tensões maiores a associação de varias pilhas não era de fácil manuseio nem para os professores. Foi a partir desse problema que tivemos duas ideias: fonte variável e baterias.

As baterias, como da figura 2, era uma maneira fácil de reduzir o número de pilhas na associação pois já começa de 9V de tensão.

Figura 1 – Base de associação de geradores.



Figura 2- Bateria.



A fonte variável foi um desafio que encaramos com simplicidade para poder manter a ideia de baixo custo. Então apenas associamos um potenciômetro, uma chave e um conversor de tensão de 12V. Veja que na figura 3 que apenas adaptamos o conversor dentro de uma caixa e conectamos as outros elementos gerando a versão da figura 4.

Figura 3 - Conversor de tensão 220V para 12v.



Figura 4 - Fonte variável.



Um multímetro digital na função voltímetro pode ser usado como visor e seleccionar a voltagem desejada.

5.4.2 Cabos flexíveis e bifurcações

Para criar os cabos pensamos primeiro nos bornes das fontes elétricas e no conceito prévio dos alunos de conexão elétrica.

Assim fomos buscar no mercado os tipos de pinos diferentes e encontramos dois tipos que chamaram a atenção o pino mais simples, figura 5, e o com possibilidade de bifurcação conexão de corrente, figura 6.

Figura 5 - pino simples



Figura 6 - Pino com conexão.



O pino simples é mais barato que o pino com conexão, então usei mais do pino simples para manter a ideia do projeto de baixo custo.

Para ficar esteticamente bem acabado utilizei a mesma cor para os pinos e o cabo. Os cabos ficaram conforme mostra a figura 7 de pequenos comprimentos e bem maleáveis.

Figura 7 – cabos com os dois pinos



A inserção de novos elementos nos fez construir outros cabos que podem ser usados tanto na conexão entre elementos do equipamento ou, de elementos, com o multímetro.

Estes cabos foram feitos em pares para fazermos possíveis conexões em paralelo com o circuito.

Montamos os fios conforme a figura 8 e 9, onde introduzimos as pontas são chamadas de garra jacaré.

Figura 8 - Garra Jacaré.



Figura 9 - Cabo Pino/Garra Jacaré.



Fizemos dois cabos maiores, conforme a figura 10, para podermos conectar com a fonte variável. Os cabos foram feitos de cores diferentes para evidenciar qual é o polo negativo e o positivo.

Figura 10 – Cabos maiores coloridos.

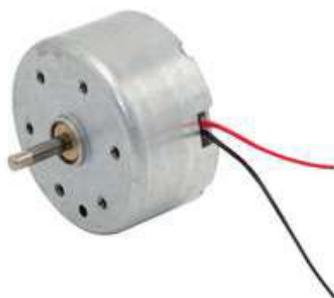


5.4.4 motor elétrico

O motor elétrico é um bom exemplo de receptor elétrico, assim fazendo o paralelo já discutido: conteúdo e cotidiano.

Escolhemos um motor elétrico do tipo toca DVD ou CD, conforme a figura 11, para demonstramos os efeitos das transformações energéticas.

Figura 11 - Motor elétrico.



Depois montamos o motor dentro dos padrões dos outros elementos, conforme a figura 12, mantendo assim a estética do equipamento.

Figura 12 – Montagem do componente receptor elétrico (motor elétrico) do circuito.



No entanto poderíamos ter usado um cooler para exemplificar do mesmo efeito, conforme a figura 13.

Figura 13 - cooler de computador.



5.4.5 Lâmpadas Incandescentes e LED

As lâmpadas são um dos elementos mais fascinantes que o homem inventou e é o primeiro objeto a ser ligado a eletricidade com uma finalidade importante para humanidade trazer luz a escuridão da noite. Só isso torna a lâmpada um elo importante com o cotidiano do alunos, pois exemplifica mais uma transformação energética.

As lâmpadas incandescentes para circuitos de baixa tensão tem se tornado raro por conta da substituição natural por LEDs.

Para encontramos tivemos que ir procurar em lojas de auto peças e verificar se essa lâmpadas acenderiam com baixa amperagem. Encontramos lâmpadas, conforme a figura 14, que ainda não tinham sido substituídas por LEDs.

Figura 14 – lâmpada incandescente.



Depois tivemos que pensar no bocal, outra forma, de liga-las no circuito. As dificuldades existiram mas a conseguimos montar esse elemento dentro dos moldes do equipamento, conforme mostra a figura 15.

Figura 15 – Versão final das lâmpadas.



Na procura das lâmpadas incandescentes achamos uma versão para LED excelente para o equipamento, conforme mostra a figura 16.

Figura 16 - LED de Moto.



Adaptamos ao equipamento, como mostra a figura 17, sendo um dos elementos mais usados nos experimentos causando um efeito luminoso bem intenso e chamativo, além de abrir discussões sobre a substituição das lâmpadas antigas por lâmpadas do tipo LED.

Figura 17 - LED de Moto Montado na Base.



Lembrando que o LED quando ligado em corrente contínua precisa ser ligado respeitando o lado negativo e positivo, então quando conectá-lo no circuito e ele não brilhar inverta a corrente.

5.4.6 Resistores

Este elemento é importantíssimo e uma associação deste componente com o cotidiano não é fácil. Eles podem ser de dois tipos: valor fixo e de valor variável.

Neste momento vale apenas diferenciar resistência elétrica de resistor elétrico. O resistor elétrico é um elemento de circuito elétrico, conforme a figura 18, e

a resistência elétrica existe em qualquer material. Como será um elemento que será usado com muita frequência e sua associação tem muita importância no estudo de eletrodinâmica tenha pelo menos 3 resistores de cada resistência do mercado.

Figura 18– Resistores.



O único elemento do equipamento que não respeitará o tamanho padrão, veja a figura 19, pois a associação em paralelo fica mais fácil com ele desse tamanho.

Figura 18 - Versão final.



5.4.7 Interruptor e chave seletora

Um elemento muito usado em exercícios de circuito elétrico é a chave podendo ser apenas como função de interruptor ou sendo um elemento de desvio de circuito como uma chave seletora.

O entendimento desse componente é facilmente assimilado pelos alunos, pois eles fazem parte do dia a dia dos alunos, como por exemplo, ao ligar uma lâmpada de sua casa. No entanto é importante mostrar que este elemento também

pode funcionar como chave e acionar uma parte do circuito que está inicialmente desligado da fonte.

Montar um elemento com semelhança a interruptores do cotidiano do aluno ajuda na assimilação do conteúdo. Por isso escolhi um interruptor com símbolo de ligado/desligado, conforme mostra a figura 20.

Figura 20 – Interruptor.



Além disso mostra que tem chaves que são apenas seletoras de caminhos alternativos a passagem da corrente, conforme mostra a figura 20. Essa chave seletora quando opino fica centralizado a corrente não passa, mas se mover para frente, ou para trás, ele liga uma parte do circuito.

Figura 19 - Chave seletora.



5.4.8 Fusível e resistor fotossensível

Nas casas possuem um elemento na instalação elétrica chamado de disjuntor, e ele tem uma relação tênue com o fusível usado nos materiais

eletrônicos. Então buscamos colocar fusível, como mostra a figura 22, em nosso objeto educativo para podermos fazer esse paralelo.

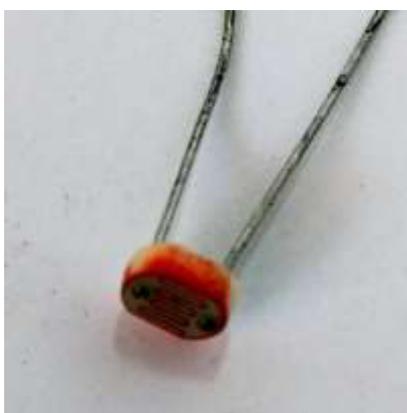
Figura 20 – Fusível.



Existem equipamentos que utilizam algumas ondas eletromagnéticas para acionar parte do circuito e por conta disso precisamos achar um elemento em nosso objeto educacional que pudesse fazer um paralelo conteúdo e cotidiano. Esse elemento escolhido é o resistor fotossensível, como ilustra a figura 23.

Este elemento varia a sua resistência assim que recebe luz e deve ser adaptado no elemento da figura 19.

Figura 21 – Resistor fotossensível.



5.4.8 Multímetro

Para um bom entendimento de como funcionam os circuitos, é necessário conhecermos algumas de suas características tais como a corrente elétrica que circula o circuito, como sua resistência, de cada trecho do circuito, e a tensão elétrica do próprio. Para aferir utilizamos o multímetro que é um equipamento eletrônico que tem diversos instrumentos de medidas elétricas. Dentre eles os mais importantes para nosso objeto educacional: Voltímetro, Amperímetro e Ohmímetro. A figura 24 mostra um modelo simples e que pode ser utilizado.

Figura 22 – Multímetro.



5.4.9 Base do objeto

Para podermos manusear de maneira fácil e para ter maior estabilidade pensei em usar vários materiais e descobri que seria mais fácil trabalhar com madeira e borracha EVA, essa borracha é uma mistura de alta tecnologia de Etil, Vinil e Acetato. Para podermos monta-lo lado à lado e formar um circuito como idealizado nos exercícios definimos que a base deveria ter formato quadrado com as mesma dimensões para todos os componentes. A figura 25 demonstra a ideia para construção dos elementos desse equipamento.

Figura 23 - Base de madeira.



Assim depois da montagem de todos os elementos a maior peça ficou como a figura 26 e a menor como a figura 27

Figura 24– Maior elemento em versão final.



Figura 25 – Menor elemento em versão final.



5.5 Aplicação do Produto Educacional

O produto educacional foi aplicado com os alunos de Ensino Médio da escola pública Branca Carneiro de Mendonça na praça matriz, 666 – Centro, Caucaia – Ceará, no primeiro semestre de 2018.

Para avaliar a eficácia do produto escolhemos os alunos do 3º ano do ensino médio para participarem voluntariamente de uma aula de eletricidade experimental.

Para definir a evolução deles apliquei um teste diagnóstico em duas etapas. Na primeira etapa era teórico envolvendo perguntas de cunho pessoal e na segunda parte de caráter conteudista sobre eletrodinâmica.

Depois da diagnostica consegui separar os alunos em três grupos de 20 alunos cada. No qual foi aplicado uma aula de gerador de 1 hora e 30 min envolvendo algumas teorias e a parte prática. E repetimos esse mesma ação com outros conteúdos: utilização do multímetro, resistor elétrico e associação de resistores.

Em todas as aulas foram utilizado o objeto educacional produzido.. Algumas aulas os alunos conseguiram inferir sobre equações e outros conceitos. A minha sequência aplicada tem uma lógica educacional.

6 CONCLUSÃO

Na construção e na aplicação deste trabalho o foco foi sempre o aluno e o aprendizado, e dentro desse aspecto o trabalho teve êxito. Percebi que os alunos tiveram mais interesse pela matéria e construíram conhecimento com aquele que adquiriram com o trabalho.

Em especial teve um aluno que tinha espirito inovador e fez alguns questionamentos de eletricidade e depois algum tempo veio com uma caixa de som bluetooth com uma modificação. Ele associou duas baterias de celular, em paralelo, para aumentar o tempo de funcionamento do equipamento. Posso descrever que foi uma maravilhosa sensação de dever cumprido.

Talvez esse aluno esteja na ponta de nosso iceberg educacional, ou melhor, são poucos ainda. Precisamos convencer cada vez mais alunos que a educação é a porta de entrada para o mundo e talvez um dia conseguirmos atingir a mais a base desse iceberg.

Aprendi que devemos compartilhar cada vez mais nossas práticas educacionais e garantir para os outros colegas que existe uma saída para essa falta de interesse. Pode não ser a solução desse problema mais será um agente transformador de sua aula e vida.

7 REFERÊNCIAS

ALVES, V. C. & STACHAK, M. A Importância de Aulas Experimentais no Processo de Ensino-Aprendizagem em Física: Eletricidade. In: *XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física*. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0219-3.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

ARAÚJO, M. S. T. & ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 25, n. 2, junho, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)*. Brasília: MEC, 2000.

Ministério de Educação e Cultura. *LDB - Lei nº 9394/96*, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.

PCN + - Ensino Medio, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>> acesso fev. 2018

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, v.12, n. 13, p. 299-313, 1994.

ROSA, C. W. da & ROSA, A. B. da. Ensino de Física: objetivos e imposições no Ensino Médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, n 1, 2005. Disponível em: <www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART2_Vol_N1.pdf> Acesso em: 4 jun. 2007.

TRIVERS, R. M. (Org.) *Second Handbook of Research on Teaching*. Chicago: Rand McNally & Co., 1973.

UOL Educação. *Menos de 1% das escolas brasileiras têm infraestrutura ideal*. 2013. Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/noticias/2013/06/04/menos-de-1-das-escolas-brasileiras-tem-infraestrutura-ideal.htm>>. Acesso em 8 set. 2017.

XAVIER, J. C. Material didático para uso do professor do ensino fundamental. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15. 2003, Curitiba. *Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física*. Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 933-944. 1 CD-ROM.

ANEXO
Produto Educacional

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**



LUIZ FERNANDO MOTA HEFFER DA COSTA

**ANEXO – TUTORIAL PARA PROFESSORES DE FÍSICA DE UM EQUIPAMENTO
DE ELETRODINÂMICA DE BAIXO CUSTO.**

FORTALEZA

2018

AGRADECIMENTOS

À minha família que sempre acreditou em mim.

Minha Mulher, Rachel Lima Frota, pelo incentivo, pela confiança e por ser meu porto seguro.

Ao meu filho, João Gabriel Lima Heffer, por ser compreensível nas horas que não pude estar com ele.

Ao meu pai, Fernando José Moura Heffer da Costa, meu consultor em marcenaria.

À minha mãe Ana Lucia Mota Heffer da Costa, que foi responsável por minha criação.

Aos colegas e amigos do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo UFC, que foram verdadeiros parceiros nas disciplinas.

Aos meus colegas e amigos de trabalho, que seguraram algumas barras para poder escrever essa dissertação.

À meu orientador Marcos, pela paciência e confiança.

Certamente, sem eles, esta dissertação não seria concluída.

Aos professores do MNPEF, que aceitaram o desafio do mestrado profissional.

À CAPES pelo incentivo financeiro.

À SBF pela propagação do mestrado profissional em ensino de física.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. Carta aos Leitores | 53 |
| 2. Materiais Utilizados | 54 |
| 3. Montando o Equipamento..... | 62 |
| 3.1 Placas do equipamento..... | 62 |
| 3.2 Fios do equipamento..... | 63 |
| 3.3 Fonte variável..... | 65 |
| 4. Assuntos que poderão ser abordados com esse equipamento..... | 67 |
| 5. Algumas experiências já desenvolvidas com o equipamento..... | 67 |
| Aula 01 - Multímetro | 68 |
| Aula 02 - Geradores e suas associações | 71 |
| Aula 03 - Resistores..... | 78 |
| Aula 04 - Associação de Resistores | 85 |

1. Carta aos Leitores

A educação brasileira vem passando por muitas dificuldades seja por não ter um plano definido do realmente quererem como políticas pública, seja pela falta de perspectiva dos alunos quando pensam no futuro deles. Sabemos que no âmbito das políticas educacionais não conseguimos mudar tão facilmente, mas o outro aspecto pode tentar mudar.

Se for feita qualquer pesquisa com professores de rede pública um dos pontos que encontrará convergência é a falta de empatia, dos alunos, com os estudos. Isso leva a um resultado alarmante, as matérias mais amadas pelos alunos, tem dificuldades imensas de aprendizado. Claro que existem diversos fatores que estão associados a este problema, no entanto percebesse que uma renovação em seus ânimos ocorre quando enxergam praticidade no seu aprendizado em sala.

Então buscar nos alunos essa vontade tem sido o grande sonho dos professores em nossa época. Por mais que seja fácil culpar novos equipamentos eletrônicos, os educadores notam que se o ensino for significativo para o cotidiano do aluno, o aprendizado é melhorado.

O ensino de física tem então tudo para dar certo, no entanto alguns conteúdos mesmo no cotidiano do aluno ficam extremamente difíceis dele experimentar sem conhecimento prévio. Por isso um contato inicial com a matéria de física não pode ser traumática.

Um dos conteúdos que está extremamente ligado ao cotidiano do aluno e, na atualidade, é considerado necessidade básica civilizacional é a eletricidade.

Como gostaria de torna o experimento mais próximo da realidade do aluno pensei em seu cotidiano e na prova no ENEM, assim tentei construir um produto que atendesse esse aspecto ao mesmo tempo.

2. Materiais Utilizados

Os materiais utilizados serão divididos em três partes: a primeira e matéria prima da base do equipamento, a segunda parte é os componentes eletrônicos utilizados no produto e a terceira parte são os instrumentos usados na montagem do equipamento.

2.1 Matéria Prima

Os materiais da base podem ser mudados a sua vontade, mas não se esqueça de mudar as ferramentas utilizadas, todas neste manual serão voltadas os materiais que escolhemos.

A matéria prima que escolhemos foi madeira (pinus), pois é um dielétrico e fácil de encontrar em qualquer lugar do Brasil. Além que na hora da aula o aluno perceberá que pode ser construído por ele mesmo em casa.

Usamos também E.V.A de 10 mm de espessura para aumentar o atrito entre o equipamento e a mesa onde será colocada e para reforçar a dieletricidade do equipamento. Todos os dois motivos pela escolha do E.V.A. são importantes, um para isolar eletricamente o equipamento e o outro facilitando sua fixação sobre a mesa.

Usamos madeira de pinus, de espessura 15 mm, com placas de 9 cm x 9 cm e algumas placas de 9 cm x 3 cm, lembrando que não precisam ser precisas milimetricamente, mas sugerimos que os tamanhos sejam padronizados.

As quantidades vão depender de quantos componentes pretende-se demonstrar e quais tipos de circuitos deseja-se que os alunos reproduzam. Cada professor sabe que gostaria de ensinar e em que nível elas estão.

2.2 Componentes eletrônicos

Os componentes eletrônicos foram adquiridos em sucatas eletrônicas e alguns comprados. A busca não foi simples encontrar sucatas eletrônica em alguns lugares pode ser difícil, no entanto aparelhos eletrônicos antigos que são considerados inservíveis nas escolas públicas, podem ser uma forma de conseguir alguns componentes.

Alguns componentes, compramos por não ter encontrado na sucata eletrônica e algumas compras foram feitas pois a componente eletrônica era esteticamente melhor para o equipamento.

Vamos apresentar os componentes do equipamento.

- 1) Pilhas AA de 1,5 V no mínimo 4 unidades;
- 2) Pilhas AA de 1,5V recarregável no mínimo 1 unidade;
- 3) Base conectora de pilha AA, conforme figura 1;

Figura 1 - Base para pilha AA



- 4) Bateria de 9V no mínimo 2 unidades, conforme figura 2;

Figura 2 – Bateria 9V



- 5) Conector para bateria de 9V no mínimo 2 unidades, conforma figura 3;

Figura 3 – Conector para bateria de 9V



- 6) Fonte de tensão de 12V e 1A, conforme figura 4;

Figura 4 – Fonte de tensão 12V



7) Conector para fonte de tensão, conforme figura 5;

Figura 5 – conector para fonte de tensão



8) Bornes para pino banana (quantidade dependerá do número de placas utilizada), conforme figura 6;

Figura 6 – Bornes



9) Ponta banana para conexão elétrica simples, conforme figura 7;

Figura 7 – Pino banana.



10) Ponta banana com bifurcação para conexão elétrica, conforme figura 8;

Figura 8 – Pino banana com bifurcação.



11) Cabo flexível quantidade vai depender de quantos cabos de conexão irá precisar, conforme figura 9;

Figura 9 – Cabo flexível.



12) Motor elétrico a tensão no máximo de 12V, conforme figura 10;

Figura 10 – Motor elétrico.



13) Lâmpada incandescente no máximo de 12V, conforme figura 11;

Figura 11 – Lâmpada incandescente.



14) LED de moto ou leds com no máximo de 12V de tensão, conforme figura 12;

Figura 12 – LEDs.



15) Resistores de várias resistências, mas pelo menos três de cada, conforme figura 13;

Figura 13 – Resistores.



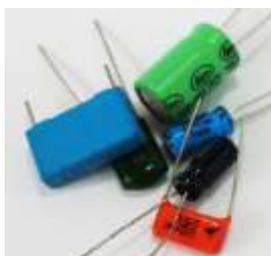
16) Potenciômetro no mínimo 4 de mesma resistência, conforme figura 14;

Figura 14 – Potenciômetro.



17) Capacitores, conforme figura 15;

Figura 15 – Capacitores;



18) Fusível de 1A, conforme figura 16;

Figura 16 – Fusível de 1A.



19) Conectores para fusível, conforme figura 17;

Figura 16 – Conectores para fusível.



20) Interruptor, conforme figura 18;

Figura 8 – Interruptor.



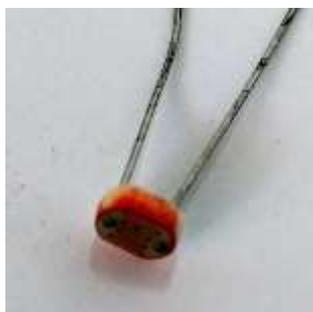
21) Chave seletora, conforme figura 19;

Figura 19 – Chave seletora.



22) Resistor variável fotoelétrico, conforme figura 20;

Figura 20 – Resistor variável.



23) Multímetro, conforme figura 21;

Figura 21 – Multímetro.



2.3 Instrumentos a serem usados

Aqui colocamos os outros produtos que foram usados na construção do equipamento. Estes elementos são:

1) Estilete, conforme figura 22;

Figura 22 – Estilete.



- 2) Cola adesiva, conforme figura 23;

Figura 23 – Cola adesiva.



- 3) Paquímetro, conforme figura 24;

Figura 24 – Paquímetro.



- 4) Furadeira, conforme figura 25;

Figura 25 – Furadeira.



- 5) Grampo Sargento, conforme figura 26;

Figura 26 – Grampo sargento.



- 6) Lixa, conforme figura 27;

Figura 27 – Lixa.



7) Ferro de solda, conforme figura 28;

Figura 28 – Ferro de solda.



8) Solda, conforme figura 29;

Figura 29 – Ferro de solda.



9) Brocas para madeira , conforme figura 30;

Figura 30 – Brocas para madeira.



10) Brocas para furo na madeira, conforme figura 31;

Figura 31 – Brocas para furo na madeira.



3. Montando o Equipamento.

A montagem do equipamento tem algumas etapas importantes, mas a principal é as placas que irão receber os circuitos e os cabos a serem utilizados.

3.1 Placas do equipamento

Cortamos as placas de madeira de 9cm x 9cm x 15mm, mas pode comprar essa placas de madeira já prontas.

Um furo deve ser feito no centro da placa de madeira para fixação dos componentes eletrônicos. E dois furos laterais para receber os bornes, conforme a figura 32

Figura 32 – Montagem das placas.



Cada elemento que for colocado tem uma broca ou equipamento diferente então ou você tem um paquímetro para medir as dimensões ou faz no olho com o equipamento e componente lado a lado. Recomendamos a utilização do paquímetro, pois será mais preciso no diâmetro da broca a usará.

Além da broca precisará de uma furadeira e de firmeza na mão e do grampo sargento para segurar a peça na hora de fazer os furos.

Nos bornes que usei uma broca de 6" e uma outra de 8" para a porca encaixar melhor na madeira.

Dependendo da componente você deverá pensar como passar o fio que conecta os bornes e os componentes de maneira a ficar seguro e esteticamente apresentável.

Depois de tudo conectado e testado você poderá entrar com o E.V.A. que no meu projeto ajudou a esconder as conexões e dar maior atrito com a superfície do experimento, conforme a figura 32a

Figura 32a – Placas com E.V.A. e placa sem E.V.A.



3.2 Fios do equipamento

Para criar os cabos pensamos primeiro nos bornes das fontes elétricas e no conceito prévio dos alunos de conexão elétrica.

Assim fomos buscar tipos de pinos diferentes e tivemos a ideia de usar uma cor só para as conexões para acabar com o conceito que as conexões devem ter uma cor padrão.

Escolhemos três tipos de pinos/garra, conforme as figuras 33a,33b,33c

Figura 33a – Pino simples.



Figura 33b- Pino com bifurcação.



Figura 33c-Garra jacaré.



O pino mais simples teve que ser soldado com o fio flexível, no entanto o fio que tem possibilidade de bifurcação o fio pode apenas ser aparafusado na peça.

Muito cuidado com a solda, pois precisa de algo que segure o pino para vocês ter as mãos livres para segurar com uma o fio e com a outra o ferro de solda.

Após a solda o fio deverá ser testado para ver se a conexão está funcionando. Lembrar também que deverá fazer fios com pontas diferentes para os casos que irá montar.

Além disso, fiz cabos com uma ponta de pino e a outra de garra jacaré e cabos em que os dois lados com garra de jacaré, conforme as figuras 34,35 e 36

Figura 34 - Fio com duas pontas simples.



Figura 35 - Fio com duas pontas com bifurcação.



Figura 36 - Fio com duas garras de jacaré.

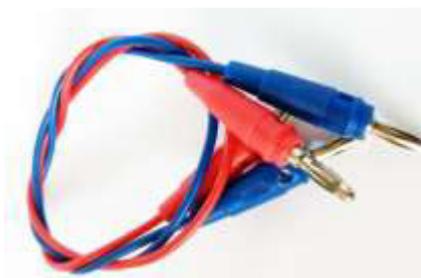


Figura 37 - Fio com uma ponta de bifurcação e outra de garra de jacaré.



Fiz também dois cabos com cores não padronizadas para conectar a fonte variável ao circuito ou para fazer conexão que gostaria de destacar no circuito, conforme a figura 38

Figura 38 - Fios maiores de cores diferentes.



3.3 Fonte variável

Criamos uma fonte variável de tensão para poder trabalhar com diversas tensões, lembrando que como é um equipamento de baixo custo e pensando na falta experiência com eletrônica montamos uma fonte simples.

Material a ser utilizado:

- 1) Uma fonte de 12v e max 1A
- 2) Adaptador conector borne macho para a fonte de tensão
- 3) Resistor variável (potenciômetro) de $1M\Omega$
- 4) Fios
- 5) Chave de liga e desliga
- 6) Dois bornes (1 preto e outro vermelho)

O primeiro passo é descobrir como funciona o Resistor variável. Pegue dois fios de garra/pino e conecte ao multímetro na função ohmímetro que possa medir resistências de 1,0 MΩ. Conecta a garra jacaré no pino do meio do resistor variável e o outro fio em um dos pinos que sobraram e mexa no resistor girando o pino central. Você observará que a resistência irá variar ou para mais ou para menos de modo a alcançar o máximo, ou o mínimo (zero) do resistor. Então o resistor varia conforme você gira lembrando que quando você aumenta a resistência de um dos lados (em um dos pinos da ponta) automaticamente estará reduzindo na outra extremidade a soma das resistências das duas pontas sempre será o valor máximo da resistência do potenciômetro.

Agora siga o esquema do circuito, conforme a figura 39, para ligar todos os componentes. Ela devera ficar conforme a figura 40.

Uma modificação possível também é achar uma chave de múltiplas seleções e colocar em cada seleção um resistor que ocasione uma tensão de saída fixa tipo 1,5V, 3V, 4,5V, 6V, 9V e 12V.

Figura 39 – Esquema da fonte variável.

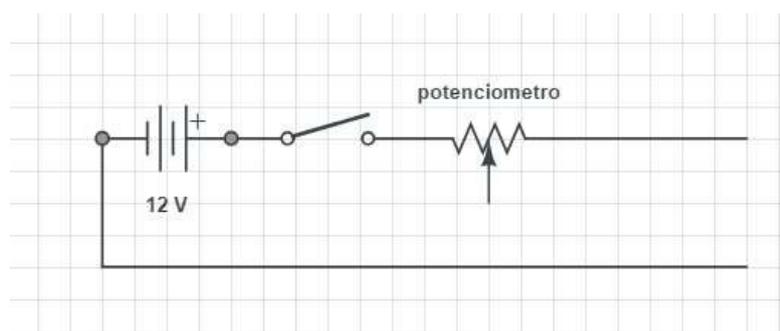


Figura 40 – Fonte variável pronta.



Fazer semelhança com o carregador de celular para que entendam a função da fonte no circuito.

4. Assuntos que poderão ser abordados com esse equipamento.

O equipamento foi construído no intuito de abranger os diversos conteúdos de eletrodinâmica então irei listar os possíveis assuntos relacionados neste equipamento

- 1) Geradores;
- 2) Associação de geradores;
- 3) Corrente elétrica;
- 4) Resistores;
- 5) Resistores variáveis ;
- 6) Associação de resistores;
- 7) Circuito elétrico simples;
- 8) Circuito elétrico misto;
- 9) Circuito elétrico com chave seletora;
- 10) Lâmpadas e LED's;
- 11) Sistema tri-way;
- 12) Energia transformando elétrica em mecânica;
- 13) Ponte de Wheatstone;
- 14) Capacitores;
- 15) Associação de Capacitores;
- 16) Receptores;
- 17) Circuito com mais de um gerador;
- 18) Circuito com mais de um receptor.

Outros assuntos podem ser desenvolvidos usando a criatividade e o equipamento.

5. Algumas experiências já desenvolvidas com o equipamento.

Desenvolvemos algumas atividades e colocaremos aqui como norteador e assim poderá montar outras experiências.

Sempre usamos o ENEM como elemento norteador do equipamento então a primeira coisa a fazer é observar quais questões do ENEM podem ser testadas ou auxiliadas pelo o equipamento desenvolvido. Em cima dessas questões desenvolver uma nova prática.

Nos links abaixo, estão os roteiros de algumas práticas experimentais de circuitos elétricos.

- [Multímetros](#)
- [Geradores e associações de geradores](#)
- [Resistores](#)
- [Associação de resistores](#)

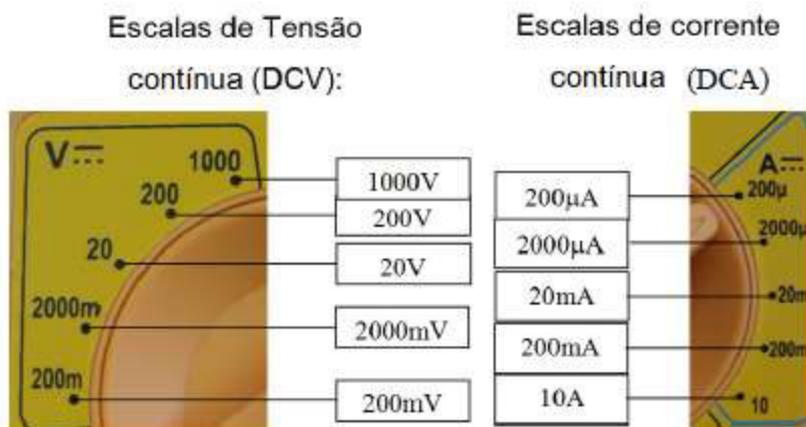
Irei também disponibilizar os mesmos conteúdos listados acima divididos nas quatro aulas.

Aula 01 - Multímetro

Para um bom entendimento de como funcionam os circuitos, é necessário conhecermos algumas de suas características tais como a corrente elétrica que circula em uma malha de circuito, assim como sua resistência e a tensão elétrica a que está sujeita. Para medir ou aferir essas grandezas, utilizamos o multímetro ou multi-teste que é um equipamento eletrônico que incorpora diversos instrumentos de medidas elétricas num único aparelho, como **Voltímetro**, **Amperímetro** e **Ohmímetro**. Existem ainda outros equipamentos opcionais incorporados nele que variam conforme o fabricante, tais como capacitímetro, frequencímetro, termômetro, entre outros. A Figura mostra a aparência e alguns detalhes de multímetros à venda no comércio.



Em multímetros digitais, a escala já indica o máximo valor a ser medido por ela, independente da grandeza. As funções e escalas que vamos utilizar em nosso trabalho estão representadas na próxima Figura.



Além disso, preciso lembrar que para medir resistência elétrica ela deve estar desligada do circuito e sempre é medida em paralelo ao resistor. Vide figura abaixo

Mas para medir tensão no circuito entre dos pontos deve o circuito estar ligado a fonte de energia e a voltmeter deve sempre estar ligado em paralelo ao ponto a ser medido.

Agora quando for medir corrente elétrica o amperímetro deve estar ligado em série com o circuito e o circuito deve estar ligada a fonte de energia.

Vamos praticar?!?!

Material a ser utilizado

- Multímetro
- Fonte Variável
- Potenciômetro
- Base com LED
- Base com um resistor

1) Vamos fazer um teste pegue um resistor e ligue na base de madeira depois o conecte ao multímetro e escolha a opção ohmímetro e veja quanto o aparelho esta marcando. E anote o valor $R = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$.

2) Agora refaça o teste usando o potenciômetro. Observe o que acontece quando você gira o botão do potenciômetro. Qual o maior e o Menor valor encontrado.

Maior: $\underline{\hspace{2cm}} \Omega$ e Menor: $\underline{\hspace{2cm}} \Omega$

3) Agora vamos usar o Voltímetro ligue-o a fonte variável e verifique qual o maior e o menor valor registrado e anote.

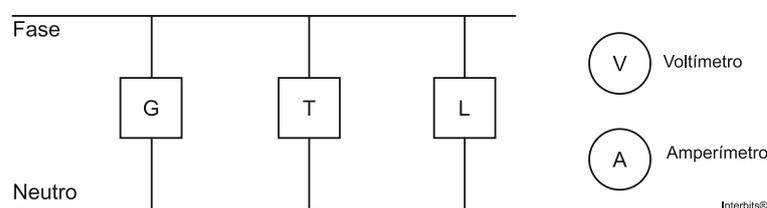
Maior: $\underline{\hspace{2cm}} V$ e Menor: $\underline{\hspace{2cm}} V$

4) E o amperímetro como usar? Ele tem que esta em série com o circuito então vamos montar um circuito ligue a fonte variável no máximo de voltagem e conecte o potenciômetro e uma lâmpada de LED. Agora verifique o que acontece quando gira o potenciômetro. Agora desligue o sistema e conecte o Amperímetro ao circuito em série com a fonte variavel e torne a ligar o circuito. Anote qual é o valor da corrente que liga o LED.

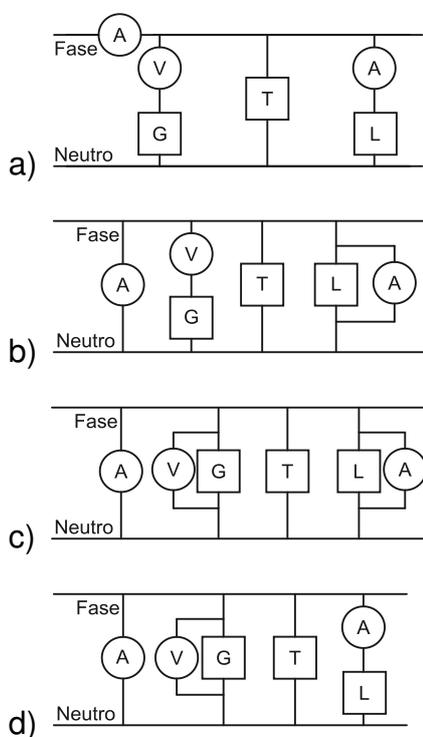
$$i = \text{_____} \text{ A}$$

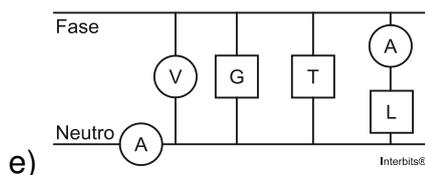
Observe como essa informação já caiu no ENEM

01. (Enem 2013) Um electricista analisa o diagrama de uma instalação elétrica residencial para planejar medições de tensão e corrente em uma cozinha. Nesse ambiente existem uma geladeira (G), uma tomada (T) e uma lâmpada (L), conforme a figura. O electricista deseja medir a tensão elétrica aplicada à geladeira, a corrente total e a corrente na lâmpada. Para isso, ele dispõe de um voltímetro (V) e dois amperímetros (A).

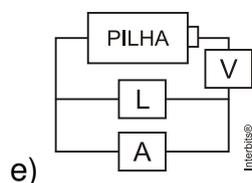
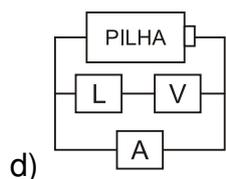
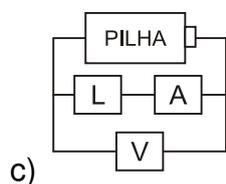
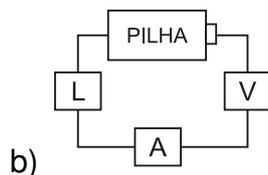
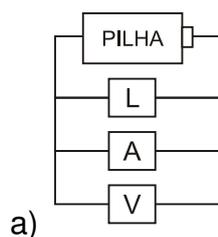


Para realizar essas medidas, o esquema da ligação desses instrumentos está representado em:





02. (Enem PPL 2012) Um eletricista precisa medir a resistência elétrica de uma lâmpada. Ele dispõe de uma pilha, de uma lâmpada (L), de alguns fios e de dois aparelhos: um voltímetro (V), para medir a diferença de potencial entre dois pontos, e um amperímetro (A), para medir a corrente elétrica. O circuito elétrico montado pelo eletricista para medir essa resistência é



Aula 02 - Geradores e suas associações

QUESTÃO PRÉVIA

“Será que você poderia descrever o que seria um gerador elétrico e qual sua aplicação no seu dia-a-dia?”

Resposta

OBJETIVOS

Utilizar um aplicativo de celular para estudar ondulatória e desenvolver no aluno a:

- **Habilidade 05(ENEM) – dimensionar circuito ou dispositivos elétricos de uso cotidiano**

E as habilidades específicas de física

5.0 Fenômenos Elétricos e Magnéticos –

5.2 Campo elétrico e potencial elétrico.

5.5 Relações entre grandezas elétricas: tensão, corrente, potência e energia. Circuitos elétricos simples. Correntes contínua e alternada. Medidores elétricos. Representação gráfica de circuitos. Símbolos convencionais.

INTRODUÇÃO

Geradores elétricos são aparelhos que convertem energia, o nome gerador elétrico sugere um conceito muito errado, pois a energia não é gerada e sim transformada, pois o Princípio da Conservação de energia seria violado.

Então os geradores (não geram energia) eles criam um campo elétrico que possui em seus extremos potenciais diferentes, assim podemos resumir dizendo de os geradores geram na verdade uma diferença de potencial elétrico nas extremidades do gerador.

Mas o que é Potencial elétrico?

Potencial elétrico é a capacidade que um corpo energizado tem de realizar trabalho, ou seja, atrair ou repelir outras cargas **elétricas**. Com relação a um campo **elétrico**, interessa-nos a capacidade de realizar trabalho, associada ao campo em si, independentemente do valor da carga q colocada num ponto desse campo.

É por isso que dizemos que as extremidades do gerador geram uma D.D.P(U) (Diferença De Potencial), assim podemos agora traduzir que quanto maior a D.D.P(U) maior será o campo elétrico gerado no local. Como Potencial é dado em Volts(V) então a unidade de D.D.P também será o Volt(V).

A forma encontrada para que haja uma diferença de potencial mais duradoura é a criação de geradores elétricos, que são construídos de modo que haja D.D.P(U) por um intervalo maior de tempo.

Existem diversos tipos de geradores elétricos, que são caracterizados por seu princípio de funcionamento, alguns deles são:

Geradores luminosos

São sistemas de geração de energia construídos de modo a transformar energia luminosa em energia elétrica, como por exemplo, as placas solares feitas de um composto de silício que converte a energia luminosa do sol em energia elétrica.

Geradores mecânicos

São os geradores mais comuns e com maior capacidade de criação de energia. Transformam energia mecânica em energia elétrica, principalmente através de magnetismo. É o caso dos geradores encontrados em usinas hidroelétricas, termoelétricas e termonucleares.

Geradores químicos

São construídos de forma capaz de converter energia potencial química em energia elétrica (contínua apenas). Este tipo de gerador é muito encontrado como baterias e pilhas.

AVISO

Instruções para a utilização do material

O material é dividido em níveis de dificuldade; só faça o próximo nível se o nível anterior foi totalmente terminado, corrigido e discutido com os demais colegas da sala.

Material a ser usado

- 1 multímetro a cada 6 alunos;
- 4 pilhas AA;
- 2 baterias;
- 1 carregador de bateria de celular;
- 1 fonte de alimentação;
- 1 Lâmpada incandescente ;

Use as bases de madeira com os respectivos conectores para armar possíveis associações de geradores e ligar a lâmpada incandescente. Não se esqueça de verificar a DDP da lâmpada para não ultrapassar o valor máximo que ela suporta.



Faça o que se pede abaixo usando quando necessário o multímetro.

Nível 1(11 escores)

- 01) Observando os dados escritos nos geradores descubra a DDP deles. (04 escores)

Pilha AA: _____ V
 Bateria: _____ V
 Fonte de alimentação: _____ V
 Carregador de Bateria de celular: _____ V

02) Agora usando o multímetro repita a experiência e diga os valores encontrados para cada gerador envolvido. (04 escores)

Pilha AA: _____ V
 Bateria: _____ V
 Fonte de alimentação: _____ V
 Carregador de Bateria de celular: _____ V

03) Existe diferença entre esses valores? Se sim explique o que você acredita que fez essa diferença? (03 escores)

Nivel 2 (14 escores)

04) Se pedisse para obter 3 V de DDP com duas pilhas, como faria isso? (02 escores)

05) Desenhe esse esquema: (04 escores)

06) Para e se fosse os mesmo 6V de DDP quantas pilhas precisaria? E Como ia associa-las Serie ou paralelo? (04 escores)

07) Podemos afirmar que associação em paralelo de geradores produz que efeito na ddp final da associação? (02 escores)

08) E a associação em serie Ajuda em que? (02 escores)

Nivel 3 (17 escores)

09) Como faria para associar 4 pilhas e ter um DDP de 3V?(03 escores)

10) Desenhe esse esquema (04 escores)

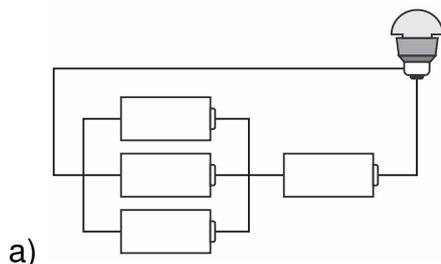
11) Se tivesse de associar os geradores que temos (pilha, bateria e fonte) para obter 18V, Quais seriam as opções de associações para termos essa DDP? (06 escores)

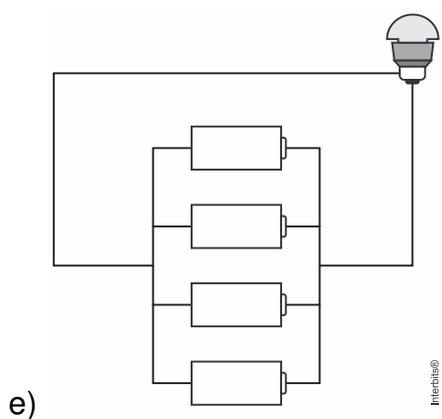
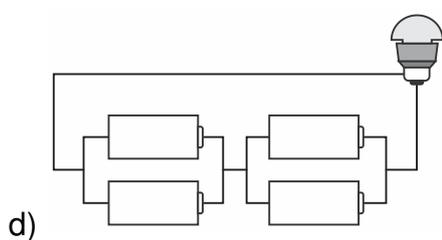
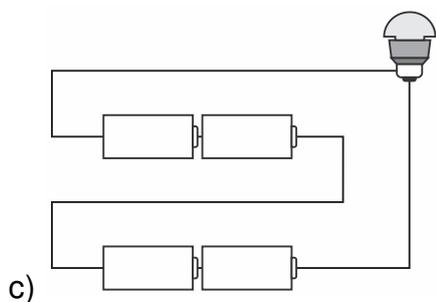
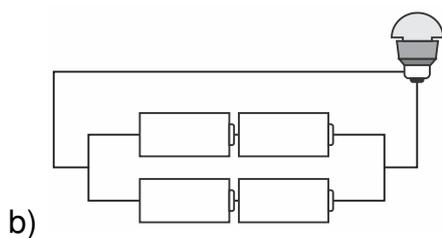
12) Teste uma dessas ações e veja se conseguiu atingir o valor próximo de 18V. Depois simbolize em desenho essa associação (04 escores)

Nivel 4 (03 escores)

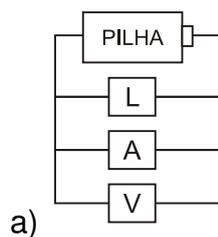
13) (Enem PPL 2016) Em um laboratório, são apresentados aos alunos uma lâmpada, com especificações técnicas de 6 V e 12 W, e um conjunto de 4 pilhas de 1,5 V cada.

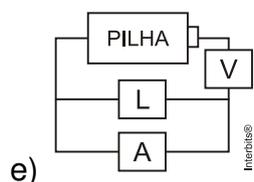
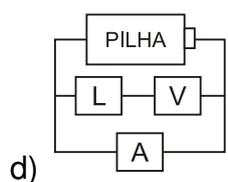
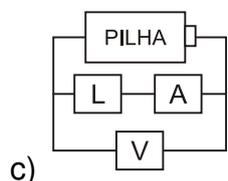
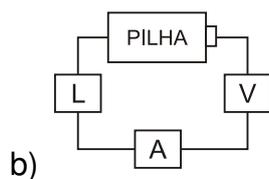
Qual associação de geradores faz com que a lâmpada produza maior brilho?



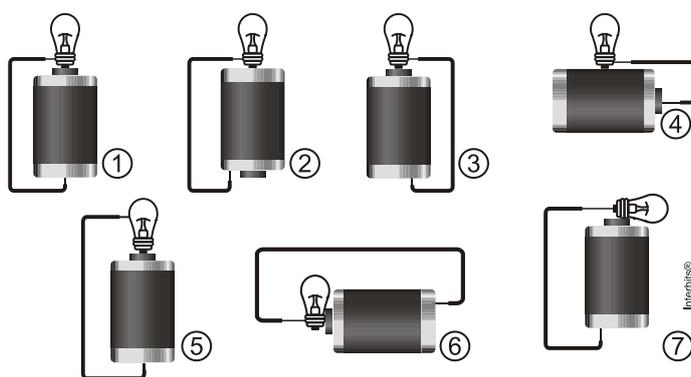


- 14)(Enem PPL 2012) Um eletricista precisa medir a resistência elétrica de uma lâmpada. Ele dispõe de uma pilha, de uma lâmpada (L), de alguns fios e de dois aparelhos: um voltímetro (V), para medir a diferença de potencial entre dois pontos, e um amperímetro (A), para medir a corrente elétrica. O circuito elétrico montado pelo eletricista para medir essa resistência é





15)(Enem 2011) Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha, retiradas do equipamento, e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada:



GONÇALVES FILHO, A.; BAROLLI, E. **Instalação Elétrica**: investigando e aprendendo. São Paulo: Scipione, 1997 (adaptado).

Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?

- a) (1), (3), (6)
- b) (3), (4), (5)
- c) (1), (3), (5)
- d) (1), (3), (7)
- e) (1), (2), (5)

Aula 03 - Resistores

QUESTÃO PRÉVIA

“Será que você poderia descrever o que seria um Resistor elétrico e qual sua aplicação no seu dia-a-dia?”

Resposta:

OBJETIVOS

Utilizar um aplicativo de celular para estudar ondulatória e desenvolver no aluno a:

- **Habilidade 05(ENEM) – dimensionar circuito ou dispositivos elétricos de uso cotidiano**

E as habilidades específicas de física

5.0 Fenômenos Elétricos e Magnéticos –

5.2 Campo elétrico e potencial elétrico.

5.5 Relações entre grandezas elétricas: tensão, corrente, potência e energia. Circuitos elétricos simples. Correntes contínua e alternada. Medidores elétricos. Representação gráfica de circuitos. Símbolos convencionais.

INTRODUÇÃO

Os resistores são encontrados em diversos aparelhos eletrônicos como, por exemplo, televisores, rádios e amplificadores.

Um resistor pode ser definido como sendo um dispositivo eletrônico que tem duas funções básicas: ora transforma energia elétrica em energia térmica (efeito joule), ora limita a quantidade de corrente elétrica em um circuito, ou seja, oferece resistência à passagem de elétrons.

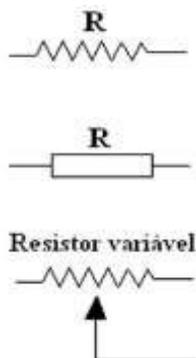


Os resistores são fabricados basicamente de carbono, podendo apresentar resistência fixa ou variável. Quando os resistores apresentam resistência variável passam a ser chamados de potenciômetros ou reostatos.

São resistores de resistência variável. Lâmpadas que possuem seu brilho variável e os botões de volume dos aparelhos de som são exemplos de aplicações de reostatos. **Nesses equipamentos a resistência do resistor é alterada de modo a modificar o valor da corrente elétrica, aumentando ou diminuindo o brilho de uma lâmpada e o volume de um aparelho de som.**

Mas o que é Potenciômetro ?

Encontramos resistores mais comumente nos chuveiros elétricos, nos filamentos das lâmpadas incandescentes, em aparelhos eletrônicos, etc. Basicamente os resistores são representados da seguinte maneira:



Código de cores

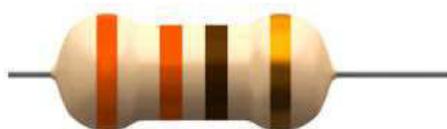
Os resistores que compõem circuitos elétricos geralmente possuem quatro faixas coloridas, a função das cores é determinar o valor da resistência do resistor sem a necessidade de aparelhos de medida.

As duas primeiras faixas de cores representam os dois primeiros algarismos do valor da resistência. A terceira faixa indica o número de zeros que compõem o valor da resistência. A quarta faixa representa a tolerância ou incerteza da medida do valor do resistor. Sendo dourada, a incerteza será de 5%, a prateada mostra que o resistor possui incerteza de 10%. Caso não exista a quarta faixa, a incerteza no valor da resistência do resistor será de 20%.

A tabela abaixo indica o valor associado a cada possível cor das faixas de um resistor.

| COR | VALOR |
|---------------------|------------|
| Preto | 0 |
| Marrom | 1 |
| Vermelho | 2 |
| Laranja | 3 |
| Amarelo | 4 |
| Verde | 5 |
| Azul | 6 |
| Violeta | 7 |
| Cinza | 8 |
| Branco | 9 |
| COR DA QUARTA FAIXA | TOLERÂNCIA |
| Dourada | 5% |
| Prata | 10% |
| Inexistente | 20% |

A partir do **código de cores**, a resistência do resistor abaixo poderá ser determinada.



1ª cor: Laranja – Primeiro algarismo = 3

2ª cor: Laranja – Segundo algarismo = 3

3ª cor: Marrom – Número de zeros ou valor do expoente da potência de base 10 = 1

4ª cor: Dourada – Tolerância de 5 %

Valor da resistência: $330 \pm 5\% \Omega$. O valor da resistência pode variar de $313,5 \Omega$ até $346,5 \Omega$.

Material a ser usado

2 multímetro a cada 6 alunos;
 1 fonte de alimentação de no máximo 12V;
 Resistores de valores variados;
 Base para ligar os resistores;

AVISO

Instruções para a utilização do material

O material é dividido em níveis de dificuldade; só faça o próximo nível se o nível anterior foi totalmente terminado, corrigido e discutido com os demais colegas da sala.

Use as bases de madeira com os respectivos conectores para armar possíveis associações de resistores e ligá-las a fonte para medir as tensões e correntes elétricas.



Faça o que se pede abaixo usando quando necessário o multímetro.

Nível 1 (09 escores)

01) Escolha 3 resistores de cores diferentes e através da tabela descubra sua resistência elétrica. (06 escores)

- a) Resistor1 (Cores: _____, _____, _____, _____) : _____ Ω
 b) Resistor2 (Cores: _____, _____, _____, _____) : _____ Ω
 c) Resistor3 (Cores: _____, _____, _____, _____) : _____ Ω

02) Utilizando o multímetro, verifique se as resistências elétricas nominais correspondem as medidas pelo multímetro: (03 escores)

- a) Resistor 1 - Nominal: _____ Ω , Real: _____ Ω
 b) Resistor 2 - Nominal: _____ Ω , Real: _____ Ω
 c) Resistor 3 - Nominal: _____ Ω , Real: _____ Ω

Agora, vamos ver para que o resistor foi inventado. Acompanhe o passo a passo.

Experimento 1

- Monte a fonte variável e ligue a um dos resistores que você usou no nível 1
- Agora ligue em paralelo um dos multímetros a fonte variável e o outro multímetro ligue em serie com os resistor.
- Ligue a fonte e coloque a fonte em três voltagem 6V, 9V e 12V e anote os valores da corrente elétrica para cada voltagem.
 - 6V - _____ A
 - 9V - _____ A
 - 12V - _____ A
- Agora com os valores das correntes multiplique-as pelo valor da resistência que você utilizou.

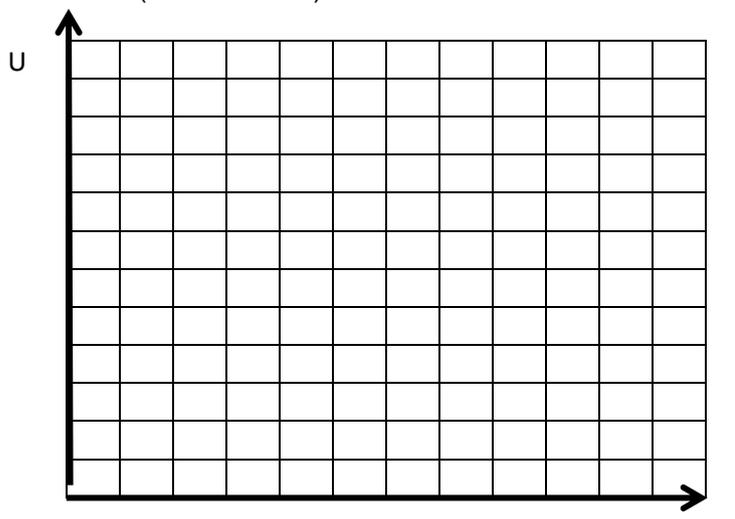
Nível 2 (27 escores)

- 03) Os valores que você encontrou na multiplicação são próximos aos valores da voltagem? _____ (01 escores)
- 04) Se a Voltagem é simbolizada por U, a resistência elétrica por R e corrente por i, qual seria a equação que poderia envolver os três símbolos? (dica veja a multiplicação que fez e a pergunta anterior) (03 escores)

- 05) Repita o experimento 1 mas substitua a resistor por um valor mais alto ou mais baixo e veja os valores obtidos. E anote. (03 escores)

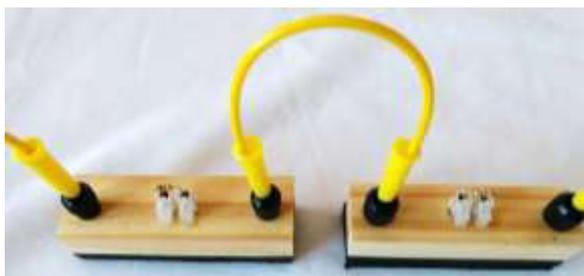
| $U(V)$ | $I(\text{___}A)$ |
|--------|------------------|
| 6 | |
| 9 | |
| 12 | |

- 06) Faça um gráfico U x i começando do ponto (0,0) e passando pelos pontos registrados acima. (04 escores)



07) Podemos dizer que esse gráfico ficou tendendo a uma linha reta?(02 escores)

Monte as duas resistências de forma que fique uma depois a outra e repita a experiência 1



08) Agora as duas resistências estão juntas, veja os valores obtidos. E anote.(03 escores)

| $U(V)$ | $I(\text{___}A)$ |
|--------|------------------|
| 6 | |
| 9 | |
| 12 | |

09) As correntes ficaram maiores ou menores? Podemos dizer que as duas juntas aumentaram ou diminuiram a resistência do circuito?(02 escores)

10) Determine pela equação qual o valor dessa resistência elétrica. (02 escores)

Monte as duas resistências de forma que fique uma do lado da outra e repita a experiência 1



11) Agora as duas resistências estão juntas de outra forma, veja os valores obtidos. E anote. (03 scores)

| $U(V)$ | $I(\text{A})$ |
|--------|---------------|
| 6 | |
| 9 | |
| 12 | |

12) As correntes ficaram maiores ou menores? Podemos dizer que as duas juntas aumentaram ou diminuiram a resistência do circuito? (02 scores)

13) Determine pela equação qual o valor dessa resistência elétrica. (02 scores)

Nível 3 (08 scores)

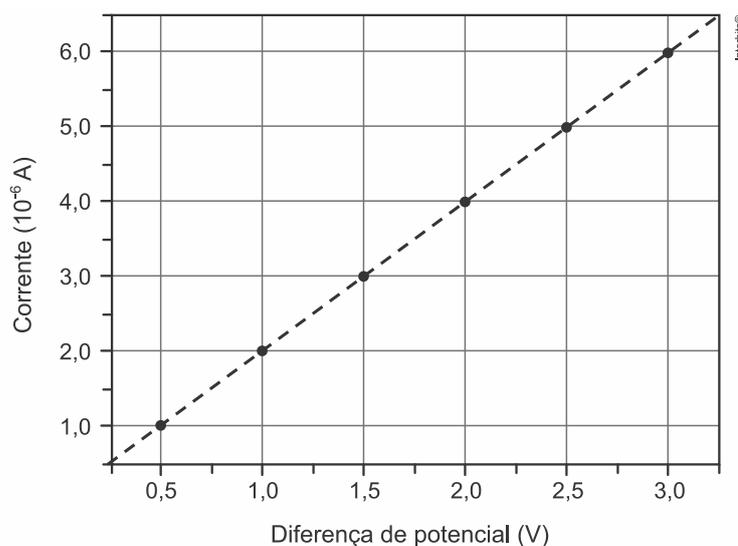
14) Se colocarmos as três resistências agora uma atrás da outra será que a resistência irá aumentar ou diminuir? (02 scores)

15) E se colocarmos as três uma do lado da outra o que ocorrerá com a resistência do circuito? (02 scores)

- 16) Observe e elabore uma regra para esse dois tipos de montagem ou melhor esse diga qual o tipo de associação diminui ou aumenta a resistência elétrica. (04 scores)

Nível 4 (02 scores)

- 17) (Enem 2017) Dispositivos eletrônicos que utilizam materiais de baixo custo, como polímeros semicondutores, têm sido desenvolvidos para monitorar a concentração de amônia (gás tóxico e incolor) em granjas avícolas. A polianilina é um polímero semicondutor que tem o valor de sua resistência elétrica nominal quadruplicado quando exposta a altas concentrações de amônia. Na ausência de amônia, a polianilina se comporta como um resistor ôhmico e a sua resposta elétrica é mostrada no gráfico.



O valor da resistência elétrica da polianilina na presença de altas concentrações de amônia, em ohm, é igual a

- a) $0,5 \times 10^0$.
- b) $0,2 \times 10^0$.
- c) $2,5 \times 10^5$.
- d) $5,0 \times 10^5$.
- e) $2,0 \times 10^6$.

18)(Enem 2017) Em algumas residências, cercas eletrificadas são utilizadas com o objetivo de afastar possíveis invasores. Uma cerca eletrificada funciona com uma diferença de potencial elétrico de aproximadamente 10.000 V. Para que não seja letal, a corrente que pode ser transmitida através de uma pessoa não deve ser maior do que 0,01 A. Já a resistência elétrica corporal entre as mãos e os pés de uma pessoa é da ordem de 1.000 Ω .

Para que a corrente não seja letal a uma pessoa que toca a cerca eletrificada, o gerador de tensão deve possuir uma resistência interna que, em relação à do corpo humano, é

- a) praticamente nula.
- b) aproximadamente igual.
- c) milhares de vezes maior.
- d) da ordem de 10 vezes maior.
- e) da ordem de 10 vezes menor.

Aula 04 - Associação de Resistores

QUESTÃO PRÉVIA

“Já observou quantos resistores existem em uma placa de circuito, será que todos estão ligados e qual a função deles para o circuito?”(02 escores)

Resposta

OBJETIVOS

Utilizar um aplicativo de celular para estudar ondulatória e desenvolver no aluno a:

- **Habilidade 05(ENEM) – dimensionar circuito ou dispositivos elétricos de uso cotidiano**

E as habilidades específicas de física

5.0 Fenômenos Elétricos e Magnéticos –

5.2 Campo elétrico e potencial elétrico.

5.5 Relações entre grandezas elétricas: tensão, corrente, potência e energia. Circuitos elétricos simples. Correntes contínua e alternada. Medidores elétricos. Representação gráfica de circuitos. Símbolos convencionais.

INTRODUÇÃO

Os resistores já sabemos que tem sua função de resistir a passagem de corrente elétrica, mas como montar um circuito com vários resistores e qual a melhor forma de ligá-los?

Na aula anterior, você viu que quando colocamos os resistores montados diferentes a resistência final do circuito muda mesmo usando os mesmos resistores.

Para atender melhor temos que entender o que acontece com a corrente elétrica.

O que é corrente elétrica?

A corrente elétrica é denominada como movimento ordenado dos elétrons. Ela surge através de uma diferença de potencial entre dois pontos, pois através dessa diferença os elétrons fluirão de um ponto para outro através de um condutor.

Devemos saber que a corrente elétrica se comporta de formas distintas nos circuitos, sendo que no circuito em **série** o valor dela sempre será o mesmo em todos os pontos, já em um circuito em **paralelo** a corrente elétrica irá se dividir de maneira inversamente proporcional ao valor de cada resistência, ou seja, quanto maior a resistência menor será a corrente elétrica.

Tipos de circuitos

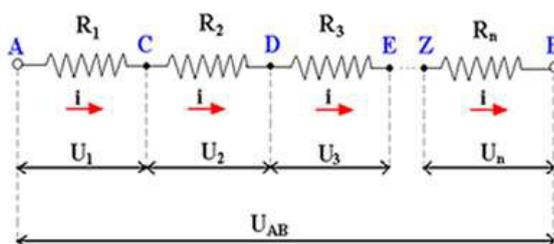
- **Série** – um circuito em série é aquele em que a corrente só tem caminho a percorrer no circuito todo
- **Paralelo** – um circuito em paralelo é aquele em que a corrente tem mais de um caminho a percorrer no circuito.
- **Misto** – Um circuito misto é aquele que tem certos momentos que o circuito só tem um caminho a percorrer em outros momentos tem mais de um caminho, ou melhor tem trechos em série e trechos em paralelo.

Precisamos entender que um circuito pode ser montado de várias formas e quando colocamos os resistores dentro do circuito eles podem então associarem em **Série** ou em **Paralelo**. E quando associamos os resistores em **Série** a corrente que passa por todos eles é igual assim a resistência final fica cada vez maior, mas se possibilitamos vários caminhos a corrente, ela se divide criando maiores possibilidades para a corrente passar. Logo associar os resistores em **Paralelo** diminui a resistência final.

Associação de resistores em Série

Em uma associação em série, dois ou mais dispositivos são ligados de forma que a corrente elétrica tenha um único caminho a seguir. Abaixo veremos algumas propriedades da associação de resistores em série.

Mas, primeiramente, vamos considerar uma associação em série de n resistores com resistências elétricas $R_1, R_2, R_3 \dots R_n$, cujos terminais A e B estão submetidos à ddp U_{AB} , conforme mostra a ilustração abaixo. Seja i a intensidade de corrente elétrica que atravessa cada resistor da associação.



Associação em série de n resistores com resistências elétricas $R_1, R_2, R_3 \dots R_n$.

Veja as seguintes propriedades:

1 – Todos os resistores contidos no circuito serão percorridos pela mesma corrente elétrica. Isso acontece pelo fato de a corrente elétrica dispor somente de um caminho para fluir através do circuito. Sendo assim, para a corrente elétrica da associação em série, temos:

$$i_1 = i_2 = i_3 = \dots = i_n = i$$

2 – A diferença de potencial nos terminais da associação em série é igual à soma das diferenças de potencial medidas entre os terminais de cada um dos resistores associados, isto é, a ddp total aplicada através de um circuito em série divide-se entre os dispositivos elétricos individuais, de modo que a soma das quedas de tensão nos resistores individuais é igual à ddp total mantida pela fonte.

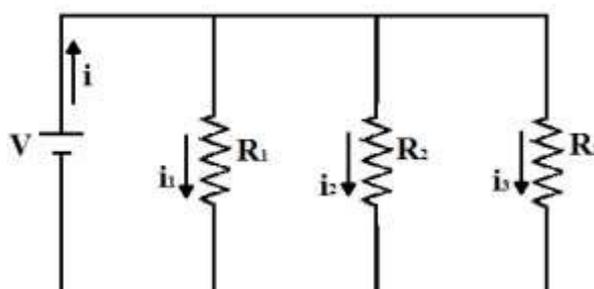
$$U_{AB} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

3 – A corrente elétrica que atravessa o circuito enfrenta a resistência do primeiro dispositivo resistivo, a resistência do segundo, a do terceiro, e assim por diante, de modo que a resistência total do circuito à corrente é a soma das resistências individuais que existem ao longo do circuito. Assim, podemos dizer que a resistência equivalente a uma associação em série de resistores é igual à soma das resistências dos resistores associados.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Associação de resistores em Série

Quando ela é feita em paralelo, pode ser representada da seguinte forma:



Representação da associação de resistores em paralelo

Observe que os resistores R_1 , R_2 e R_3 são alimentados pela mesma fonte de tensão V .

$$V = V_1 = V_2 = V_3$$

Isso faz com que eles fiquem sujeitos à mesma diferença de potencial (ddp), mas são percorridos por correntes elétricas diferentes, que são proporcionais ao valor de cada um. Consideremos então que a corrente elétrica que atravessa os resistores tenha as respectivas intensidades: i_1 , i_2 e i_3 . Dessa forma, a intensidade i da corrente elétrica fornecida pela fonte é dada por:

$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

A ddp em cada resistor é a mesma e pode ser obtida através da lei de Ohm:

$$V = R_1 \times i_1 \rightarrow i_1 = V/R_1$$

$$V = R_2 \times i_2 \rightarrow i_2 = V/R_2$$

$$V = R_3 \times i_3 \rightarrow i_3 = V/R_3$$

Com a associação de resistores, obtemos uma resistência equivalente R_{eq} que depende da corrente elétrica e da tensão fornecida pela fonte. Essa resistência também é obtida pela lei de Ohm:

$$V = R_{eq} \times i \rightarrow i = V/R_{eq}$$

Até agora a corrente elétrica de cada um dos resistores foi obtida em função da corrente elétrica e da tensão fornecida pela fonte. Substituindo esses valores na equação anterior, podemos encontrar a relação entre as três resistências:

$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

$$\frac{V}{R_{eq}} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

Simplificando V , temos:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Essa expressão é válida para qualquer que seja a quantidade de resistores associados em paralelo. Sendo assim, ela pode ser enunciada da seguinte forma:

“A resistência equivalente R_{eq} de um circuito que contém os resistores $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$, ligados em paralelo a uma fonte de tensão, é dada pela fórmula:

$$\frac{V}{R_{eq}} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \dots + \frac{V}{R_n}$$

ou seja, o inverso da resistência equivalente do circuito é igual à soma dos inversos das resistências dos resistores ligados em paralelo.”

Material a ser usado

2 multímetros;
 1 fonte de alimentação;
 Lâmpadas incandescente ;
 LEDs;
 Resistores (3Ω, 4Ω, 5Ω, 100Ω, 500Ω, 1KΩ);
 Base com Potenciômetros;
 Base de encaixe de resistores;
 Fios com conectores;
 2 interruptores;

AVISO

Instruções para a utilização do material

O material é dividido em níveis de dificuldade; só faça o próximo nível se o nível anterior foi totalmente terminado, corrigido e discutido com os demais colegas da

Nível 1 (09 scores)

01) Utilizando o Multímetro encontre 3 resistores de 3Ω. Agora monte eles em série e em paralelo e meça com o multímetro o valor da resistência do circuito. (02 scores)

Resistência em série : _____Ω , Resistência em Paralelo: _____Ω

02) Agora calcule quanto seria a resistência equivalente em série e paralelo dos mesmos resistores de 3Ω. (06 scores)

03) Podemos concluir que os valores calculados e medido são iguais? _____ (01 scores)

Agora vamos ver montar um circuito

Experimento 1

- Monte a fonte variável e ligue-a a um dos resistores 3Ω
- Agora ligue em paralelo um dos multímetros a fonte variável e o outro multímetro ligue em série com o resistor.
- Ligue a fonte e coloque a fonte em três voltagem 6V, 9V e 12V e anote os valores da corrente elétrica para cada voltagem.
 - 6V - _____ A
 - 9V - _____ A
 - 12V - _____ A
- Repita o experimento com associação dos três resistores em série e em paralelo. E anote as correntes

Série

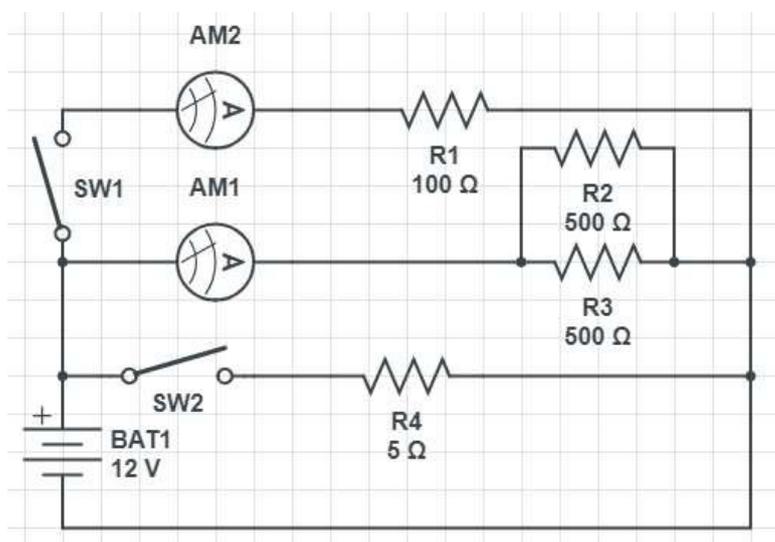
- 6V - _____ A
- 9V - _____ A
- 12V - _____ A

Paralelo

- 6V - _____ A
- 9V - _____ A
- 12V - _____ A

Nível 2 (21 scores)

- 04) Podemos verificar que quando associamos em série a resistência fica maior ou menor? _____ (01 scores)
- 05) Podemos verificar que quando associamos em paralelo a resistência fica maior ou menor? _____ (01 scores)
- 06) Em qual dos circuitos teríamos a maior corrente elétrica? _____ (01 scores)
- 07) Monte o circuito como demonstrado abaixo.



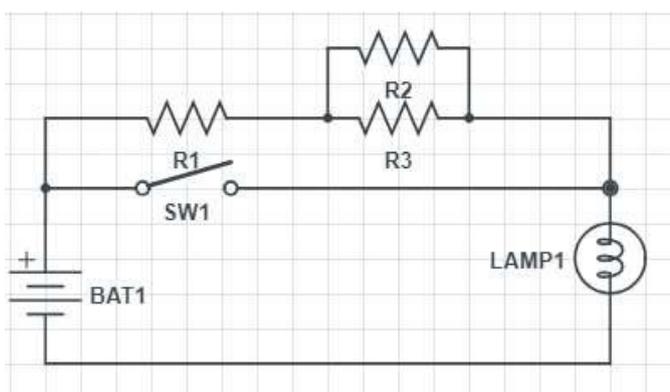
08) Quando se liga a fonte explique por que as correntes não são iguais. E quanto é a corrente total do circuito? (06 escores)

09) Coloque o Potenciômetro associado em serie com o resistor de 100Ω . E ligue a fonte variável, depois gire o potenciômetro até que as correntes elétricas fiquem praticamente iguais e calcule a resistem do potenciômetro neste instante. (06 escores)

10) Quando ligamos a chave qual o valor marcado pelos amperímetros? Por que isso ocorreu? A corrente do circuito aumentou? Justifique (06 escores)

Nível 3 (08 escores)

11) Observe o circuito abaixo:



- 12) Qual seria a os valores de R1, R2 e R3 para que a lâmpada tenha o maior brilho possível (com a chave aberta) . (06 escores).

- 13) Monte o circuito com o amperímetro e anote o valor da corrente elétrica do circuito (com a chave aberta) (04 escores)

- 14) Por que quando fechamos a chave o brilho da lâmpada se altera? A corrente aumentou ou diminuiu ? (02 escores)

- 15) Qual seria a os valores de R1, R2 e R3 para que a lâmpada tenha o menor brilho possível (com a chave aberta) . (06 escores).

- 16) Monte o circuito com o amperímetro e anote o valor da corrente elétrica do circuito (com a chave aberta) (04 escores)

- 17) Por que quando fechamos o brilho da lâmpada se altera? A corrente aumentou ou diminuiu ? 02 escores)

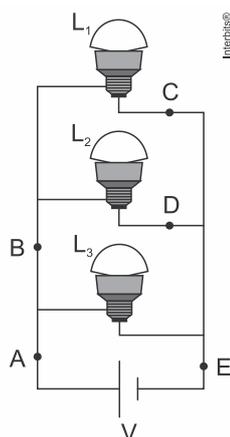
Nível 4 (05 scores)

18)(Enem PPL 2017) Uma lâmpada é conectada a duas pilhas de tensão nominal 1,5 V, ligadas em série. Um voltímetro, utilizado para medir a diferença de potencial na lâmpada, fornece uma leitura de 2,78 V e um amperímetro indica que a corrente no circuito é de 94,2 mA.

O valor da resistência interna das pilhas é mais próximo de

- a) 0,021 Ω .
- b) 0,22 Ω .
- c) 0,26 Ω .
- d) 2,3 Ω .
- e) 29 Ω .

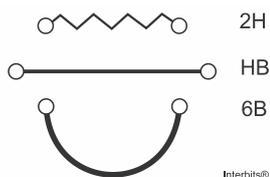
19)(Enem 2016) Três lâmpadas idênticas foram ligadas no circuito esquematizado. A bateria apresenta resistência interna desprezível, e os fios possuem resistência nula. Um técnico fez uma análise do circuito para prever a corrente elétrica nos pontos: A, B, C, D e E; e rotulou essas correntes de I_A , I_B , I_C , I_D e I_E , respectivamente.



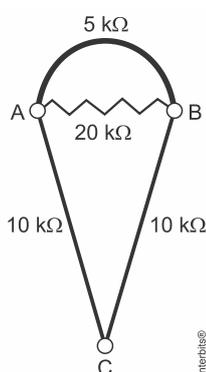
O técnico concluiu que as correntes que apresentam o mesmo valor são

- a) $I_A = I_E$ e $I_C = I_D$.
- b) $I_A = I_B = I_E$ e $I_C = I_D$.
- c) $I_A = I_B$, apenas.
- d) $I_A = I_B = I_E$, apenas.
- e) $I_C = I_B$, apenas.

20)(Enem 2016) Por apresentar significativa resistividade elétrica, o grafite pode ser utilizado para simular resistores elétricos em circuitos desenhados no papel, com o uso de lápis e lapiseiras. Dependendo da espessura e do comprimento das linhas desenhadas, é possível determinar a resistência elétrica de cada traçado produzido. No esquema foram utilizados três tipos de lápis diferentes (2H, HB e 6B) para efetuar três traçados distintos.

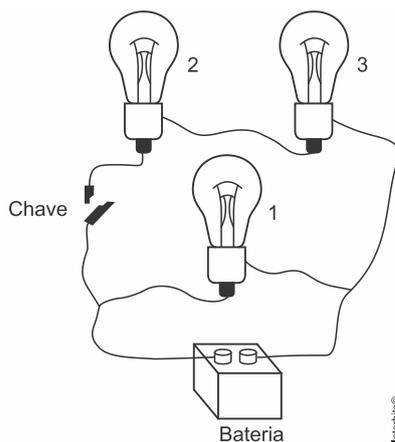


Munida dessas informações, um estudante pegou uma folha de papel e fez o desenho de um sorvete de casquinha utilizando-se desses traçados. Os valores encontrados nesse experimento, para as resistências elétricas (R), medidas com o auxílio de um ohmímetro ligado nas extremidades das resistências, são mostrados na figura. Verificou-se que os resistores obedeciam a Lei de Ohm.



Na sequência, conectou o ohmímetro nos terminais A e B do desenho e, em seguida, conectou-o nos terminais B e C, anotando as leituras R_{AB} e R_{BC} , respectivamente. Ao estabelecer a razão $\frac{R_{AB}}{R_{BC}}$ qual resultado o estudante obteve?

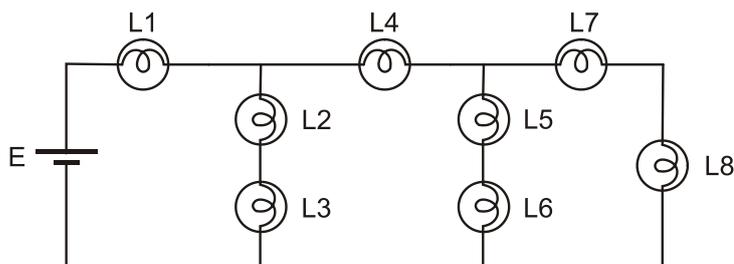
- a) 1
 - b) $\frac{4}{7}$
 - c) $\frac{10}{27}$
 - d) $\frac{14}{81}$
 - e) $\frac{4}{81}$
- 21)(Enem PPL 2015) Um eletricista projeta um circuito com três lâmpadas incandescentes idênticas, conectadas conforme a figura. Deseja-se que uma delas fique sempre acesa, por isso é ligada diretamente aos polos da bateria, entre os quais se mantém uma tensão constante. As outras duas lâmpadas são conectadas em um fio separado que contém uma chave. Com a chave aberta (desligada), a bateria fornece uma potência X.



Assumindo que as lâmpadas obedecem à Lei de Ohm, com a chave fechada, a potência fornecida pela bateria, em função de X , é:

- a) $\frac{2}{3}X$.
- b) X .
- c) $\frac{3}{2}X$.
- d) $2X$.
- e) $3X$.

22)(Enem 2009) Considere a seguinte situação hipotética: ao preparar o palco para a apresentação de uma peça de teatro, o iluminador deveria colocar três atores sob luzes que tinham igual brilho e os demais, sob luzes de menor brilho. O iluminador determinou, então, aos técnicos, que instalassem no palco oito lâmpadas incandescentes com a mesma especificação (L1 a L8), interligadas em um circuito com uma bateria, conforme mostra a figura.



Nessa situação, quais são as três lâmpadas que acendem com o mesmo brilho por apresentarem igual valor de corrente fluindo nelas, sob as quais devem se posicionar os três atores?

- a) L1, L2 e L3.
- b) L2, L3 e L4.
- c) L2, L5 e L7.
- d) L4, L5 e L6.
- e) L4, L7 e L8.