

**Instituto de Física  
UFRJ**



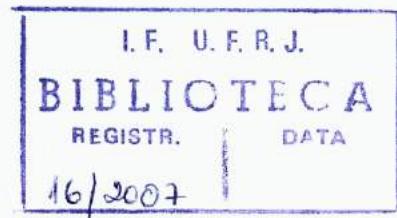
Projeto de Instrumentação de Final de Curso

**Aprendendo com Circuitos Elétricos de Forma Divertida**

Aluno: Leandro Fabrício Ribeiro

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Wilma Machado Soares Santos

Junho 2007



## Agradecimentos

Aos meus pais que sempre me estenderam a mão quando eu precisei.

Aos meus amigos, Gabriel e José, que enfrentaram essa jornada junto comigo vencendo obstáculos e barreiras.

Aos meus amigos, Guilherme, Cristiano, Tarcio, Rudy e Arnaldo, que enfrentaram junto comigo a adolescência, as brigas, o vestibular, a faculdade e sempre presentes em todos os momentos da minha vida.

À prof. Wilma Machado Soares Santos, pela paciência, incentivo e competência em me orientar nesse trabalho.

Ao meu irmão, que apesar de não estar mais conosco fisicamente sempre esteve ao meu lado e pela certeza da sua imensa alegria com a minha conquista.

Finalmente, pelo orgulho pessoal e único de ter feito meu curso de Licenciatura em Física, junto a renomados professores, nesta grande instituição, referência nacional de ensino, que é a Universidade Federal do Rio de Janeiro.

## Resumo

Nesse trabalho apresentamos uma proposta para que o aluno possa relacionar aquilo que observou em sala de aula com sua vida cotidiana.

Apenas falar e desenhar circuitos elétricos no caderno pode fazer com que o aluno aprenda de forma mecânica e sem sentido esse tema tão usado no seu dia-a-dia. Elaboramos um cronograma onde o aluno passa por etapas: exposição e desenvolvimento de circuitos simples, utilizando uma pequena bancada contendo montagens elétricas e usando os próprios alunos de mãos dadas como "círculo humano", apresentação do conteúdo até finalmente a construção de maquetes onde o foco é a elaboração de circuitos elétricos que possam iluminar e colocar em funcionamento ou lâmpadas ou mesmo uma máquina, caso o aluno queira colocar um pequeno motor elétrico, como um ventilador para girar um carrossel. Essa maquete fica a critério da criatividade do grupo o que torna um trabalho interessante, já que temos as mais diversas construções como pequenas cidades, aeroportos, boates, parque de diversões etc.

Deixando o aluno com liberdade de criar e construir seu circuito ele consegue colocar em prática aquilo que aprendeu na aula expositiva do professor facilitando a fixação do conteúdo.

Em seguida apresentamos de maneira formal o conteúdo e como sistema de avaliação, propomos aos alunos questões referentes ao assunto, retiradas de diversos vestibulares do Brasil.

## Índice

Capítulo 1 – Introdução	1
Capítulo 2 – Metodologia e Materiais	4
2.1 – Metodologia	4
2.2 – Materiais	6
Capítulo 3 – Parte Experimental	7
3.1 – Circuito Humano	7
3.2 – Circuitos em Série – Circuitos em Paralelo	9
3.3 – Chaves e Interruptor	12
3.4 – Funcionamento de fusíveis	13
Capítulo 4 – Parte Teórica	16
4.1 – Corrente Elétrica	16
4.2 – Corrente Convencional	17
4.3 – Corrente Contínua e Alternada	18
4.4 – Intensidade da Corrente Elétrica	19
4.5 – Voltagem	20
4.6 – Resistência elétrica	21
4.7 – Resistores	23
4.8 – Característica de um Resistor ôhmico	24
4.9 – Efeito Joule	24
4.10 – Resistividade	25
4.11 – Circuitos elétricos	26

4.11.1 – Circuito em série	26
4.11.2 – Circuito em paralelo	27
4.11.3 – Circuito misto	28
4.12 – Potência elétrica	29
4.13 – Energia elétrica	29
Capítulo 5 – Avaliação	30
5.1 – Maquetes	30
5.2 – Questões de vestibular	40
Capítulo 6 – Conclusão	55

## Capítulo 1

### INTRODUÇÃO

A eletricidade está presente em nosso dia-a-dia de forma usual e extremamente necessária. Usamos e abusamos dela e na maioria das vezes sem saber como funciona e onde se encontram seus benefícios e malefícios. Muitas pessoas acreditam que a eletricidade é uma invenção do homem como a roda ou o automóvel, mas sabemos que ela é um fenômeno natural e nós aprendemos a usá-la ao nosso favor.

O aluno, assim como qualquer outra pessoa leiga no assunto, usa eletricidade no seu computador, na sua televisão, no seu vídeo game, mas em algum momento será que ele se pergunta "o que sai da tomada para esses aparelhos funcionarem?". Esse aprendiz e essas pessoas, ao mesmo tempo em que são beneficiados com os avanços tecnológicos, perderam seu senso crítico e sua curiosidade de saber como aquilo surgiu ou como é possível. Se colocarmos "o saber" representado por uma escada, notaremos que um aluno está mais preocupado em usar alguma coisa funciona, ou seja, no topo da escada, do que entender como funciona. Portanto, encontramos um conflito nas nossas salas de aula onde temos um aluno mais exigente com o mundo em sua volta e mais obsoleto com a base de aprendizado. Esse aluno hoje deixou de ser um mero espectador e a escola deixou de ser um lugar atrativo para eles, por isso somos levados a pensar que a educação está em crise, que o ensino não acontece mais como no passado. Nesse passado priorizava-se o conhecimento de teorias e técnicas e apenas isso não é mais suficiente para um professor competir com Internet e vídeo games.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN [1], fazem menção ao fato que, no passado, o ensino privilegiava “o desenvolvimento do raciocínio de forma isolada, adiando a compreensão mais profunda para outros níveis de ensino”.

Os tempos mudaram, tendências pedagógicas têm surgido e novas tecnologias têm contribuído para o avanço científico. O surgimento de novas tecnologias produziu um volume de informações que modificou a maneira de ver a educação. Acumular conhecimento não é mais o bastante, é necessário saber utilizá-lo. Porém a escola permanece com as mesmas teorias e fórmulas são jogadas aos alunos para que estes aprendam de forma mecânica.

*“As reflexões e experiências ao longo dos últimos trinta anos foram intensas e extremamente relevantes (...), pois de modo geral indicam que é preciso romper com práticas inflexíveis” (PCN, 1999) [1]*

Os pais foram acostumados a esperar que a escola ensinasse, porém, essa relação tem sido conflituosa. A escola deixou de ser o único veículo de informação. Pior, ela passou a ser, dentre todos os meios de informação, o menos atraente. O computador, a televisão e o DVD entraram na escola, mas pouco ou quase nada mudou dentro dela.

*“A presença de aparato tecnológico na sala de aula não garante mudanças na forma de ensinar e aprender, (...) a aparente modernidade pode*

*mascarar um ensino tradicional baseado na recepção e na memorização de informações." (PCN, 1999) [1]*

No Ensino Médio o foco está na interdisciplinaridade e contextualização entre as disciplinas inclusas na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. A construção e a compreensão de conceitos físicos não estão dissociadas das demais áreas de conhecimento. Muitas dificuldades que surgem no aprendizado da física têm origem nas deficiências que os alunos apresentam no desenvolvimento do raciocínio lógico, na capacidade de abstrair, ou seja, o aprendizado não é significativo e sim mecânico, onde o aluno estuda para fazer uma prova e logo em seguida esquece o que decorou.

Conhecer as causas das dificuldades apresentadas pelos alunos do Ensino Médio e refletir sobre elas pode contribuir para que o aprendizado aconteça de maneira prazerosa e eficiente, fazendo com que o aluno aprenda significativamente. Neste aspecto, os PCNs [1] trazem grande contribuição para o processo educativo quando propõem a interdisciplinaridade e a utilização de experimentos juntamente com o aprendizado do conteúdo. Quando as disciplinas são trabalhadas de forma desarticulada, o aluno restringe o que aprendeu, sem perceber que a ciência é única e totalmente dependente em seus ramos de estudo.

No capítulo 2 estaremos mostrando a metodologia usada e o experimento usado para motivar os alunos. No capítulo 3 elaboramos algumas experiências que nos ajudam a mostrar o conteúdo abordado. No quarto capítulo mostramos toda teoria abordada em nosso trabalho. E para finalizar o trabalho elaboramos uma avaliação diferenciada que será mostrada no quinto capítulo.

quadro não permite que os alunos vivenciem os fenômenos abordados na física. Portanto, pensando nisso montamos uma pequena brincadeira, uma aula experimental e um trabalho para que os alunos literalmente coloquem a “mão na massa”. Nossa objetivo foi de despertar a curiosidade do aluno no assunto abordado. Essa estratégia permite que o professor possa mostrar na prática o funcionamento de circuitos e seus componentes e buscar a criatividade dos alunos em montar maquetes, que possam ser desde uma pequena cidade até um simples pisca-pisca.

I – Para despertar o interesse no início da apresentação da matéria fazemos uma pequena brincadeira com os alunos. Esta brincadeira chamamos de: “Círculo Humano”, onde colocamos em média quinze alunos de mãos dadas e aplicamos uma diferença de potencial nos alunos que se encontram nas extremidades fazendo um grande circuito em série, nosso único objetivo com essa brincadeira é despertar a curiosidade do aluno sobre o conteúdo.

II – Logo em seguida abordados os conceitos de circuitos em série e paralelo e seus fenômenos, mostramos uma pequena bancada montada previamente pelo professor. Essa bancada consiste em um circuito elétrico em série, um circuito em paralelo e uma demonstração do funcionamento de um fusível.

III – A terceira parte consiste em pedir para os alunos que montem uma maquete, com tema livre, mas o foco do trabalho é a elaboração de um circuito elétrico misto, visando solidificar os conceitos vistos em aula e estimular a criatividade.

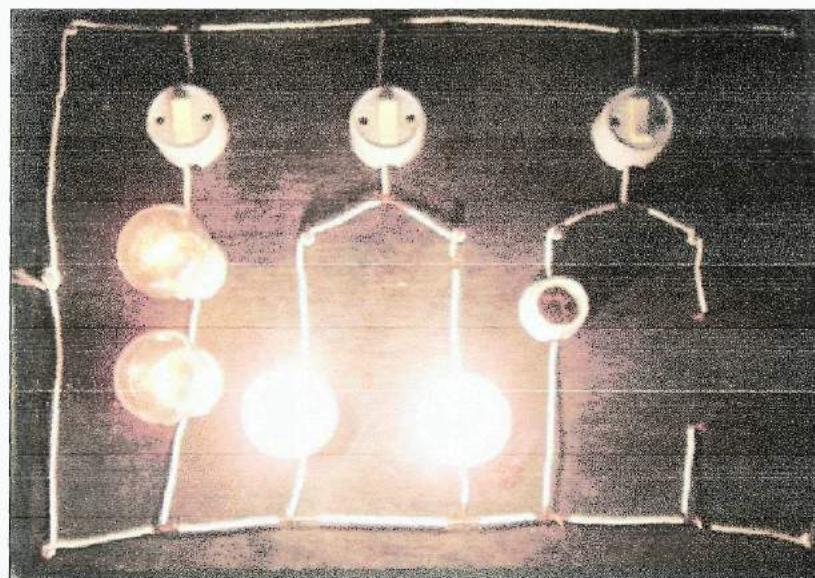
Esse trabalho é norteado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais [1] estimulando o interesse e a participação do aluno, um instrumento prático para a compreensão do mundo.

## 2.2 - MATERIAIS

Foi montado um pequeno kit de demonstração utilizando materiais de baixo custo.

### Material Utilizado:

- Tábua de madeira com as dimensões: 70cm X 50 cm (em média);
- Fio rígido;
- Pregos;
- Três Interruptores;
- Quatro Lâmpadas com a potência desejada;
- Quatro suportes para lâmpadas;
- Palha de aço;

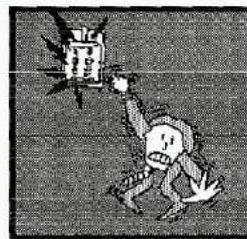


**Figura 1 – Foto da bancada com circuitos em série e em paralelo.**

## Capítulo 3

### PARTE EXPERIMENTAL

#### 3.1 - Circuito Humano



**Figura 2 – O choque**

Essa brincadeira tem como objetivo despertar o interesse e a atenção do aluno no assunto abordado. A princípio, não é preciso que o aluno tenha conhecimento específico de circuito e sim, a partir dessa brincadeira ele deve tirar suas conclusões sobre o que está acontecendo.

Colocamos quinze alunos de mãos dadas, todos eles estavam devidamente calçados e longe da parede, para que ficasse isolados. Formamos um círculo aberto, onde os dois alunos das duas pontas foram submetidos a uma diferença de potencial de 127 volts em média, por fração de segundos. O professor ficou atento para que o choque fosse muito rápido, para que nenhum aluno saísse machucado. Após o choque a euforia foi geral, onde todos queriam repetir a brincadeira, alguns ainda com receio e outros empolgados com a sensação de formigamento em suas mãos. Perguntamos para os alunos o que aconteceu e o que eles sentiram. Depois abrimos um debate sobre como o choque se propaga e a partir desse ponto entramos no conceito de corrente elétrica, resistores e circuitos.

Depois de exposto o conteúdo, que consiste na movimentação de cargas elétricas (corrente elétrica), pedimos para os alunos calculassem essa corrente

que passou pelos seus corpos através da primeira Lei de Ohm ( $U = R_{eq} i$ ). Para fazermos esse cálculo sugerimos que usassem como resistência do corpo humano  $100\text{ k}\Omega$  (esse valor para resistência foi retirado do livro adotado para essa turma - MÁXIMO, A. e ALVARENGA, B. *Física de olho no mundo do trabalho*, volume único. Editora Scipione) [2]



**Figura 3 – Foto da turma na primeira aula de circuitos elétricos, o círculo formado foi logo após a brincadeira do choque.**

- Usando como ddp o valor 127 V, temos:

$$U = R_{eq} i \quad (1)$$

Onde  $R_{eq}$  é determinado pela resistência de  $100\text{ k}\Omega$  vezes o número de alunos de mãos dadas:

$$R_{eq} = 100.000 \times 15 = 1.500.000\Omega$$

Entao:

$$127 = 1.500.000 i$$

$$i = 84 \mu A$$

Pela tabela abaixo podemos concluir que a corrente a atravessa os alunos não causa nenhum problema.

	Corrente elétrica	Dano biológico
I	Até 10 mA	Dor e contração muscular
II	De 10 mA até 20 mA	Aumento das contrações musculares
III	De 20 mA até 100 mA	Parada respiratória
IV	De 100 mA até 3 A	Fibrilação ventricular que pode ser fatal
V	Acima de 3 A	Parada cardíaca, queimaduras graves

DURAN, J.E.R. *Biofísica - fundamentos e aplicações*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003. p.178. [Adaptado].

### 3.2 – Circuitos em Série – Circuitos em Paralelo

A partir da motivação inicial, mostramos que funcionamento de um circuito elétrico através de uma bancada que contém um circuito em série, um circuito em paralelo e uma pequena demonstração do funcionamento de um fusível.

Essa experiência teve como objetivo demonstrar o real funcionamento de circuitos. O aluno observou tudo aquilo que vai aprender, em seguida, de uma forma objetiva.

Na primeira parte dessa demonstração colocamos para funcionar o circuito em série com duas lâmpadas de mesma potência (figura 4), observamos que existe uma queda na sua luminosidade. Logo aparece a primeira dúvida dos alunos, o porquê das lâmpadas não apresentarem a luminosidade esperada. Neste momento podemos questioná-los sobre o que estaria acontecendo de errado na bancada, se era falta de corrente elétrica ou falta de tensão. Podemos fazer uma boa abordagem sobre diferença de potencial nesse momento. Quem provoca a luminosidade é a colisão dos elétrons com o filamento de tungstênio. Em cada lâmpada, nesse circuito em série, temos uma diferença de potencial menor, a resistência equivalente é maior e portanto a corrente menor para a voltagem inicial. Intensidade da lâmpada está ligada a potência consumida.

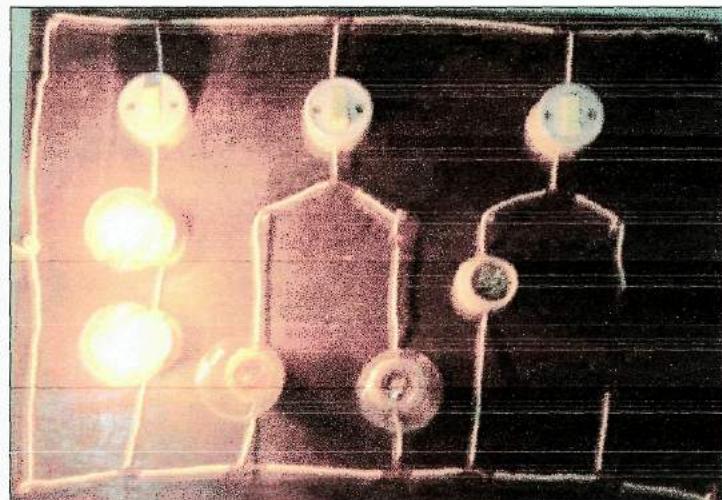


Figura 4 – Foto do circuito em série em funcionamento.

Para provarmos o que foi explicado ligamos o circuito em paralelo (figura 5) e mostramos que nessa situação temos a luminosidade esperada, onde a diferença de potencial das lâmpadas permanece a mesma da fonte, a resistência equivalente é menor, portanto a corrente é maior. Em cada braço a corrente é igual.

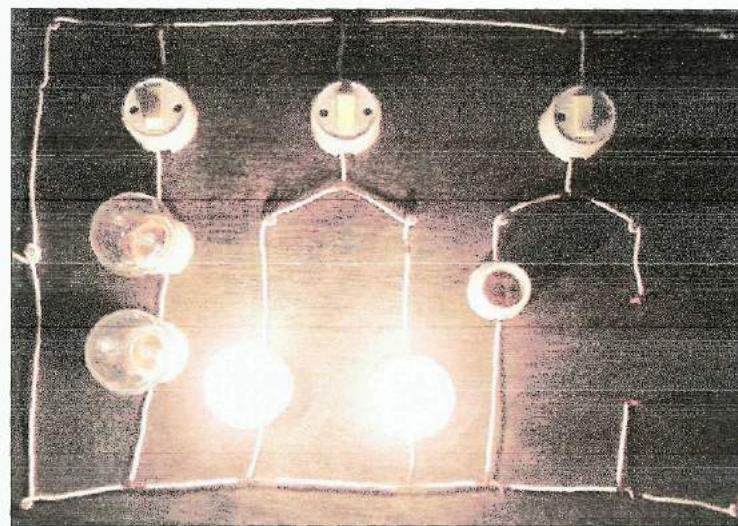
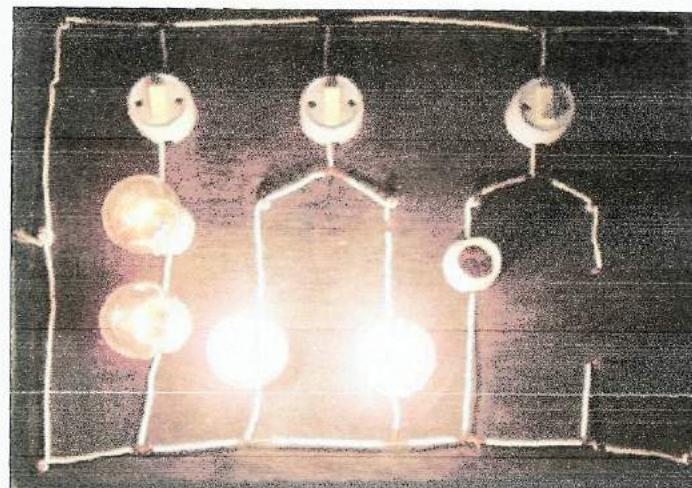


Figura 5 – Foto do circuito em paralelo em funcionamento.

Após estas duas demonstrações o aluno já é capaz de entender a diferença entre corrente elétrica e tensão e como cada uma delas influência no funcionamento de um circuito. Podemos então fazer uma abordagem teórica mais detalhada no quadro sobre circuitos e suas propriedades, mostrando em que situações a corrente se divide e como a tensão se comporta em cada circuito elétrico. Para finalizar o assunto e solidificar o conteúdo mostramos os dois circuitos funcionando (figura 6), o que nos permite observar a diferença de luminosidade das lâmpadas.



**Figura 6 – Foto do circuito em funcionamento.**

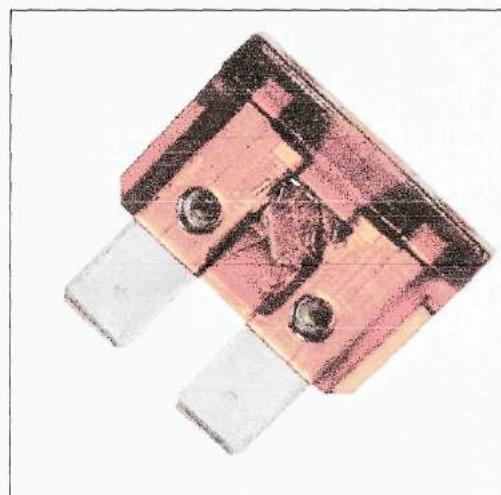
### **3.3 – CHAVES E INTERRUPTORES**

Fusível é apenas um dispositivo que protege as instalações elétricas contra curto-circuito ou sobrecargas. O elemento fusível é calibrado, de maneira que quando a corrente que o atravessa, ultrapassa um determinado valor, o material usado, devido ao calor gerado (efeito Joule), fundi, interrompendo assim o circuito. Existem muitas variantes quanto à forma e quanto aos materiais usados para isolador (porcelana, vidro ou plástico).

### **3.4 – FUNCIONAMENTO DE FUSÍVEIS:**



**Figura 7 - fusíveis de aparelhos elétricos ou eletrônicos. [www.digimer.com.br]**



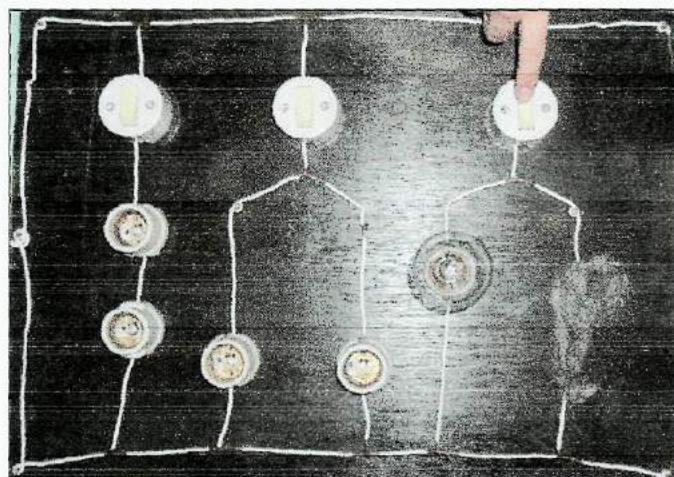
**Figura 8 - fusíveis de automóveis [www.amscomponentes.com.br/fusi2.gif]**

Ainda usando a bancada, a terceira parte do experimento consiste em mostrar o funcionamento de um simples fusível através da queima de uma pequena quantidade de palha de aço. Ligamos uma lâmpada comum em paralelo

com a palha de aço e observamos a palha pegar fogo. Nesse instante mostramos para o aluno que o objetivo de um fusível é arrebentar, abrindo o circuito e protegendo o aparelho ao qual ele está ligado, sendo impossível a sua reutilização.

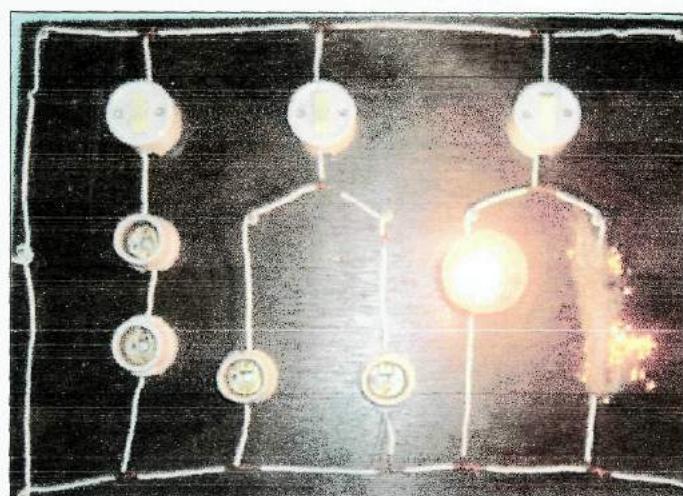
Podemos também falar de disjuntores que tem a mesma função dos fusíveis, a diferença é que um disjuntor desarma e não queima, podendo fechar o circuito novamente. É conveniente pedir para que os alunos listem exemplos de fusíveis e disjuntores no seu cotidiano.

As duas figuras a seguir mostram como podemos queimar um fusível. Ligamos a palha de aço em paralelo com a lâmpada ficando ambas submetidas à mesma diferença de potencial do circuito. Ao ligarmos o interruptor a palha de aço aquece, queimando por completo. Essa queima abre o circuito impedindo o funcionamento do mesmo, consequentemente protegendo todos os aparelhos que poderiam estar ligados à rede elétrica.



**Figura 9 – Foto da montagem com palha de aço para demonstrar o funcionamento do fusível.**

Quando ligamos o interruptor, a palha de aço se queima devido ao que chamamos de efeito Joule, que será estudado a seguir. Abrimos um debate nesse momento sobre a importância de fusíveis e disjuntores nas instalações elétricas e o que poderia acontecer aos aparelhos elétricos caso não houvesse essa proteção.



**Figura 10 – Foto da queima da palha de aço ligada a uma tensão de 127 V.**

## Capítulo 4

### PARTE TEÓRICA

Nessa seção são discutidos os conceitos de circuito elétrico e suas grandezas principais como: corrente elétrica, voltagem, resistência e potência. Vamos começar mostrando as grandezas físicas envolvidas e depois abordamos a definição de circuito elétrico. Os conceitos foram desenvolvidos a partir dos apresentados em [3, 4, 5, 6 e 7].

#### 4.1 - Corrente Elétrica

A corrente elétrica é um movimento ordenado de cargas elementares. A corrente elétrica pode ser um simples jato de partículas no vácuo, como acontece num cinescópio de TV, em que um feixe de elétrons é lançado contra a tela. No entanto, na maioria dos casos, a corrente elétrica não ocorre no vácuo, mas sim no interior de um condutor. Por exemplo, aplicando uma diferença de potencial a um fio metálico, surge nele uma corrente elétrica formada pelo movimento ordenado de elétrons.

Não se pode dizer que todo movimento de cargas elétricas seja uma corrente elétrica. No fio metálico, por exemplo, mesmo antes de aplicarmos a diferença de potencial, já existe movimento de cargas elétricas. Todos os elétrons livres estão em movimento. No entanto, o movimento é caótico e não há corrente elétrica. Quando aplicamos a diferença de potencial, esse movimento caótico continua a existir, mas a ele se sobrepõe um movimento ordenado, de tal forma que, em média, os elétrons livres do fio passam a se deslocar ao longo deste. É assim que se forma a corrente elétrica contínua.

Há presença de corrente elétrica também em líquidos e gases. Nos metais a corrente elétrica é constituída por elétrons livres como vimos anteriormente. Nos líquidos as cargas livres que se movimentam são íons positivos e íons negativos, enquanto nos gases pode ocorrer através de íons e de elétrons livres. Não esquecer que na corrente alternada os elétrons não se deslocam, mas apenas vibram em torno de uma posição.

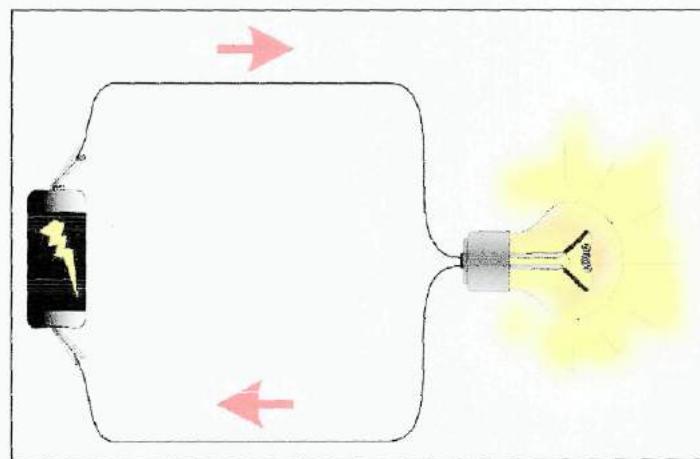


Figura 11 - Corrente elétrica originada pela bateria.

#### 4.2 - Corrente convencional:

O sentido do movimento dos elétrons livres é oposto ao sentido do campo elétrico no interior de um condutor. Por convenção, o sentido da corrente elétrica é o mesmo sentido do campo elétrico no interior do condutor. Esta convenção é internacionalmente adotada e chamada de corrente convencional, podemos imaginar como sendo constituída de cargas positivas em movimento, embora saibamos que cargas positivas não se movimentam, e sim os elétrons.

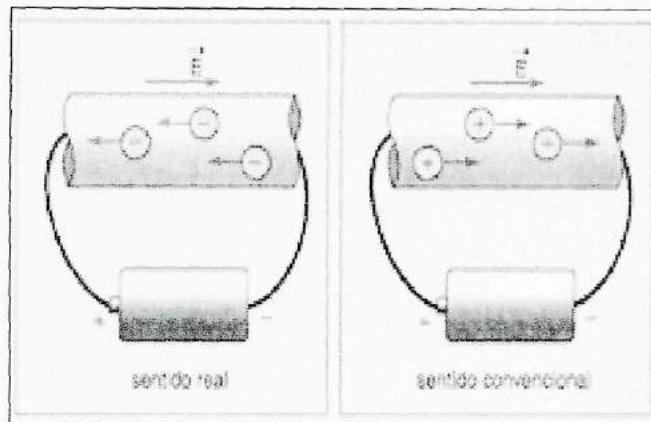


Figura 12 - Movimento dos elétrons em sentido real e convencional. [www.geocities.com]

#### 4.3 – Corrente contínua e corrente alternada:

Corrente contínua (CC), também chamada de corrente galvânica é o fluxo constante e ordenado de elétrons sempre em uma direção. Esse tipo de corrente é gerado por baterias de automóveis ou de motos (6, 12 ou 24V), pequenas baterias (geralmente 9V), pilhas (1,2V e 1,5V), células solares e de várias tecnologias, que substituem a corrente alternada. Normalmente é utilizada para alimentar aparelhos eletrônicos (entre 1,2V e 24V) e os circuitos digitais de equipamento de informática

A corrente alternada (CA) é uma corrente elétrica cuja magnitude e direção da corrente varia cicличamente, ao contrário da corrente contínua cuja direção permanece constante e que possui pólos positivo e negativo definidos. A forma de onda usual em um circuito de potência CA é senoidal por ser a forma de transmissão de energia mais eficiente.

#### 4.4 - Intensidade da corrente elétrica:

##### Curiosidade histórica:

André-Marie Ampère: Físico francês, nascido em Lyon, foi um dos fundadores do eletromagnetismo. Criança prodígio que dominava matemática aos 12 anos, tornou-se mais tarde professor desta disciplina, além de lecionar também Física e Química em escolas superiores de seu país. Embora não fosse um estudioso sistemático, desenvolveu uma grande obra em seus momentos de brilhante inspiração. Além de estabelecer uma lei fundamental do eletromagnetismo (Lei de Ampère) realizou várias experiências que permitiram desenvolver a teoria matemática dos fenômenos eletromagnéticos. Foi a primeira pessoa a utilizar técnicas de medidas elétricas, tendo construído um instrumento que foi precursor dos aparelhos de medida hoje conhecidos. [2]

Considere uma seção  $S$  qualquer de um condutor e suponha que em um intervalo de tempo qualquer  $\Delta t$  (segundos), passe certa quantidade de carga elétrica  $\Delta Q$  (Coulomb). Esse fluxo de carga nesse determinado tempo chamamos de corrente elétrica ( $i$ ); essa corrente elétrica é medida em Ampère (A).

$$i = \Delta Q / \Delta t \quad (2)$$

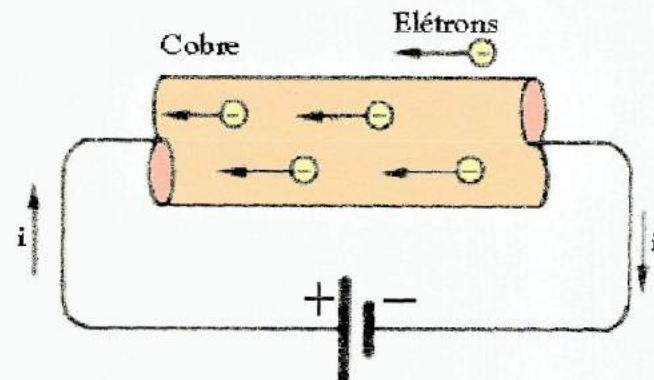


Figura 13 - Fluxo de elétrons, a corrente elétrica (i).

4.5 - Voltagem ou ddp ou Tensão:

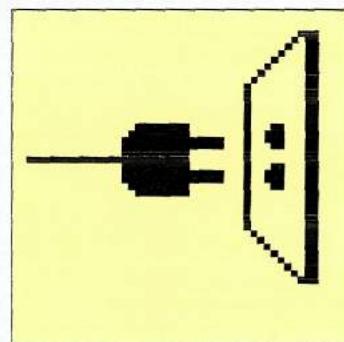


Figura 14 – Tomadas macho e fêmea encontradas em residências

A força deslocando os elétrons de um ponto A ao ponto B do circuito é orientada de por campo elétrico, onde temos a realização de trabalho (W). Então a ddp entre A e B será definida pela razão do trabalho realizado pelo valor da carga elétrica deslocada. Essa grandeza será medida em volt (V).

$$U_{AB} = W_{AB} / q \quad (3)$$

### Curiosidade histórica

Alessandro Volta: Físico italiano que recebeu o título de Conde, dado por Napoleão pelos trabalhos que realizou no campo da eletricidade.

Professor da Universidade de Pávia, ele mostrou que os efeitos elétricos observados por Galvani, com pernas de rã, eram realmente produzidos pelo contato entre dois metais e não devido a uma espécie de eletricidade animal, como Galvani acreditava. Esse estudo levou a descoberta da pilha que tomou o nome de pilha de Volta.[2]

### 4.6 - Resistência Elétrica:

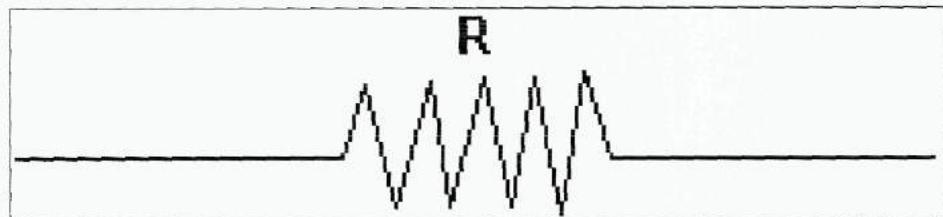


Figura 15 - Símbologia de um resistor.

Num condutor elétrico submetido a uma ddp origina-se uma corrente elétrica que já vimos que são cargas elétricas em movimento. Essas cargas elétricas colidirão contra átomos do condutor, havendo uma oposição oferecida pelo condutor à passagem de corrente elétrica. Esse impedimento da passagem da corrente elétrica dependerá da natureza do condutor elétrico, consequentemente a corrente elétrica também dependerá do valor dessa

oposição. Para determinar o valor dessa resistência usamos a seguinte expressão:

$$R = U / i \quad (1)$$

A unidade de resistência elétrica é o ohm, cujo símbolo é a letra grega Ômega ( $\Omega$ ).

O valor da resistência elétrica de qualquer condutor não é constante, varia com a corrente elétrica que o atravessa. No entanto, se a temperatura de um condutor metálico permanecer constante, a ddp nas extremidades do condutor é diretamente proporcional a intensidade de corrente que o atravessa e o valor da resistência é a constante dessa proporcionalidade. Assim a definição da resistência elétrica pode ser escrita através da Lei de ohm. Quando um condutor obedece essa lei, sua resistência permanecerá sempre constante e será chamada de resistor ôhmico. Um resistor ôhmico é aquele cuja razão entre a ddp e a corrente permanece sempre constante.

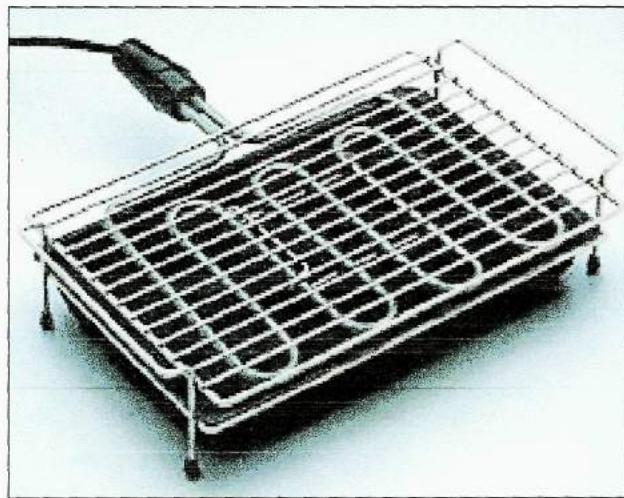
#### **Curiosidade histórica:**

George Simon Ohm: Nascido na Bavária, o físico alemão Ohm iniciou sua carreira científica como professor de matemática no Colégio dos Jesuítas, em Colônia. Em 1827, publicou o resultado de seu trabalho mais importante em um folheto: "O circuito galvânico examinado matematicamente". Nesta publicação ele apresenta a lei sobre a resistência dos condutores, que mais tarde foi denominado Lei de Ohm. Embora esses estudos tenham sido uma colaboração importante na teoria dos circuitos elétricos e suas aplicações, na época eles foram recebidos com frieza pela comunidade científica. Este

fato levou Ohm a se demitir do cargo em Colônia. Em 1833, entretanto, ele se reintegrou nas atividades científicas aceitando um cargo na Escola Politécnica de Nuremberg. Seu trabalho foi finalmente reconhecido, tendo então, recebido uma medalha da Real Sociedade de Londres. [2]

#### **4.7 - Resistores:**

Um resistor é um componente elétrico que pode ter como função transformar energia elétrica em energia térmica, ou seja, gerar calor. Esses resistores podem ser encontrados facilmente no nosso dia-a-dia como, por exemplo: chuveiros elétricos, lâmpadas, ferros de passar roupa, aquecedores e etc.



**Figura 16 – Foto de uma churrasqueira - Transforma energia elétrica em calor.**

#### 4.8 - Característica de um resistor ôhmico:

Quando um resistor  $R$  obedece a Lei de Ohm, ou seja, ao variar a tensão e a corrente elétrica, ele permanece constante dizemos que este resistor é ôhmico. O gráfico  $V \times i$  será uma reta cujo coeficiente angular representa  $R$ .

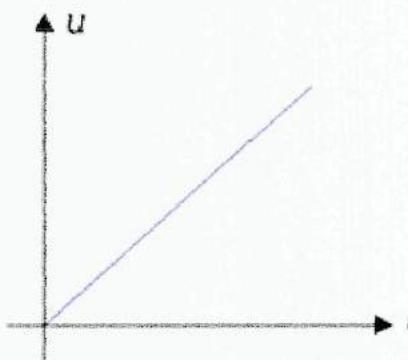


Figura 17 - Gráfico de um resistor ôhmico.

#### 4.9 - Efeito Joule:

Um condutor metálico, ao ser percorrido por uma corrente elétrica, se aquece. Por exemplo: ferro de passar roupa, um secador de cabelos ou em uma estufa elétrica, então calor é produzido pela corrente que atravessa um fio metálico. Esse fenômeno, chamado *efeito Joule*, é devido aos choques dos elétrons contra os átomos do condutor. Em decorrência desses choques dos elétrons contra os átomos do retículo cristalino, a energia cinética média de oscilação de todos os átomos aumenta. Isso se manifesta como um aumento da temperatura do condutor. Para determinar a quantidade de potência dissipada pelo resistor, usaremos a relação:

$$\boxed{\text{Pot} = U^2/R \quad (4)}$$

Essa relação será mostrada mais detalhadamente no item 4.11

#### 4.10 - Resistividade:

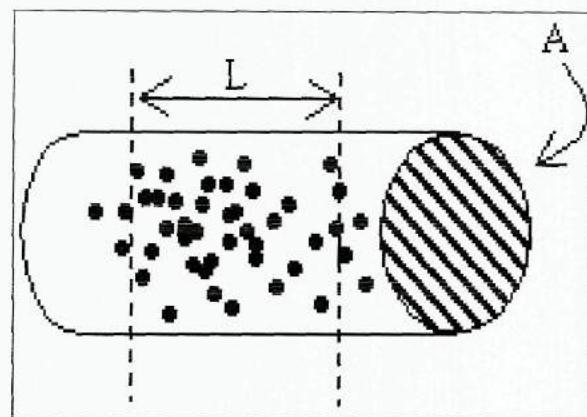


Figura 18 –O resistor com comprimento L e área da seção A.

Para construir um resistor elétrico devemos levar em conta o material a ser utilizado. Para que um resistor apresente um bom efeito Joule ele deve aquecer sem derreter. Para que isso aconteça devemos observar a resistividade ou resistência específica do material que será dada pela seguinte expressão, levando em consideração seu comprimento (L) e a sua área de seção (A):

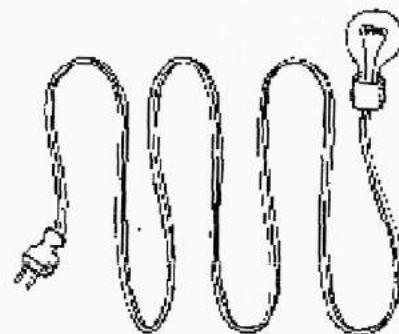


Figura 19 - Representação de um fio com resistência R.

$$R = \rho (L / A) \quad (5)$$

#### 4.11 - Circuitos Elétricos:

Um circuito elétrico é a montagem de resistores que pode estar em série, em paralelo ou uma mistura destes dois tipos (misto). Este circuito apresenta todos os elementos estudados anteriormente: voltagem, corrente elétrica e resistores.

##### 4.11.1 - Circuito em série:

Esse circuito consiste na ligação de resistores montados em série de modo que a corrente elétrica atravesse todos os resistores com a mesma intensidade de corrente. No caso de um resistor queimar o circuito se abrirá, não permitindo a passagem da corrente elétrica, comprometendo todo o funcionamento do circuito. Esse circuito obedece aos seguintes princípios de acordo com o quadro abaixo:

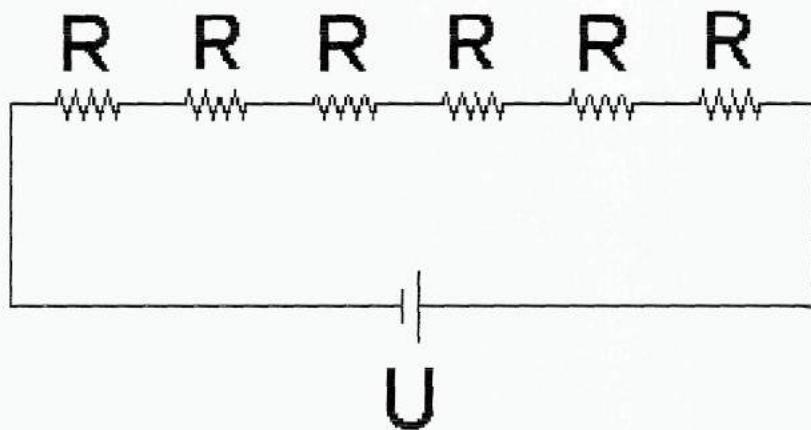


Figura 20 - circuito com seis resistores ligados em série.

Corrente Elétrica (A)	$i_{total} = i_1 = i_2 = i_3 = \dots = i_n$
Voltagem (V)	$U_{total} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$

**Resistência equivalente:  $Req = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$**  (6)

#### 4.11.2 - Circuitos em paralelo:

Nesse tipo de montagem os resistores são ligados de maneira que todos fiquem submetidos a mesma voltagem, nessa situação a corrente elétrica se dividirá de acordo com cada resistor ligado. No caso de um resistor queimar, apenas este ramo deixará de funcionar. Esse circuito obedece aos seguintes princípios de acordo com o quadro abaixo

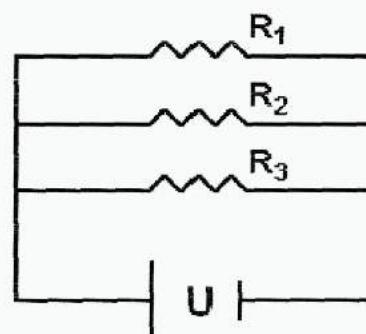


Figura 21 - circuito com três resistores ligados em paralelo.

Corrente Elétrica	$i_{total} = i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n$
Voltagem	$U_{total} = U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n$

Resistência equivalente:  $1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_n$  <sup>(7)</sup>

#### 4.11.3 - Circuito misto:

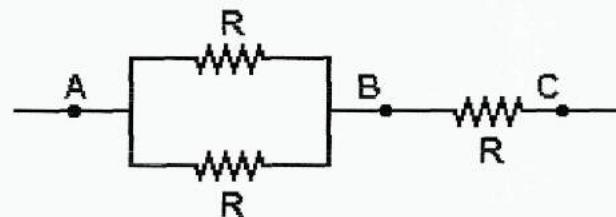


Figura 22 - circuito misto.

Nessa situação teremos resistores ligados de maneira aleatória onde estarão presentes ligações em série e ligações em paralelo.

#### 4.12 - Potência Elétrica:

Quando o aparelho elétrico for submetido a uma diferença de potencial entre seus terminais e for percorrido por uma corrente elétrica, a potência elétrica será dada pela seguinte expressão:

$$P = U I \quad (8)$$

Para medir a potência elétrica usamos o watt que é equivalente a Volt x Ampère ou Joule/ segundo, esta última é a relação entre a energia de um aparelho dividido pelo tempo de uso do mesmo.

Se associarmos a equação (8) com a equação (1), podemos chegar as seguintes relações:

$$Pot = U^2/R \quad (4) \quad e \quad Pot = R i^2 \quad (9)$$

#### 4.13 - Energia Elétrica:

Para determinar o consumo de energia elétrica de qualquer aparelho, basta pegar a potência deste aparelho e multiplicar pelo tempo em que foi usado. Normalmente a energia elétrica consumida em nossas residências é medida através do quilowatt-hora (KWh).

$$E = P t \quad (10)$$

## Capítulo 5

### AVALIAÇÃO

Depois de trabalhar os conceitos de eletrodinâmica, pedimos aos alunos que colocassem em prática o que aprenderam. O trabalho agora consiste em buscar a criatividade e a prática experimental do aluno, onde solicitamos que fosse construída uma maquete. Esta maquete, cujo tema é livre, poderia ser uma pequena cidade, uma casa, ou até um simples pisca-pisca de acordo com a preferência do aluno. O importante é que o aluno, em cima do tema que ele escolheu, construisse um circuito elétrico misto, devendo deixá-lo à mostra para que todos pudessem observar a rede elétrica construída. Essa maquete deveria vir acompanhada de um relatório explicando detalhadamente o circuito elétrico que ele criou, mostrando os itens em série e em paralelo. Deveria também conter todos os valores de voltagem, corrente elétrica, resistências e potências usadas.

O objetivo dessa avaliação foi observar o que o aluno aprendeu tanto na exposição teórica da matéria como na demonstração da prática, incentivando sua criatividade e interesse pelo tema abordado.

Paralelamente a construção das maquetes, avaliamos os alunos através de questões de vestibular de todas as regiões do Brasil. Essas questões foram trabalhadas em sala de aula pelo professor, com o objetivo de fixar a matéria além de preparar o aluno para um futuro concurso.

#### 5.1 – Maquetes:

Mostraremos agora algumas maquetes construídas pela turma do terceiro ano do colégio João de Barro, localizado em Jacarepaguá, Rio de Janeiro.

Os alunos foram divididos em grupos e cada grupo escolheu o seu tema. São eles:

- Grupo 1 – Cidade;
- Grupo 2 – Condomínio;
- Grupo 3 – Circo;
- Grupo 4 - Boate

Todas as maquetes foram ligadas a rede elétrica local, submetidas a uma tensão de 127V.

### **Grupo 1 – Cidade**

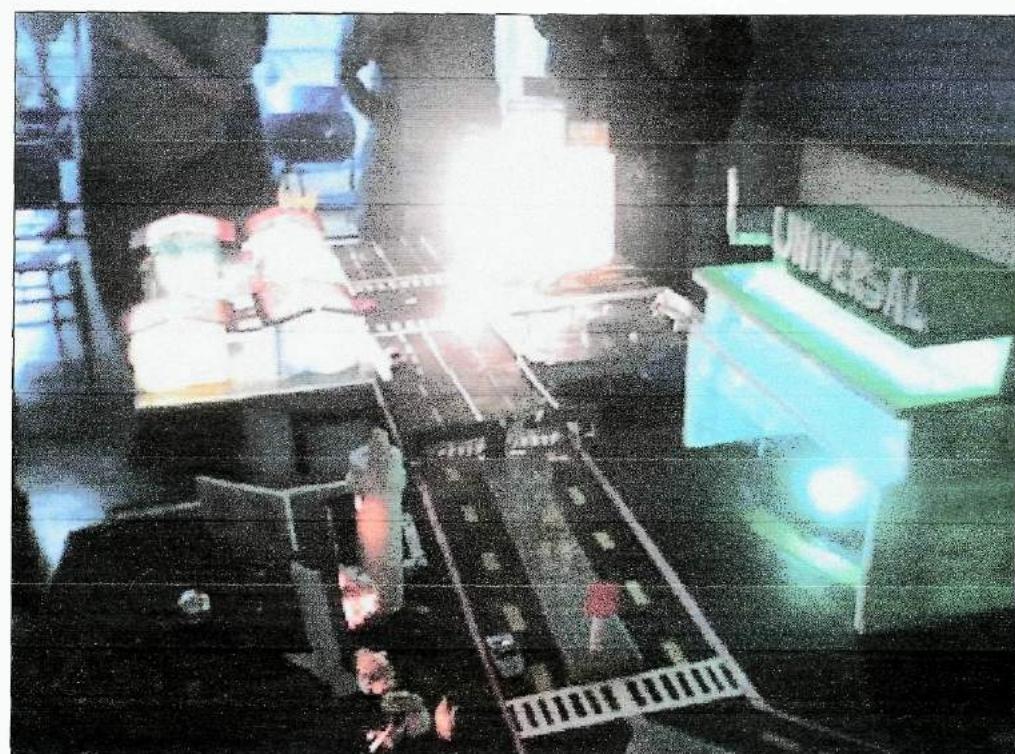
Essa maquete (figura 23) foi a maior de todas as quatro maquetes, dividida em duas partes, onde uma ponte ligava as duas maquetes representando a ligação de bairros. O circuito montado foi todo em paralelo e esta representado na figura 26.



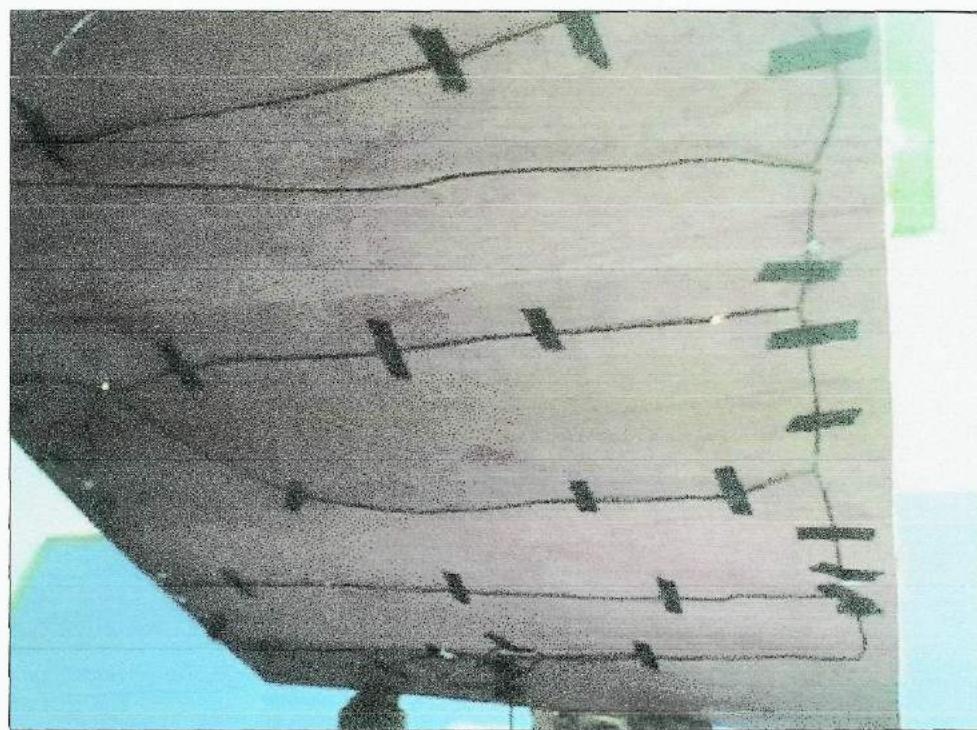
**Figura 23 - Foto completa da maquete de uma cidade.**



**Figura 24 – Foto da cidade vista por outro ângulo.**



**Figura 25 – Foto da cidade, propagandas e fotos de políticos foram usados para enriquecer a maquete, pois na época em que foi construída estava acontecendo as eleições de 2006**



**Figura 26 – Foto da montagem do circuito elétrico da cidade, toda fiação foi construída na parte de baixo da maquete.**



**Figura 27 – Foto dos alunos que construíram a maquete da cidade.**

## Grupo 2 – Condomínio

Essa maquete não foi muito caprichada, sua rede elétrica esta muito simples e não conseguimos identificar o tipo de ligação olhando para ela. Após uma conversa com o grupo descobrimos que as ligações foram feitas em paralelo.

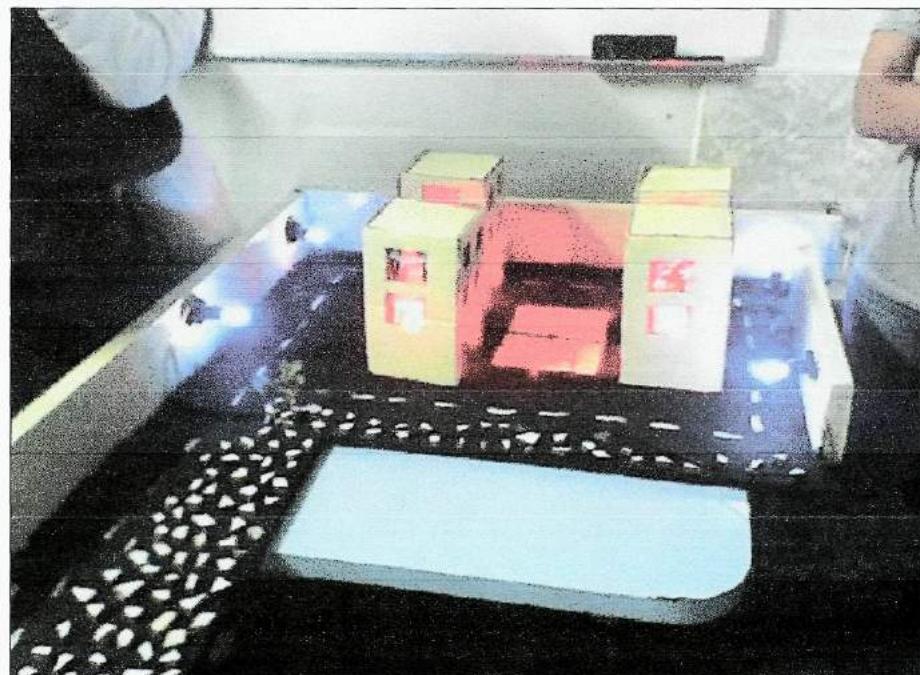


Figura 28 – Foto da maquete, condomínio.



Figura 29 – Foto do circuito do condomínio, as ligações ficaram expostas e confusas, mas não prejudicou o funcionamento das lâmpadas.



**Figura 30 – Foto dos alunos que construíram a maquete do condomínio.**

### Grupo 3 – Circo

Essa maquete (figura 31) foi muito bem trabalhada. As ligações foram feitas de maneira cuidadosa e clara. Os alunos tiveram muito zelo em criar a rede elétrica e a própria maquete. Todas as ligações também foram em paralelo (figura 32).



Figura 31 – Foto da maquete, Circo.



Figura 32 – Foto da montagem do circuito do circo.



Figura33 – foto dos alunos que construíram a maquete do circo.

#### Grupo 4 – Boate

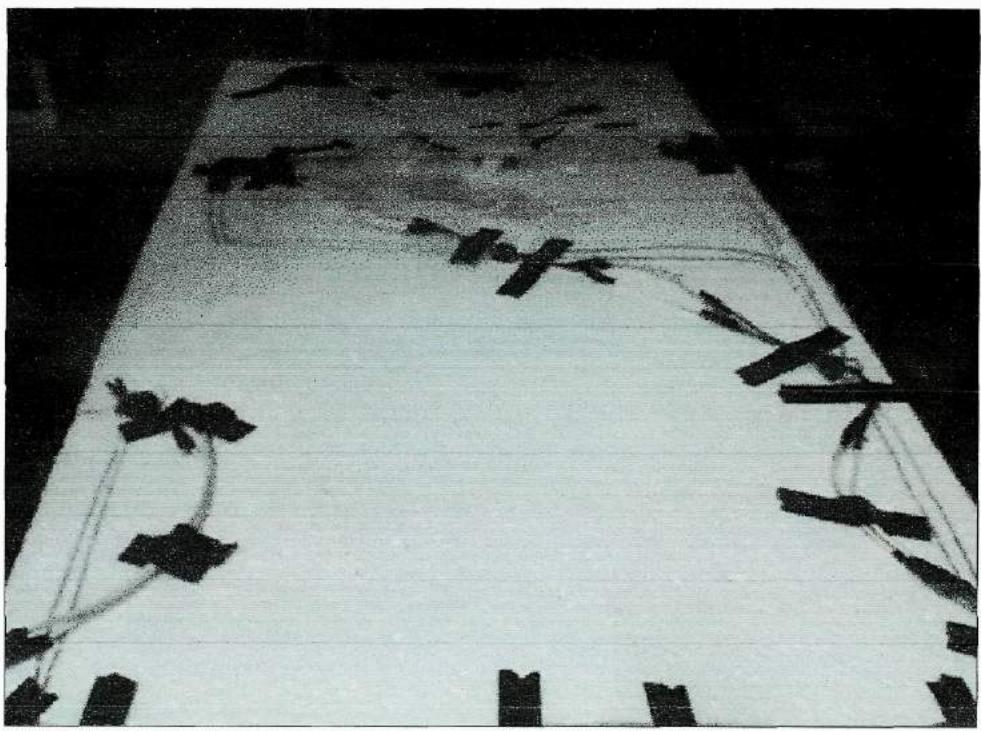
Essa maquete (figura 34) teve uma grande dose de criatividade onde os alunos usaram até luz negra (figura 35), ligada a um pequeno reator, que dava um colorido diferente à maquete. Ao contrário dos outros grupos, as ligações elétricas dessa maquete foram feitas na parte de cima (figura 36), o que a torna ainda mais didática em comparação as outras, pois fica mais fácil observar as ligações criadas pelo grupo.



Figura 34 – Foto da maquete de uma boate, todas as lâmpadas acesas.



**Figura 35 – Foto da maquete da boate com a segunda iluminação (luz negra).**



**Figura 36 – Foto da montagem do circuito da boate, toda essa montagem foi realizada na parte de cima da maquete.**



**Figura 37 – Foto dos alunos que construíram a maquete da boate.**

Essa última foto é de toda turma reunida. Esses alunos demonstraram maturidade e seriedade na hora de aprender, criar e desenvolver seus trabalhos, tanto em sala de aula como fora dela.



**Figura 38 – Foto da turma do terceiro ano do Colégio João de Barro e suas maquetes.**

## **5.2 – Questões de Vestibular**

Essas questões foram selecionadas para ajudar o aluno a solidificar o conteúdo abordado nas aulas teóricas. Cada questão está relacionada com os temas apresentados no capítulo 4. Elas estão divididas por assunto e fizeram parte da avaliação dos alunos, resolvidas em sala de aula.

Assunto: Corrente Elétrica (4.1).

(UFPEL) Na mitologia dos povos da Antigüidade, assim como no humor de Luís Fernando Veríssimo, os raios são apresentados como manifestações da irritação dos deuses.



Seus conhecimentos de eletricidade permitem-lhe afirmar que ocorrem descargas elétricas entre nuvens e a Terra quando:

- a) o ar se torna condutor porque foi ultrapassado o valor de sua rigidez dielétrica.
- b) cresce muito a rigidez dielétrica do ar, devido ao acúmulo de cargas elétricas nas nuvens.
- c) se torna nula a diferença de potencial entre as nuvens e a Terra porque estão carregadas com cargas de sinais contrários.
- d) diminui o campo elétrico na região, devido à eletrização da superfície terrestre por indução.
- e) o valor do campo elétrico na região oscila fortemente, devido ao acúmulo de cargas elétricas nas nuvens.

**Resposta: A. (O ar se comporta como isolante elétrico até que sua rigidez dielétrica é ultrapassada, estabelecendo-se uma diferença de potencial entre o solo e as nuvens)**

(PUC) Em um relâmpago, a carga elétrica envolvida na descarga atmosférica é da ordem de 10 Coulombs. Se o relâmpago dura cerca de  $10^{-3}$  segundos, a corrente elétrica média vale, em Ampères:

- a) 10
- b) 100
- c) 1000
- d) 10000

**Resposta: D (  $i = \Delta Q / \Delta t$  )**

(PUC)



Na tira, Garfield, muito maldosamente, reproduz o famoso experimento de Benjamin Franklin, com a diferença de que o cientista, na época, teve o cuidado de isolar a si mesmo de seu aparelho e de manter-se protegido da chuva de modo que não fosse eletrocutado como tantos outros que tentaram reproduzir o seu experimento.

Franklin descobriu que os raios são descargas elétricas produzidas geralmente entre uma nuvem e o solo ou entre partes de uma mesma nuvem que estão eletrizadas com cargas opostas. Hoje se sabe que uma descarga elétrica na atmosfera pode gerar correntes elétricas da ordem de  $10^5$  ampères e que as tempestades que ocorrem no nosso planeta originam, em média, 100 raios por segundo. Isso significa que a ordem de grandeza do número de elétrons que são transferidos, por segundo, por meio das descargas elétricas, é, aproximadamente:

Use para a carga de 1 elétron:  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

- a)  $10^{22}$
- b)  $10^{24}$
- c)  $10^{26}$
- d)  $10^{28}$
- e)  $10^{30}$

**Resposta: C** Primeiro calculamos a quantidade de carga pela equação  $i = \Delta Q / \Delta t$ :

$$10^5 \cdot 10^2 = \Delta Q / 1$$

$$\Delta Q = 10^7 \text{ C}$$

depois descobrimos o número de elétrons pela relação  $Q = ne$

$$10^7 = n \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$n = 6,25 \times 10^{25}$$

Estimando a ordem de grandeza =  $10^{26}$  elétrons

Assunto: Voltagem (4.5).

(PUC) Os passarinhos, mesmo pousando sobre fios condutores desencapados de alta tensão, não estão sujeitos a choques elétricos que possam causar-lhes algum dano.

Qual das alternativas indica uma explicação correta para o fato?

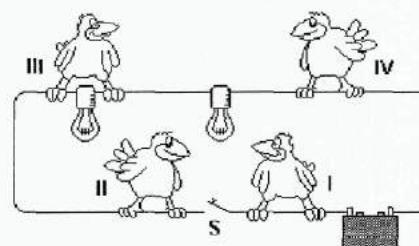


- a) A diferença de potencial elétrico entre os dois pontos de apoio do pássaro no fio (pontos A e B) é quase nula.
- b) A diferença de potencial elétrico entre os dois pontos de apoio do pássaro no fio (pontos A e B) é muito elevada.

- c) A resistência elétrica do corpo do pássaro é praticamente nula.
- d) O corpo do passarinho é um bom condutor de corrente elétrica.
- e) A corrente elétrica que circula nos fios de alta tensão é muito baixa.

**Resposta: A (o pedaço de fio entre os pontos de apoio do pássaro não apresenta resistência, então ela não passa pelo passarinho cuja resistência é bem maior)**

(UERJ) A figura abaixo mostra quatro passarinhos pousados em um circuito no qual uma bateria de automóvel alimenta duas lâmpadas.



Ao ligar-se a chave S, o passarinho que pode receber um choque elétrico é o de número:

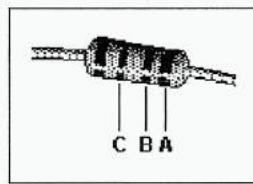
- a) I
- b) II
- c) III
- d) IV

**Resposta: C (No passarinho III ocorre uma ligação em paralelo entre ele e a lâmpada, não podendo assim estabelecer um curto circuito entre os pontos de apoio como na questão anterior)**

Assunto: Resistência elétrica (4.6).

(UERJ) Comercialmente, os resistores têm seus valores de resistência identificados a partir de um código de três cores, impressas sob a forma de anéis no próprio corpo do resistor.

As cores utilizadas nos anéis A, B e C correspondem aos números indicados na seguinte tabela:



COR	NÚMERO
preta	0
marrom	1
vermelha	2
laranja	3
amarela	4
verde	5
azul	6
violeta	7
cinza	8
branca	9

Nessa convenção, A e B são, respectivamente, os algarismos da dezena e da unidade e C é a potência de 10 do valor da resistência em ohms.

Considere 1 cal = 4,2 J.

A resistência de filamento do aparelho usado pela bailarina para ferver a água para o café deve ser substituída. Tal resistência, ao ser atravessada por uma corrente de 1,0 A durante 7,0 min, é capaz de aquecer 1,0 L de água de 30°C a 90°C.

Calcule o valor da resistência e indique a seqüência de cores CBA que um resistor comercial, com esse valor de resistência, deve apresentar.

**Resposta:  $R = 60 \times 10^1 \Omega$  Seqüência: marrom - preta - azul**

Primeiro determinamos a quantidade de energia transferida pela calorimetria:

$$\begin{aligned} Q &= mc \Delta T \\ Q &= 1000 \times 1 \times 60 \\ Q &= 60.000 \text{ cal} = 252.000 \text{ J} \end{aligned}$$

depois calculamos a potência pela relação  $\text{Pot} = Q/\Delta t$

$$\text{Pot} = 252.000 / (7 \times 60)$$

$$\text{Pot} = 600 \text{ W}$$

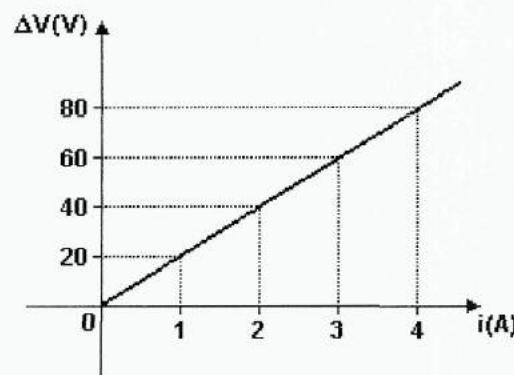
após esse passo podemos determinar o resistência pela relação  $\text{Pot} = \text{R}i^2$

$$600 = R \cdot 1^2$$

$$R = 600 \Omega$$

Assunto: Resistor ôhmico (4.8).

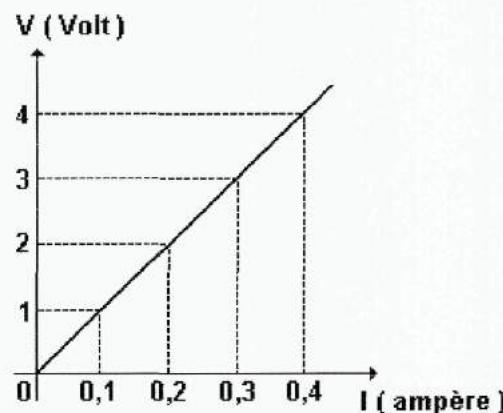
(UFSM) O gráfico representa a diferença de potencial  $\Delta V$  entre dois pontos de um fio, em função da corrente  $i$  que passa através dele. A resistência do fio entre os dois pontos considerados vale, em  $\Omega$ ,



- a) 0,05
- b) 4
- c) 20
- d) 80
- e) 160

**Resposta: C** (pegamos qualquer ponto no quadro e calculamos o coeficiente angular da reta, este será o nosso resistor R)

(PUC) Um estudante de Física mede com um amperímetro a intensidade da corrente elétrica que passa por um resistor e, usando um voltímetro, mede a tensão elétrica entre as extremidades do resistor, obtendo o gráfico a seguir. Pode-se dizer que a resistência do resistor vale:



- a)  $0,1\ \Omega$
- b)  $0,01\ \Omega$
- c)  $1\ \Omega$
- d)  $10\ \Omega$
- e)  $100\ \Omega$

**Resposta: D**

Assunto: Resistividade (4.10)

(UERJ) Imagine que você tenha comprado um chuveiro elétrico para ser alimentado por uma tensão de 120 V e que a potência consumida seja de 3000 W. Ao instalar o chuveiro, você precisa decidir sobre o diâmetro do fio que deve ser conectado à rede elétrica para alimentar o chuveiro. Imagine que a tabela abaixo represente o diâmetro do fio de cobre, a corrente elétrica máxima permitida e o preço por metro. Assim, podemos afirmar que:

Diâmetro (mm)	Corrente (A)	Preço / metro (R\$)
1,0	2	0,50
1,5	10	1,00
2,0	15	1,50
2,5	26	2,60
3,0	40	4,50

- a) você deve comprar o fio com diâmetro de 1,0 mm, pois a corrente que o fio suporta é suficiente e seu custo é menor que o de fios com diâmetros superiores.
- b) você deve comprar o fio com diâmetro de 1,5 mm, pois a corrente que o fio suporta é suficiente e seu custo é menor que o de fios com diâmetros superiores.
- c) você deve comprar o fio com diâmetro de 2,0 mm, pois a corrente que o fio suporta é suficiente e seu custo é menor que o de fios com diâmetros superiores.
- d) você deve comprar o fio com diâmetro de 2,5 mm, pois a corrente que o fio suporta é suficiente e seu custo é menor que o de fios com diâmetros superiores.
- e) você deve comprar o fio com diâmetro de 3,0 mm, pois a corrente necessária para alimentar o chuveiro é de 36 A.

**Resposta: D**

**Calculando a corrente que irá atravessar o chuveiro e comparamos com o fio adequado na tabela:**

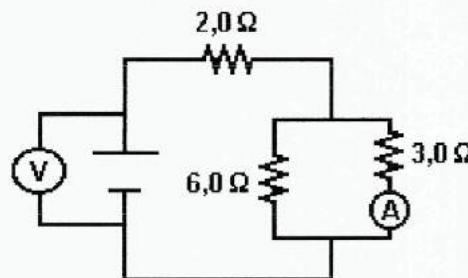
$$Pot = Ui$$

$$3000 = 120 i$$

$$i = 25 A$$

Assunto: Circuitos elétricos (4.11).

(PUC) No circuito esquematizado na figura, o voltímetro e o amperímetro são ideais. O amperímetro indica uma corrente de 2,0 A.



Analise as afirmativas seguintes:

- I. A indicação no voltímetro é de 12,0 V.
- II. No resistor de 2,0  $\Omega$  a tensão é de 9,0 V.
- III. A potência dissipada no resistor de 6,0  $\Omega$  é de 6,0 W.

Está correta ou estão corretas:

- a) somente I e III
- b) todas
- c) somente I
- d) somente I e II
- e) somente II e III

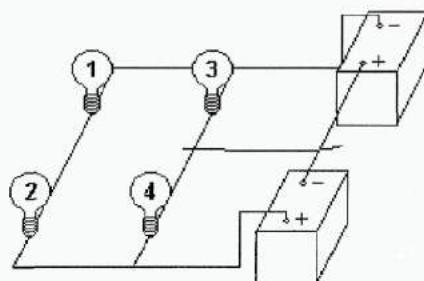
**Resposta: A** (podemos calcular a voltagem no resistor de 3,0  $\Omega$  que será a mesma no de 6,0  $\Omega$ . Logo em seguida podemos determinar a corrente do resistor de 6,0  $\Omega$  e do circuito todo. Calculando a resistência equivalente do circuito e usando a lei de ohm teremos o valor da voltagem do voltímetro)

(PUC) Em alguns conjuntos de lâmpadas usados para enfeitar árvores de natal, as lâmpadas estão ligadas em série. Se um desses conjuntos estiver em funcionamento e uma das lâmpadas se queimar:

- a) as demais continuam acesas.
- b) as demais se apagam.
- c) se for a quinta lâmpada a se queimar, apenas as quatro primeiras lâmpadas permanecem acesas.
- d) se for a quinta lâmpada a se queimar, as quatro primeiras lâmpadas se apagam e as demais permanecem acesas.

**Resposta: B (se um resistor for tirado do circuito em série, este ficará aberto não permitindo estabelecer diferença de potencial, logo não haverá passagem de corrente elétrica pelo circuito)**

(UNIFESP) Um rapaz montou um pequeno circuito utilizando quatro lâmpadas idênticas, de dados nominais 5W-12V, duas baterias de 12V e pedaços de fios sem capa ou verniz. As resistências internas das baterias e dos fios de ligação são desprezíveis. Num descuido, com o circuito ligado e as quatro lâmpadas acesas, o rapaz derrubou um pedaço de fio condutor sobre o circuito entre as lâmpadas indicadas com os números 3 e 4 e o fio de ligação das baterias, conforme mostra a figura.



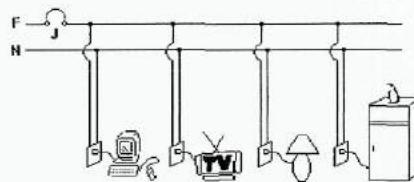
O que o rapaz observou, a partir desse momento, foi

- a) as quatro lâmpadas se apagarem devido ao curto-circuito provocado pelo fio.

- b) as lâmpadas 3 e 4 se apagarem, sem qualquer alteração no brilho das lâmpadas 1 e 2.
- c) as lâmpadas 3 e 4 se apagarem e as lâmpadas 1 e 2 brilharem mais intensamente.
- d) as quatro lâmpadas permanecerem acesas e as lâmpadas 3 e 4 brilharem mais intensamente.
- e) as quatro lâmpadas permanecerem acesas, sem qualquer alteração em seus brilhos.

**Resposta: E (O fio representa um curto circuito no esquema, mas não anula nenhuma passagem de corrente elétrica pelas lâmpadas)**

(UFRN) A figura abaixo representa parte do circuito elétrico ideal de uma residência, com alguns dos componentes eletrodomésticos identificados. Na corrente alternada das residências (chamada de monofásica), os dois fios recebem os nomes de "fase" (F) e "neutro" (N) ou "terra" (e não "positivo" e "negativo", como em corrente contínua). O fio fase tem um potencial elétrico de aproximadamente 220V em relação ao neutro ou em relação a nós mesmos (também somos condutores de eletricidade), se estivermos descalços e em contato com o chão.



Das quatro afirmativas abaixo, apenas uma está ERRADA. Assinale-a.

- a) Quando todos os equipamentos estão funcionando, a resistência elétrica equivalente da residência aumenta, aumentando, também, a corrente, e, por conseguinte, o consumo de energia.

- b) Todos os equipamentos de dentro da residência estão em paralelo entre si, pois cada um deles pode funcionar, independentemente dos outros estarem funcionando ou não.
- c) O disjuntor J deve ser colocado no fio fase (F) e não no neutro (N), pois, quando o desligarmos, para, por exemplo, fazermos um determinado serviço elétrico, a casa ficará completamente sem energia, eliminando-se qualquer possibilidade de risco de um choque elétrico.
- d) O fusível ou disjuntor J está ligado em série com o conjunto dos equipamentos existentes na casa, pois, se o desligarmos, todos os outros componentes eletroeletrônicos ficarão sem poder funcionar.

**Resposta: A ( A resistência equivalente não aumenta mas sim diminui)**

**Assunto: Potência (4.12).**

(ENEM) "...O Brasil tem potencial para produzir pelo menos 15 mil megawatts por hora de energia a partir de fontes alternativas.

Somente nos Estados da região Sul, o potencial de geração de energia por intermédio das sobras agrícolas e florestais é de 5.000 megawatts por hora.

Para se ter uma idéia do que isso representa, a usina hidrelétrica de Ita, uma das maiores do país, na divisa entre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina, gera 1.450 megawatts de energia por hora."

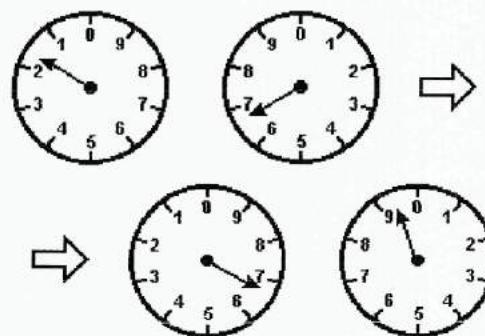
Esse texto, transcrito de um jornal de grande circulação, contém, pelo menos, UM ERRO CONCEITUAL ao apresentar valores de produção e de potencial de geração de energia. Esse erro consiste em:

- a) apresentar valores muito altos para a grandeza energia.
- b) usar unidade megawatt para expressar os valores de potência.
- c) usar unidades elétricas para biomassa.
- d) fazer uso da unidade incorreta megawatt por hora.
- e) apresentar valores numéricos incompatíveis com as unidades.

**Resposta: D (O correto é MWh e não MW / h)**

Assunto: Energia Elétrica (4.13).

(UFAL) Um aparelho medidor de consumo de energia elétrica tem quatro indicadores. As posições dos ponteiros fornecem os quatro algarismos para a leitura do consumo, em kWh.



A leitura correspondente à ilustração é, em kWh,

- a) 1669
- b) 1751
- c) 1760
- d) 2759
- e) 2770

**Resposta: A (A leitura do relógio é na ordem crescente não importando o sentido)**

(UNESP) As companhias de eletricidade geralmente usam medidores calibrados em quilowatt-hora (kWh). Um kWh representa o trabalho realizado por uma máquina desenvolvendo potência igual a 1 kW durante 1 hora. Numa conta mensal de energia elétrica de uma residência com 4 moradores, lêem-se, entre outros, os seguintes valores:

CONSUMO (kWh) - 300      TOTAL A PAGAR (R\$) - 75,00

Cada um dos 4 moradores toma um banho diário, um de cada vez, num chuveiro elétrico de 3 kW. Se cada banho tem duração de 5 minutos, o custo ao final de um mês (30 dias) da energia consumida pelo chuveiro é de?

- a) R\$ 4,50.
- b) R\$ 7,50.
- c) R\$ 15,00.
- d) R\$ 22,50.
- e) R\$ 45,00.

**Resposta: B**

**Tempo mensal = 10 horas**

$$E = P \cdot t$$

$$E = 3 \times 10$$

$$E = 30 \text{ KWh}$$

**Se 300 KWh custa R\$ 75,00, então 30 KWh custa R\$ 7,50**

(PUC) Uma família composta por cinco pessoas, para diminuir o consumo de energia elétrica domiciliar, usou os seguintes procedimentos:

- a) diminuiu o tempo médio de uso do chuveiro, de 3000W, ocorrendo redução média mensal de 10h;
- b) eliminou o uso do forno de microondas, de 1000W, que era usado aproximadamente durante 12 horas por mês.

A redução média do consumo de energia elétrica, em kWh (quilowatt-hora), durante um mês, foi de:

- a) 42
- b) 32
- c) 24
- d) 12
- e) 10

**Resposta: A**

**Chuveiro**

**$E = P \cdot t$**

$$E = 3 \times 10 = 30 \text{ KWh}$$

**Microondas**

**$E = P \cdot t$**

$$E = 1 \times 12 = 12 \text{ KWh}$$

**Total de 42 KWh**

## Referência

- [1] - PARÂMETROS Curriculares Nacionais: Ensino Médio. *Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*, Brasília, Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnologia, 1999.
- [2] - MÁXIMO, A. e ALVARENGA, B. *Física de olho no mundo do trabalho*, volume único, São Paulo, Editora Scipione, ano 2003.
- [3] - MÁXIMO, A. e ALVARENGA, B.. *Curso de Física*, volume 3., 5.ed., São Paulo, Editora Scipione, 2000.
- [4] - GREF – Grupo de Re-elaboração do Ensino Médio. Física 3, São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 2002.
- [5] - RAMALHO, NICOLAU e TOLEDO, Os Fundamentos da Física. , 8<sup>a</sup> edição, São Paulo, Editora Moderna, ano 2003.
- [6] - GASPAR, A.. *Física*. Volume Único, São Paulo, Editora Ática, 1.ed., 2000.
- [7] - HEWITT, P. G. *Física Conceitual*, 7.ed, Porto Alegre, Editora Bookman, 2002.

### Sites utilizados:

[www.digimer.com.br](http://www.digimer.com.br)

[www.amscomponentes.com.br/fusi2.gif](http://www.amscomponentes.com.br/fusi2.gif)

[www.geocities.com](http://www.geocities.com)

[http://www.kirlian.com.br/info\\_por\\_0078\\_20.asp](http://www.kirlian.com.br/info_por_0078_20.asp)