UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação
Instituto de Física
Instituto de Química
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

O Uso do Processo de Ensino pelo Questionamento em Conteúdos de Eletricidade em Nível de Ensino Médio.

Murilo Nogueira Bueno

Brasília, DF
Janeiro 2008

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação
Instituto de Física
Instituto de Química
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

O Uso do Processo de Ensino pelo Questionamento em Conteúdos de Eletricidade em Nível de Ensino Médio.

Murilo Nogueira Bueno

Dissertação realizada sob a orientação da Profª. Drª. Célia Maria Soares Gomes de Sousa e apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências - Área de concentração: Ensino de Física, pelo Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências.

Brasília, DF
Janeiro 2008

Bueno, Murilo Nogueira

O Uso do Processo de Ensino pelo Questionamento em Conteúdos de Eletricidade em Nível de Ensino Médio / Murilo Nogueira Bueno – Brasília: UNB / Instituto de Física, Instituto de Química, 2008.

ix, 197 f : il.; 31 cm.

Orientador: Célia Maria Soares Gomes de Sousa

Dissertação (mestrado) – UNB / Instituto de Física, Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, 2008.

Referências bibliográficas: f. 76 - 77

1. Ensino de Ciências. 2. Ensino de Física. 3. Atividades Experimentais. 4. Ensino pelo Questionamento. 5. Ensino de Ciências – Tese. I. Sousa, Célia Maria Soares Gomes. II. Universidade de Brasília, Instituto de Física, Instituto de Química, PPGEC. III. Título.

Folha de Aprovação

Dedicatória

À minha orientadora, Professora Doutora Célia Maria Soares Gomes de Sousa, cuja paciência, perseverança, profissionalismo e dedicação tornaram possível esse trabalho.

À minha esposa e aos meus filhos, pelo apoio e compreensão, em especial nas faltas e omissões.

Aos meus pais, pelo incentivo e apoio incondicionais.

A todos os professores e colegas do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, da Universidade de Brasília que com sua disposição para o debate, críticas e sugestões tornaram este trabalho melhor.

Aos meus colegas professores que, apesar da dura rotina, dos problemas indiretos associados à nossa atividade nos dias de hoje e dos constantes revezes na condução da política pública de educação que causam constantes baixas em nossos quadros, ainda se dispõem ao diálogo, ao debate e à busca de melhores meios e técnicas no exercício de nossa profissão.

Aos nossos alunos que, direta ou indiretamente, colaboraram com este trabalho.

Murilo Nogueira Bueno

Agradecimentos

À minha esposa, Fátima Cleni Pereira de Barros Bueno, pelo companheirismo, pelo amor e pela mão firme no timão dessa jornada, nem sempre navegada em águas tranqüilas.

Aos meus filhos Hanna e Pedro Henrique Barros Bueno por, mesmo sem saber, proporcionarem momentos de reflexão e de exercício na atividade de ensinar.

Aos meus pais, Vasco Fernandes Bueno e Maria Áurea Nogueira Bueno por proverem a nós, seus filhos, todo o conhecimento de que precisamos para nos tornarmos o que somos e nos impulsionar a querer saber sempre mais.

Aos professores do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, da Universidade de Brasília que com um conjunto de valores, conhecimento e competência na condução deste programa, poliram em nós espelhos que sempre refletirão seu trabalho.

A todos os colegas do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, da Universidade de Brasília, sem exceções, cujas conversas, discussões e convivência foram tão importantes quanto as aulas na edificação de nosso trabalho e de nossos conhecimentos.

Ao funcionário da secretaria de pós-graduação em Ensino de Ciências, da Universidade de Brasília, José Osmar Fernandes Cavalcante (o Júnior), pelo apoio incondicional, a paciência e tranqüilidade constantes.

Aos meus alunos que me ensinaram muito sobre coisas que eu achava saber e, talvez, me ensinaram mais do que eu a eles.

E, finalmente, à minha orientadora, Professora Doutora Célia Maria Soares Gomes de Sousa. Com sua dedicação, lançou luz sobre os caminhos que julgávamos impenetráveis, nos resgatou de caminhos sem saída e nos deu esperança quando pensamos em desistir.

Murilo Nogueira Bueno

Resumo

Este trabalho trata da identificação, desenvolvimento e aplicação de parâmetros de processo utilizados no ensino pelo questionamento de tópicos de eletricidade, visando a construção de um manual a ser utilizado por professores. Esse desenvolvimento foi realizado em turmas de terceiro ano do ensino médio no período entre o segundo semestre de 2006 e o início do segundo semestre de 2007 em Centros de Ensino Médio da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal, na cidade satélite de Santa Maria, em Brasília, DF.

Para a construção deste material nos fundamentamos nos resultados de estudo já realizado sobre o tema e na teoria da aprendizagem sócio-interacional de Lev Vygotsky. O processo de desenvolvimento da metodologia de aplicação é descrito, detalhando os passos percorridos.

O manual produzido traz, além de informações acerca dos princípios utilizados nas referências bibliográficas encontradas, os parâmetros de aplicação e avaliação do processo de ensino pelo questionamento, identificados e utilizados neste estudo, permitindo o seu uso em qualquer ambiente de ensino de Física com diversos conteúdos.

Palavras-chave: ensino de Física, ensino pelo questionamento, atividades experimentais

Abstract

The paper describes our study for the identification, development and application of process parameters in order to teach Physics subjects by inquiry, proposing to develop a manual forwarded to teachers. The study take place with third grade High School classes in a period concerning 2006 second term and the beginning of 2007 second term in High School Centers of the Distrito Federal Secretary of Education, in the satellite city of Santa Maria, in Brasília.

In order to develop the material, we have based our work on the results concerning researches on teaching Physics by inquiry and on socio-interactive learning theory by Lev Vygotsky. The application methodology is described, detailing all the steps of the process development.

The manual brings, moreover the information regarding the principles found on the references, the application and evaluation parameters used to teach by inquiry, identified and applied on the research, allowing its use in any Physics teaching environment with any Physics subjects.

Keywords: Physics teaching, teach by inquiry, experimental activities

Lista de Ilustrações

Figura 1 49
Figura 2 60

Lista de Tabelas

Tabela 1.....74

Sumário

Introdução 12
O contexto do Estudo 14
Um breve histórico pessoal 15
O Processo de Ensino pelo Questionamento 17
Sobre o Prof. Arnold Arons 22
A experimentação e o ensino pelo questionamento 23
Compreendendo a Linguagem Científica 24
O uso de experimentos no ensino 26
Revisão Bibliográfica 28
Referencial teórico 37
A demonstração experimental e a interação social 37
O questionamento como mediador da aprendizagem 40
A demonstração experimental e a formação de conceitos 42
Considerações finais 44
Metodologia: construindo os caminhos da investigação 46
O Produto Educacional 63
Introdução 63
O Processo de Ensino Pelo Questionamento 63
Diretrizes de Aplicação 64
Diretrizes de Avaliação 65
Análise e Discussão 67
Aplicação 67
Avaliação 73
Conclusão 76
Referências Bibliográficas 78
Apêndices 80

Eu ouço e esqueço.
Eu vejo e acredito.
Eu faço e compreendo.
Confúcio, pensador chinês (551 – 479 AC)

Introdução

Uma das maiores angústias que se abate sobre os professores de Ciências é a de não conseguir atingir os seus alunos de maneira tal que possibilite a eles mais do que simplesmente serem capazes de resolver os problemas e exercícios propostos nos livros, na maioria das vezes, de forma mecânica. Mudanças sutis, pequenos aprofundamentos conceituais, revelam, em geral, uma desastrosa retroação ao não entendimento. Revelam que, de fato, não houve compreensão do conceito e das relações entre eles nos conteúdos estudados.

Essa é uma angústia que me acompanha. O trabalho em ensino de Ciências realmente produz resultado efetivo? O que devemos ou podemos mudar ou melhorar em nossa prática para que esse trabalho tenha o efeito esperado?

Uma das reclamações mais freqüentes por parte dos alunos e de alguns professores é a de que o ensino de Ciências carece da vivência de situações práticas, ou seja, de experimentos. Conseqüentemente, uma das sugestões mais freqüentes para a melhoria desse processo é a introdução ou a intensificação do uso de trabalhos práticos ou experimentais.

Em princípio, parece óbvio e simples a realização dessa atividade já que o senso comum é o de que o processo de experimentação serve como ilustração da teoria apresentada em sala de aula. Porém, a prática demonstra que a atividade experimental se torna tão entediante e tão infrutífera quanto as atividades teóricas, quando conduzida sob essa premissa.

A experimentação conduzida de forma organizada, com objetivos claros e definidos e independentes de simplesmente demonstrar os resultados corretos, ou seja, de “ilustrar a teoria”, pode produzir resultados mais efetivos (HODSON, 1994). Um processo participativo, que utilize a experimentação para discutir o conhecimento e introduzir questões que provoquem o raciocínio e o diálogo demonstra ter esse efeito. Essas questões podem ser respondidas utilizando-se dos conhecimentos construídos na interação com o experimento, com o professor, com o grupo ou com os seus próprios conhecimentos, produzindo um ciclo virtuoso de aprendizado.

Com esse objetivo, desenvolvemos nosso trabalho com base no chamado *Physics By Inquiry* (Física pelo Questionamento) e estudamos uma forma de adaptá-lo à nossa realidade. Essa adaptação consistiu em identificar diretrizes básicas de aplicação do processo que pudessem ser generalizadas e utilizadas dentro da realidade de cada escola, independentemente de seus recursos físicos. Procuramos ainda, com base em outros estudos relacionados a processos de questionamento, estabelecer parâmetros e diretrizes de avaliação da aprendizagem quando da utilização desses processos dada a diferença na abordagem ao conhecimento e a forma de sua apreensão.

O *Physics by Inquiry* é um conjunto de livros que descrevem procedimentos experimentais que devem ser utilizados para responder a uma série de questionamentos propostos. Ele surgiu como resultado dos estudos do grupo de Pesquisa em Ensino de Física da Universidade de Washington atuando na formação continuada de professores. Esse grupo, atualmente liderado pela Dra. Lillian McDermott, foi fundado pelo Dr. Arnold Arons, pioneiro neste tipo de abordagem para o ensino de Física. Arnold Arons, falecido em 2001, propôs que esse ensino deveria ser baseado em "mãos nos experimentos com sistemas físicos concretos, repetidos engajamentos interativos em níveis crescentes de sofisticação, ênfase nas definições operacionais e diálogo Socrático" (HAKE, 2004, p. 2). Apesar da orientação inicial para professores, é um processo aplicável a qualquer nível de ensino de Física ou de Ciências.

O processo de questionamento, contudo, não se restringe ao *Physics By Inquiry*. Diversas são as referências a esse tipo de procedimento na literatura americana e a sua grande maioria cita Arnold Arons. Essa massiva recorrência se deve à fantástica síntese de princípios desenvolvidos por ele para a aplicação de um ensino calcado no pensamento inquisitivo.

Assim, como desdobramento natural desse estudo, pretendemos construir um produto educacional embasado nos resultados aqui obtidos. A idéia desse produto é a de um conjunto de diretrizes capazes de orientar o processo de questionamento, consistindo de um manual para os professores de Física para o Ensino Médio visando a utilização de experimentos de forma questionadora. Essa orientação se dará na forma de parâmetros e não na forma de procedimentos prontos, ao contrário do proposto no *Physics by Inquiry*. Essa adaptação se torna necessária para que possa acomodar as diferentes realidades das nossas escolas.

Apesar de muitos esperarem de um trabalho que trate de experimentação que este venha recheado de receitas prontas, não será esse o nosso caso. Estabelecer parâmetros é a melhor forma de ajudar na construção de seus próprios experimentos, respeitando a realidade do aluno, suas diferenças culturais e, ainda, promover o questionamento interno do próprio professor, colocando-o como parte do processo de diálogo e fazendo com que as dificuldades encontradas durante a elaboração de cada atividade gerem questões e não o reconhecimento de obstáculos que devam ser contornados e evitados de ser expostos aos alunos.

O processo de questionamento é um processo de diálogo. Diálogo com o experimento, diálogo com o conhecimento, diálogo entre as partes do processo de ensino. Assim, mais do que ilustrar, mais do que demonstrar, aprender por questionamento é experimentar o conhecimento. Seria incoerente propor um manual com todo o processo descrito, determinando quais atividades a serem realizadas, quais questões a serem perguntadas. Escaparia aí a sua essência.

O contexto do estudo

Como professor do Ensino Médio da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal, trabalho na Diretoria Regional de Santa Maria, cidade satélite de Brasília. Essa cidade é caracterizada basicamente como cidade dormitório, com boas condições de infra-estrutura, porém sem muitas opções de lazer para a população. A cidade possui índices de violência elevados, em especial no período entre 18h00min e 00h00min, conforme dados da Polícia Civil do DF[1].

Segundo dados da *Sinopse Administração Regional de Santa Maria – 2005*[2], a cidade, distante 26 km de Brasília, possui uma população de 120.000 habitantes e foi criada a partir de assentamento desenvolvido no local pela distribuição assistencial de lotes habitacionais. Segundo dados sócio-econômicos da Secretaria de Estado de Planejamento, Coordenação e Parceiros do Distrito Federal – SEPLAN[3] referenciados no Censo do IBGE 2000, a população possui uma renda domiciliar de

[1] http://www.pcdf.df.gov.br/RAC/RelatorioAnaliseCriminal33DP.PDF

[2] http://www.santamaria.df.gov.br

[3] http://www.seplan.df.gov.br

4,77 salários mínimos e uma renda per capita de 1,11 salários mínimos, caracterizando, portanto, uma população de baixa renda.

No início dos estudos para este trabalho, estava exercendo minhas atividades em um regime chamado de “Jornada Ampliada” com turmas das 3ª séries do Ensino Médio. Nesse regime, de dedicação exclusiva e no período diurno, o professor ministra 30 a 32 horas-aula em um turno e realiza atividades de coordenação no outro turno. Posteriormente, como alternativa para melhorar o tempo disponível para a realização dos estudos deste mestrado, passei a atender no período diurno a uma carga de 20 horas com turmas de 1ª série e à noite uma carga integral noturna de 20 horas com turmas de 3ª série. Finalmente, em função de problemas pessoais, passei a atender exclusivamente no período noturno.

Um breve histórico pessoal

O meu contato inicial com o processo de ensino pelo questionamento foi em um programa apresentado na TV Escola sobre o *Physics by Inquiry*. Nesse trabalho, ocorriam diversas atividades experimentais cujos efeitos eram utilizados para questionar o senso comum e conduzir à compreensão dos conceitos físicos envolvidos. Os experimentos eram conduzidos a partir de um roteiro básico e de algumas questões a serem respondidas.

Pareceu-me natural e simples, portanto, desenvolver um estudo utilizando essa metodologia, adaptada à nossa realidade. Porém, a realidade da aplicação desse tipo de trabalho não é tão simples quanto parece. Existem exigências bastante estritas que devem ser observadas para que se obtenha o sucesso pretendido uma vez que, como já dito anteriormente, a aplicação de um experimento não é mera ilustração animada de um conteúdo.

A minha trajetória de formação e a minha trajetória profissional me levaram a ter uma afinidade profunda com esse método. Tendo estudado em um curso técnico do SENAI, cuja metodologia é calcada em trabalhar teoria e prática de forma integrada e complementar, fui educado a ter uma visão multifacetada de diversos processos produtivos da indústria mecânica. Não era somente compreender o funcionamento de uma máquina e ser treinado na sua operação. A instrução abrangia as propriedades das matérias-primas envolvidas, os recursos dos equipamentos e das ferramentas. Esses conhecimentos, utilizados na realização das atividades didáticas propostas, eram fundamentais para se alcançar as respostas solicitadas, tais como o

acabamento, a precisão na reprodução de medidas e formas, a criação de soluções para problemas de projeto e de execução, entre outras habilidades.

Posteriormente, quando em atividade profissional, esses conhecimentos e habilidades produziram um modo pensante que possuía uma estrutura que era a reunião de conceitos teóricos e práticos utilizados na solução de problemas, interpretação de resultados, propostas de ação, entre outras atividades. Essa estrutura de pensamento acaba se tornando útil exatamente pela facilidade de diálogo entre os membros técnicos de uma equipe de trabalho, uma vez que estes falam a mesma linguagem e são capazes de construir as mesmas imagens, prever ações e comportamentos de materiais e máquinas.

Já como professor para alunos do ensino médio, apesar da necessidade institucionalizada (e muitas vezes exigida pelos próprios alunos) de cumprimento de conteúdos, sempre que possível busquei concentrar o processo de ensino na discussão dos problemas e conceitos dos temas escolhidos. Nesse processo, tentava produzir uma abordagem participativa e ativa e não simplesmente transmissiva como na forma tradicional. Esse procedimento, porém, carecia de elementos de mediação (prática) que produzissem a internalização e as tornassem mais interessantes, tais como as encontradas no processo em estudo neste trabalho.

O Processo de Ensino pelo Questionamento

O que se chama formalmente de *Physics by Inquiry* (Física pelo Questionamento) trata-se de um projeto desenvolvido há mais de 30 anos pelo *Physics Education Group* (Grupo de Ensino de Física) da Universidade de Washington. Esse trabalho, lançado na forma de livro em 1996, é constituído de dois volumes que trazem uma série de procedimentos experimentais relativos a diversos temas da Física. Além do *Physics by Inquiry*, existem outros trabalhos que tem a mesma orientação, ou seja, *ensino pelo questionamento*.

O Grupo de Ensino de Física da Universidade de Washington, atualmente dirigido por Lillian McDermott, foi fundado por Arnold Arons, pioneiro neste tipo de abordagem para o ensino de Física. O professor Arons é uma referência constante em qualquer trabalho que trate de ensino de Física pelo Questionamento.

Mas, em que consiste o ensino pelo questionamento? Hake (2004) chama o processo inaugurado por Arons de *The Arons-Advocated Method* (O Método Arons-Advogado), justamente por realizar um processo de *argumentação e questionamento com o conhecimento*, semelhante ao processo utilizado por um advogado. Esse método foi construído de modo empírico, apesar de o autor ter tido a influência de diversos teórico da aprendizagem, e enfatiza o diálogo como instrumento de construção do conhecimento. Quando se diz *diálogo* se quer dizer troca de informação, de ambas as partes, ou nas palavras de Arons (em HAKE, 2004, p.3) *shutting up and listening carefully to students* (calando a boca e ouvindo atentamente os estudantes, *tradução nossa*).

Hake (2004) evidencia 11 pontos que definem o método de Arons:

1 – Compreensão conceitual

Arons entende que os conhecimentos científicos não são descobertas mas sim o produto da abstração ou da ação deliberada da inteligência humana. Dessa forma, não são por inteiro acabados, definitivos ou imutáveis. Também guardam a característica de terem sido primeiro experimentados, operados e sentidos para depois ganharem um nome ou definição.

Nas palavras de Arons

> […] conceitos científicos não são objetos “descobertos” por um explorador mas abstrações deliberadamente criadas ou inventadas por atos da inteligência humana [...] essa abordagem permite uma clara introdução à noção de definições operacionais [...]
> (ARONS em HAKE, 2004, p.4, tradução nossa)

2 – Conhecimento operativo

> Conhecimento Declarativo consiste em conhecer “fatos” como, por exemplo, que a Lua brilha por refletir a luz do Sol [...] Conhecimento Operativo, por outro lado, envolve a compreensão da fonte de tal conhecimento declarativo (como sabemos que a Lua brilha por refletir a luz do Sol?) [...] Para desenvolver uma compreensão genuína dos conceitos e teorias que subjazem o conhecimento operativo, o estudante deve se engajar em atividades metais de dedução e indução em conjunto com a interpretação da observação e da experiência pessoal.
> (ARONS em HAKE, 2004, p.5, tradução nossa)

3 – Engajamento interativo

Esse engajamento interativo é proposto em oposição à exposição didática passiva para conceitos difíceis, incluindo: “a) mãos e mentes na experiência com sistemas físicos concretos e, b) engajamento repetido em níveis crescentes de sofisticação” (HAKE, 2004, p.5, tradução nossa).

4 – Diálogo Socrático

O diálogo Socrático é baseado em duas figuras de retórica, a *antítese* ou *síncrise* e a *anácrise*. Antítese ou síncrise é a confrontação de dois ou mais pontos de vista estabelecendo uma contradição. A anácrise consiste na técnica de provocar o interlocutor a falar, externando claramente sua opinião.

Arons entende que

> O professor deve aprender a realizar questões seqüenciais simples, conduzindo o estudante de uma forma deliberadamente Socrática. Após cada questão, ele deve se calar e ouvir cuidadosamente as respostas. [É uma tendência dos questionadores mais inexperientes dar a resposta ou mudar a questão se uma resposta não ocorre em um segundo] Deve-se aprender a esperar até 4 ou 5 segundos e então se descobre que os estudantes, tendo

> tempo para pensar, responderão e revelarão suas linhas de raciocínio. Conforme os estudantes respondem a esse questionamento cuidadoso, pode-se começar a discernir os erros, concepções equivocadas e passos falsos na lógica. Não se aprende nada dando as "respostas certas" ou "explanações lúcidas". O que importa de *fato* é que os estudantes não se beneficiam em nada com essas respostas e explanações; eles simplesmente as memorizam. Os estudantes são muito mais significantemente ajudados quando são levados a confrontar contradições e inconsistências nos quais eles falam e então espontaneamente alteram suas afirmações como resultado dessas contradições.
> (ARONS em HAKE, 2004, p.7, tradução nossa)

5 – Atenção ao desenvolvimento cognitivo

O processo deve estar concernente com o desenvolvimento cognitivo do estudante, caso contrário o processo fracassará. Independentemente da orientação teórica do professor, ele deve utilizar as premissas de desenvolvimento cognitivo com as quais tem afinidade para realizar seu trabalho. Obviamente que, implicando em uma interação intensa entre professor e aluno, o processo de questionamento é mais afim às orientações construtivistas e sócio-interacionistas.

> Se nossa inferência estiver correta (de que apenas 1/3 dos estudantes que saem do *college* atingiram o que Piaget [...] chamou de nível "operacional formal"), nos parece que a explicitação do problema e as medidas para atacá-lo, devem começar nos *colleges* e universidades. Essas instituições educam os professores para o sistema educacional com o qual nós estamos envolvidos. Elas devem liderar a conversão destes de entes passivos que meramente permitem um desenvolvimento *sui generis* de uma pequena fração da população para entes que assistem ativamente o desenvolvimento intelectual de uma grande proporção da população da qual temos todos os motivos para acreditar serem capazes de desenvolver um raciocínio lógico abstrato.
> (ARONS em HAKE, 2004, p.8, tradução nossa)

6 – Atenção às pré-concepções dos alunos iniciantes

Khun (1962) defende que não somos "tábulas rasas", ou seja, trazemos conosco experiências e concepções que vivenciamos no dia-a-dia e esses conheci-

mentos não podem e não devem ser desprezados no processo de ensino. Para Arons

> A maioria dos nossos estudantes nos chega imbuídos com regras e noções intuitivas que nós somos tentados a chamar de *concepções errôneas*. Essas noções intuitivas […] estão embasadas na experiência diária […] Nossa orientação pedagógica […] caracteriza essas noções como "*pré-concepções*" [ou concepções prévias] […]
> (ARONS em HAKE, 2004, p.8, tradução nossa)

7 – Definições operacionais

"A definição operacional de X implica simplesmente na *medida* de X. As definições operacionais são, portanto, cruciais na Ciência e no pensamento crítico" (HAKE, 2004, p. 9, tradução nossa).

Hake, citando Poincaré, justifica essa definição

> Quando dizemos que a força é a causa do movimento, nós falamos metafisicamente e essa definição, se estivéssemos satisfeitos com ela, seria absolutamente estéril. Para que essa definição tenha uso geral, ela deve nos ensinar a medir a força; e isto é o suficiente. Não é de todo necessário que ela nos ensine o que a força é em si, nem que é a causa ou o efeito do movimento.
> (POINCARÉ em HAKE, 2004, p.9, tradução nossa)

8 – Redução no volume e no passo dos Cursos Introdutórios Padrão

Devemos entender que o contexto de *Cursos Introdutórios* é semelhante, nas nossas Universidades, aos cursos básicos. Podem ser entendidos, por extensão, os cursos de Física no Ensino Médio. Sobre isso, Arons escreve

> [...] nós devemos cortar o volume e o passo da cobertura [de conteúdo] que temos programado em *todos* os nossos cursos. Os estudantes devem ter tempo para formar conceitos, pensar, raciocinar e perceber relações. Eles devem discutir idéias e devem escrever sobre isso.
> (ARONS em HAKE, 2004, p. 9, tradução nossa)

Novamente, Arons faz uma observação sobre essa necessidade

> O modelo relativístico de instrução é baseado na premissa que, se começarmos com uma E-N-O-R-M-E extensão de conteúdo e o passarmos pelo estudante a uma velocidade suficientemente alta, a contração de Lorentz irá encurtá-lo ao ponto de sermos capazes de "pingá-lo" [aspas nossas] dentro da cavidade que é a mente dos estudantes.
> (ARONS em HAKE, 2004, p. 9, tradução nossa)

9 – Idéia primeiro, nome depois

Arons deixa clara a idéia de que estamos muito ligados ao nome das coisas mas que não sabemos o quê ou como elas realmente são. Com suas palavras

> […] os estudantes devem saber que o nome das coisas não faz mais do que esconder a ignorância – que até os dias de hoje, apesar do poder da síntese Newtoniana e da beleza da teoria geral da relatividade, nós não temos nenhum mecanismo para a interação e nenhuma idéia de como ela "funciona". É interessante atentar para o que Galileu tinha a dizer sobre esse assunto. No Diálogo Sobre os Dois Grandes Sistemas do Universo podemos encontrar o seguinte desafio:
> SIMPLICIO: A causa desse efeito [que é o que move as coisas para baixo] é bem conhecida; todos sabem que é a gravidade.
> SALVIATI: Você está errado, Simplicio; o que você com certeza disse é o que todos sabem ser chamado de "gravidade". O que eu estou lhe perguntando não é o nome da coisa, mas sua essência, da qual você não conhece muito mais do que a essência do que quer que seja que move as estrelas. Eu aceito o nome que foi dado a ela e que a tornou uma palavra familiar pela experiência continua que nós temos com ela. Porém, nós não compreendemos realmente qual princípio ou qual força é essa que move as pedras para baixo […]
> Parece que a forma apropriada desse diálogo não mudou muito nos últimos quatrocentos anos.
> (ARONS em HAKE, 2004, p.10, tradução nossa)

10 – A importância de um curso sobre a "Linha Histórica"

Arons evidencia a importância de se conhecer a linha histórica da evolução dos conceitos como forma de se compreender a construção do conhecimento científico, dando-lhe a correta dimensão humana

> Exemplos de conteúdos reduzidos e seleção de boas linhas históricas existem em nossos livros, apesar desses exemplos serem relativamente raros.

> Para ilustrar o que eu quero dizer […] O Projeto Curso de Física […] [Rutherford et.al (1970) é] […] um exemplo de como conduzir uma linha histórica que nos leva ao início da Moderna Física Atômica e Subatômica, deixando de fora assuntos desnecessários e introduzindo muitas das perspectivas intelectuais advogadas nesse ensaio [...]
> (ARONS em HAKE, 2004, p. 10, tradução nossa)

11 – A Ciência como "*Liberal Arts*"

A acepção de *liberal arts*, em especial para o norte-americano[4], é a de "objetos de estudo que desenvolvem o conhecimento geral dos estudantes e a habilidade de pensar em vez de suas habilidades técnicas". É o equivalente em português ao que se chamava de *humanidades*. Segundo a versão eletrônica do Dicionário Houaiss[5], humanidades se refere "no programa escolar, estudos clássicos, literários e filosóficos, de segundo e terceiro graus".

Sobre o Prof. Arnold Arons[6]

O Professor emérito Arnold Arons faleceu em Seattle, aos 84 anos de idade, em 28 de Fevereiro de 2001. Muitos o recordarão pelo seu esforço em prol do Ensino da Física, mas o seu currículo já era muito extenso antes de se dedicar à Educação. Em 1937 obteve o MA em Físico-Química e em 1940 o MS em Físico-Química, ambos no Stevens Institute of Technology seguindo-se, em 1943, o PhD, também em Físico-Química na Harvard University. De 1943 a 1946 foi membro da Woods Hole Oceanographic Institution; liderou o grupo que efetuou as medidas de ondas de choque durante os testes da primeira bomba atômica no atol de Bikini em 1946. Entre 1946 e 1968 lecionou primeiro no Stevens Institute e depois no Amherst College, tornando-se conhecido pelos seus estudos sobre a circulação oceânica abissal e sobre a física das nuvens.

Em 1968, o Prof. Arons ingressou no Departamento de Física da Universidade de Washington, passando a se dedicar ao ensino de Física. Recebeu em 1972 a medalha Oersted da *American Association of Physics Teachers* (Associação Ame-

---

[4] Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English, 6th edition, 2001

[5] http://houaiss.uol.com.br

[6] Extraído do artigo GENERALIZAÇÕES A PARTIR DOS RESULTADOS DA INVESTIGAÇÃO PEDAGÓGICA em http://nautilus.fis.uc.pt/gazeta/revistas/26_2-3/artigo1.pdf (com adaptações)

ricana dos Professores de Física), em reconhecimento pela sua notável contribuição para a educação. Entre os seus muitos livros e artigos destaca-se *Introductory Physics Teaching* (publicado pela Wiley) considerado um clássico do ensino da Física. Era conhecido (e temido) pelo seu humor, por vezes sarcástico.

A experimentação e o ensino pelo questionamento

O ensino pelo questionamento utiliza a mesma estrutura física do laboratório tradicional, porém com uma abordagem diferente. Os processos experimentados servem sempre como base para o lançamento de questões provocativas no sentido de produzir reflexão e explorar os pontos conflitantes ou que apresentem dúvidas.

O trabalho de laboratório neste enfoque, sendo um mediador do processo de aprendizagem, deve ter um objetivo bem definido, caso contrário perde sua eficácia. Este objetivo precisa ficar claro para o aluno.

Não se deve confundir, contudo, *deixar claro o objetivo para o aluno* com *indicar o caminho para atingir o objetivo*. Devemos lembrar que o aluno possui seu conjunto de conhecimentos espontâneos ou prévios e que o objetivo é fazer com que o conhecimento científico complemente o espontâneo e vice-versa.

O aluno deve ter liberdade para explorar o material de experimentação sob a orientação de procedimentos básicos que indiquem *o que fazer* e não *como fazer*, anotando os resultados obtidos, formulando suas dúvidas e questões ao professor durante a sua execução e respondendo a um conjunto de questões. Este procedimento estimula o diálogo de internalização já que, muitas vezes, o experimento pode não conduzir ao resultado previsto no repertório de conhecimentos espontâneos ou simplesmente atribui significado formal a este conhecimento.

Hodson (1994) observa que a realização de experiências conta com uma série de características importantes no que diz respeito ao comportamento dos alunos. Muitos se apóiam no colega mais habilidoso para realizar a atividade de forma a garantir o atingimento do resultado esperado (não estamos falando aqui de objetivo). Outros copiam o resultado de quem já conseguiu concluir a tarefa, entre outras táticas para facilitar o trabalho de realização do experimento.

Em um ambiente de experimentação convencional, isso é tomado como uma falha no atingimento do objetivo do processo, já que os resultados foram conseguidos, mas não realizados por todos. Em um ambiente de questionamento estas atitudes são vistas como necessárias para que haja a interação e se alcance o objetivo

proposto, uma vez que não há resposta correta a ser conseguida, mas que se produza o diálogo.

No processo de questionamento, ao contrário do processo expositivo, ocorre diálogo tanto interno quanto externo. O aluno, mesmo que colocado a realizar experimentos mentais estará “manipulando” símbolos e seus significados. Assim, realiza-se uma internalização mais eficiente com um crescimento da organização do conhecimento na estrutura mental

O processo de questionamento é capaz de prover o aluno com uma série de símbolos e significados próprios da Ciência o que faz possível dominar a linguagem científica. Van Heuvelen (1991) traça uma comparação interessante entre as abordagens de problemas por parte de um cientista e de um estudante. O diferencial entre os dois reside, essencialmente, no domínio da linguagem científica.

Assim, os processos de questionamento propostos, utilizando recursos de laboratório e outros experimentos, são excelentes agentes mediadores tanto por fornecerem símbolos e significados, caracterizados pelos objetos manipulados, os resultados obtidos e a experiência vivida, quanto por promover e provocar o diálogo interno, caracterizado pela ação questionadora do professor e pela interação professor-aluno e aluno-aluno.

Questiona-se o uso dos laboratórios na forma normalmente empregada nas escolas, uma vez que a maioria dos professores o encara como uma necessidade ou um mero exercício de demonstração das *teorias* aprendidas em sala de aula. Esse uso se dá seguindo procedimentos padronizados e buscando um *resultado correto* (HODSON, 1994). Obviamente, esse formato conduz à reprodução de uma receita e, portanto, à mera realização mecânica do experimento, desprovida de qualquer raciocínio crítico e priorizando quase que exclusivamente a habilidade psicomotora.

Compreendendo a linguagem científica

Talvez um dos motivos pelo qual a maioria dos alunos não crie afinidade e não compreenda o que se pretende ensinar nas aulas de ciências seja o fato deles não compreenderem a linguagem científica. E o processo de ensino que usualmente

se utiliza, tanto teórico quanto prático (experiências), não colabora para que se alfabetize ou que se habilite o aluno a compreender a linguagem científica[7].

É óbvio que nossos alunos têm domínio da linguagem natural e é aí que está o primeiro e principal problema de nossas aulas: imaginamos que a linguagem científica é apenas o acréscimo de alguns termos técnicos ao vocabulário da linguagem natural. Pois não é!

Segundo Halliday e Martin (1993), apesar de derivada da linguagem natural, a linguagem científica possui vocabulário próprio e estrutura gramatical própria. Como toda linguagem, surge da necessidade do homem de se comunicar e, mais especificamente, da necessidade de sistematização do conhecimento científico. É, portanto, um elemento social e um importante sistema de signos.

Assim, como toda nova linguagem que deve ser incorporada ao nosso sistema de comunicação (uma língua estrangeira, por exemplo), a linguagem científica deve ser ensinada apesar de, como já dito, ela ser derivada e utilizar elementos da linguagem natural do aluno. Isso se faz necessário para que o aluno seja capaz de compreender o que se quer comunicar nas aulas, nos livros, textos de divulgação e demais materiais instrucionais ou para-instrucionais, tais como os experimentos (HALLIDAY e MARTIN, 1993).

A linguagem científica não é apenas o reflexo da experiência humana, mas a construção ou interpretação de um conhecimento, ou seja, não trata só de relatar o conhecimento construído, a interpretação dos dados de uma experiência ou a sua descrição. O ato de descrever o experimento, relatar a interpretação de seus dados, relatar o conhecimento construído, propor uma teoria ou descrever uma lei, isso é produzir linguagem científica (HALLIDAY e MARTIN, 1993).

Para Wellington e Osborne (2001), é preciso lembrar ainda que a linguagem científica não é composta somente da linguagem verbal. Ela usa palavras, imagens, símbolos, ações e outros modos de comunicação. Dessa forma, a arte da boa comunicação no ensino de Ciências envolve pelo menos três habilidades. São elas:

---

[7] EVANGELISTA, P.C.Q.; BUENO, M.N. *Seminário* Letramento Científico, *apresentado na disciplina Educação Científica, Tecnológica e Ambiental do PPGEC*, UNB, 2006

1 – O reconhecimento de que ensinar envolve vários modos de comunicação. Em Ciências nós temos:

– a palavra falada e escrita;
– representações visuais;
– imagens, diagramas, tabelas, modelos e gráficos;
– movimento e animação em modelos físicos;
– trabalhos práticos (incluindo tocar, sentir, cheirar e ouvir);
– símbolos matemáticos e equações.

2 – A consciência de que esses diferentes modos de comunicação servirão para diferentes alunos. Alguns modelos funcionarão melhor para alguns alunos e outros não.

3 – A habilidade de ir de um modelo a outro quando se ensina.

Entendemos que os experimentos, portanto, não são o simples exercício de ilustrar a teoria. São instrumentos de interação capazes de mover, de forma bastante eficiente, os diversos modos de comunicação da linguagem científica. Sua capacidade de comunicação, portanto, é subutilizada, considerada a forma de aplicação na qual corriqueiramente é empregada.

O uso de experimentos no ensino

Fica evidente para nós que a utilização de atividades experimentais no ensino de ciências deve ser uma atividade melhor explorada, seja pela capacidade de comunicação que proporciona, seja pelo poder de associar estímulos sensoriais. Essa utilização deve perder, contudo, o caráter exclusivamente ilustrativo e adquirir a dimensão de forma de comunicação. Nesse aspecto, podemos utilizá-lo como meio de diálogo com o aluno, com a Ciência, com o objeto de estudo e com a teoria.

Enxergar o experimento como instrumento de linguagem trás para a sua execução a liberdade do diálogo entre professores e alunos sobre as limitações da Ciência e suscita a discussão sobre eventuais problemas surgidos no processo. Dialogar significa contrapor dúvidas, buscar significado, questionar o senso comum; significa trocar experiências e exercitar a busca de informação e a utilização de informação já conhecida. Isso é dialogar com a Ciência; isso é utilizar a linguagem da Ciência.

Assim, a proposta de um ensino pelo questionamento baseado em atividades experimentais surge como uma atividade natural. Mas não basta realizar atividades experimentais. A sua realização deve ser uma atividade provocadora do senso comum, impositora de dúvidas e suscitadora de questões. Deve ser uma atividade dialógica que exige tanto de professores quanto de alunos uma interação maior do que só a ação sobre os objetos, a realização de roteiros e a obtenção de resultados pré-estabelecidos.

Enquanto as escolas particulares ou públicas de regiões mais centrais e melhor providas de recursos podem contar, eventualmente, com laboratórios ou com capacidade de adquirir material mais sofisticado, escolas em regiões periféricas e com menores recursos podem se utilizar de materiais alternativos ou de baixo custo. Essas diferenças não podem ser entraves ou inviabilizar o processo de questionamento. Ao contrário, cada realidade pode ser contemplada com processos de questionamento se seguirem parâmetros gerais de concepção, realização e condução dos experimentos e da avaliação de seus resultados.

Revisão Bibliográfica

A revisão da literatura realizada para balizar este trabalho se traduz em uma busca baseada na literatura de referência citada pelo grupo de pesquisa da Universidade de Washington responsável pelos livros *Physics by Inquiry*. Essa escolha foi necessária para que pudéssemos colher referências coerentes com o trabalho proposto. Porém, para limitar o período dessa revisão, realizamos essa busca em um período compreendido, porém não rigidamente restrito, entre 1994 e 2004. O resultado dessa revisão é apresentado a seguir. A pesquisa por literatura foi concentrada em fontes norte-americanas, sendo elas o *American Journal of Physics* e a revista *The Physics Teacher*, uma vez que este processo foi desenvolvido e é bastante utilizado nos Estados Unidos, sendo que referências a ele são pouco encontradas no Brasil.

Dessa pesquisa foram destacados 10 artigos que foram classificados em três categorias:

1 – Metodologia e Processo

2 – Avaliação

3 – Parâmetros de aplicação de processo de ensino pelo questionamento

Por Metodologia e Processo entendemos a elaboração de manuais e textos que descrevem a metodologia utilizada e os elementos do processo de ensino por questionamento, tais como os procedimentos experimentais a serem aplicados tanto aos alunos quanto à formação de professores, as questões propostas para as atividades, etc. Por Avaliação entendemos os parâmetros que descrevem os processos de elaboração de testes e análise dos resultados demonstrados pelos alunos. Por Parâmetros de Ensino entendemos a descrição de parâmetros de aplicação de métodos e as estratégias válidas para a sua realização.

A seguir comentaremos a revisão bibliográfica realizada neste trabalho por categoria.

1 – Metodologia e Processo

Nessa primeira categoria está o artigo de McDermott e Shafer (2000), além dos dois volumes da coleção *Physics by Inquiry* (MCDERMOTT *et al.*, 1996).

Em McDermott e Shafer (2000) encontramos um texto estruturado basicamente em duas linhas gerais: uma crítica à formação de professores, incluindo a estrutura dos cursos de formação, e estratégias de formação de professores para o ensino de Física pelo questionamento como alternativa de melhoria.

As críticas à formação de professores têm como núcleo o grande conteúdo aplicado aos estudantes de Física em um prazo muito curto. Esse paradigma, freqüente na grande maioria dos cursos, não permite que os alunos tenham tempo para desenvolver um conhecimento profundo e adequado dos conceitos. O objetivo e a estrutura dos cursos de formação em geral não são adequados à formação de professores.

Os autores defendem que a formação dos professores deve abranger a compreensão aprofundada dos conceitos físicos e da natureza da Ciência. Também, devem preparar para enfrentar as dificuldades mais freqüentes dos estudantes. Isso impacta diretamente o currículo e a filosofia das instituições formadoras de professores, demandando a criação de cursos específicos de formação de professores. A crítica realizada por McDermott e Shafer (2000) quanto à política de formação de professores e a necessidade urgente de sua reformulação por parte das Faculdades e Universidades, apesar de ser baseada em parâmetros dos Estados Unidos, reflete uma realidade sentida também aqui no Brasil.

A alternativa proposta é a preparação de professores recém formados e em serviço para aplicar processos de ensino pelo questionamento. Isso implica em fazê-los aprender pelo processo de questionamento. Essa preparação é justificada pela necessidade de o professor estar em um paradigma de ensino igual ao que pretende ensinar, ao contrário do que ocorre na maioria das instituições de formação.

Finalmente, o texto descreve estratégias de treinamento de professores utilizando o *Physics by Inquiry*. Também, demonstra a melhora na qualidade da formação dos professores comparando resultados de avaliação da compreensão dos conteúdos.

A coleção *Physics by Inquiry* (MCDERMOTT *et al.*, 1996) é composta por dois volumes e constituída de módulos baseados em experimentos que têm como objetivo introduzir os alunos aos conceitos científicos e permitir que eles sejam capazes de, partindo de suas observações, desenvolverem conceitos científicos e construir modelos. Ainda, deve permitir que os alunos desenvolvam capacidade de

prever resultados qualitativamente, desenvolvendo raciocínio científico que os capacite a inter-relacionar conceitos, modelos e representações do mundo real.

O volume 1 provê experimentos que desenvolvem habilidades básicas da Ciência como medir, comparar e perceber propriedades dos materiais e dos fenômenos físicos. O volume 2 fornece experimentos para o estudo mais profundo de alguns dos fenômenos tratados no volume 1.

Esse trabalho foi elaborado inicialmente para a preparação de professores de Ciências do Ensino Fundamental (K-12, equivalente a 5ª a 8ª séries), mas pode ser utilizado por alunos do Ensino Fundamental ao Médio. Ele é o resultado de mais de 25 anos de pesquisas do Grupo de Ensino de Física da Universidade de Washington, dirigido pela professora Lillian C. McDermott.

Nesta categoria, de **Metodologia e Processo**, encontramos diversos recursos de instrução utilizados em um processo de questionamento. Esses recursos são fundamentais como base para o desenvolvimento das atividades aplicadas neste trabalho, em especial para a formação de professores.

É interessante observar que o *Physics by Inquiry* contém uma lista detalhada de materiais para uso nos experimentos, algo bastante peculiar dos manuais americanos. Ela, contudo, pode sofrer adaptações à nossa realidade que em nada prejudicam o resultado final. É um exercício interessante de criatividade explorar as possibilidades que surgem dessa necessidade.

2 – Avaliação

Nesta categoria se enquadram quatro artigos que podemos classificar em duas subcategorias:

2.1 – *Processos de Avaliação*, onde se enquadram os trabalhos de Halloun e Hesteness (1985), Hesteness, Wells e Swackhamer (1992) e Hesteness e Wells (1992).

2.2 – *Comparação de Desempenho*, onde se enquadra o trabalho de Thacker *et al*. (1994).

No que se refere à subcategoria *Processos de Avaliação*, Halloun e Hesteness (1985) descrevem um teste que busca acessar o conhecimento prévio dos alunos antes de eles serem submetidos a um processo de ensino. O teste é dividido em um teste de conhecimentos de Física na área de Mecânica e um teste matemático.

O teste de Física foi elaborado de forma a permitir a solução qualitativa dos problemas. Já o teste matemático visa uma avaliação das habilidades matemáticas

e as avalia de forma quantitativa. O artigo traz uma avaliação da validade e confiabilidade do teste de Física.

O processo é usado para realizar uma avaliação do ganho de conhecimento que é obtido pelos alunos após a exposição ao curso introdutório de Física da Universidade do Arizona, por diversos professores. Os autores utilizam um delineamento com um pré-teste e um pós-teste para determinar esse ganho.

Os resultados demonstram que não ocorre mudança significativa no estado de conhecimento inicial dos alunos uma vez que os ganhos ficaram na média de 4,5%. Concluem também que o conhecimento inicial dos alunos tem impacto profundo no desempenho na universidade.

Hesteness, Wells e Swackhamer (1992) buscam levantar o que chamam de Inventário de concepções sobre força dos alunos. Esse inventário é utilizado para avaliar e melhorar o processo de ensino. O levantamento é realizado através de testes que procuram avaliar os conhecimentos físicos de forma qualitativa e os conhecimentos matemáticos de forma quantitativa. Os testes estão em anexo ao texto.

Os autores comparam o desempenho de diversos segmentos de ensino, do nível médio ao superior com a aplicação de pré-testes e pós-testes. Concluem que o inventário é fundamental na melhora do desempenho de alunos que foram submetidos a um processo de ensino que se utiliza dele como meio auxiliar para conduzi-los a uma reelaboração de conceitos equivocados.

Este artigo de Hesteness e Wells (1992) é, basicamente, um complemento do artigo de Hesteness, Wells e Swackhamer (1992), porém voltado aos alunos que já tiveram instrução formal em Física. Comparativamente, o teste proposto neste artigo seria equivalente a um pós-teste, enquanto o descrito naquele artigo seria equivalente a um pré-teste. Os autores descrevem o conjunto dos dois procedimentos como complementares e componentes de um sistema de avaliação de alunos de cursos introdutórios de Física em quaisquer níveis de ensino.

No que se refere à subcategoria *Comparação de desempenho*, temos o artigo de Thacker *et al*. (1994) onde os autores descrevem o problema de se comparar o desempenho dos alunos submetidos a um processo tradicional de ensino e um processo por questionamento. Esse problema reside na diferença de abordagem que cada processo dá ao ensino: enquanto no processo tradicional há uma grande ênfase quantitativa, no processo por questionamento há grande ênfase qualitativa. Ambos, contudo, não são mutuamente excludentes, ou seja, o processo tradicional

não exclui o tratamento qualitativo e o questionamento não exclui o quantitativo. Assim, o desafio é criar um teste que permita aos alunos, tanto os ensinados por processo tradicional quanto aqueles ensinados por questionamento, resolvê-los.

O artigo descreve os parâmetros utilizados no desenvolvimento desses testes e os resultados de testes de comparação do desempenho entre alunos ensinados por processos distintos. Os processos avaliados incluíram cursos de nível superior em diversas modalidades. Um dos cursos, para alunos que, em sua maioria não haviam feito um curso específico de Física, foi ministrado com base em processo por questionamento. Os demais alunos avaliados cursaram turmas de especialização em Física (*Honors Physics*), turmas de Física para Engenharia e turmas de Física para não-cientistas, todos ensinados por processos tradicionais.

Os resultados mostraram que os alunos ensinados por questionamento tiveram resultados muito superiores aos alunos de Engenharia e dos não cientistas, porém menor que dos de especialização. Em alguns aspectos, contudo, os alunos ensinados por questionamento foram superiores inclusive aos de especialização.

Nesta categoria, a de **Avaliação**, encontramos toda a referência necessária para o desenvolvimento e análise de avaliações de processos de ensino por questionamento. Elas provêm não só uma fonte de parâmetros para a aplicação e análise de avaliações de processos de ensino por questionamento como, também, um embasamento consistente de que a comparação de desempenho entre alunos ensinados por processos diferentes é valida e confiável.

Nos trabalhos de Halloun e Hesteness (1985), Hesteness, Wells e Swackhamer (1992) e Hesteness e Wells (1992) encontramos todo o arcabouço teórico e prático para a aplicação de métodos de avaliação de conhecimento em alunos submetidos a diversos métodos de ensino. Apesar do foco dos testes girar em torno de conceitos sobre Mecânica, os parâmetros de elaboração e análise que se extraem do trabalho possuem a generalidade necessária à sua aplicação em qualquer outro conteúdo.

O trabalho de Thacker *et al* (1994) nos alerta para a necessidade de, ao compararmos o desempenho de alunos ensinados por métodos distintos, realizarmos um processo avaliativo que leve em conta as peculiaridades de ambos. O processo deve, conseqüentemente, permitir que os alunos ensinados por processos diferentes possam compreender e ter acesso ao que se quer avaliar, pois, caso contrário, a avaliação se torna uma armadilha que favorece a avaliação de um processo

e prejudica a de outro. Sem esse cuidado, a avaliação de comparação nos fornece um falso positivo e se torna um elemento de comparação de resultado duvidoso.

3 – Parâmetros de aplicação de processo de ensino pelo questionamento

Nesta terceira categoria se enquadram os artigos de Van Heuvelen (1991) e de Hake (1992).

Van Heuvelen (1991) observa que a solução de problemas em Física, quando realizada por um cientista, demanda inicialmente a compreensão qualitativa do processo e, posteriormente, depois de modelada a solução, é que se ataca a solução quantitativa. Assim, ao contrário dos processos ensinados tradicionalmente nas escolas, onde se enfatiza a solução quantitativa, deve-se buscar ensinar aos alunos raciocinar os problemas de maneira qualitativa, de maneira semelhante à abordagem de um cientista. Os alunos devem ser estimulados e "treinados", em todas as soluções de problemas, a construir diagramas esquemáticos, modelos e outros tipos de dispositivos de análise qualitativa. Ele aponta três razões básicas pelas quais os estudantes evitam utilizar as soluções qualitativas. Primeiro, por não entenderem as grandezas e conceitos básicos descritos nos diagramas; segundo, por possuírem pouca oportunidade de prática na construção de diagramas e; terceiro, os métodos de ensino, baseados em aulas expositivas, pressupõe que os alunos devem aceitar o que lhes é ensinado ignorando suas concepções prévias. Como forma de melhorar esse panorama, sugere algumas técnicas e abordagens de ensino como forma de melhorar o acesso aos alunos.

Hake (1992) descreve a aplicação do processo denominado por ele de *Pedagogia Socrática*. A base do processo é a aplicação de experimentos e a discussão de seus resultados de tal forma que provoquem algum conflito com o senso comum. Esses conflitos servem como precursor para o diálogo professor aluno e entre alunos. Basicamente descreve as atividades aplicadas, os procedimentos em sala de aula e alguns exemplos de diálogos.

Ele destaca a importância do diálogo no processo de aplicação de experimentos, tanto do professor com os alunos quanto dos alunos entre si. O método é composto por um manual de experimentos que contem instruções básicas para a realização dos experimentos e algumas questões a serem respondidas. Entre as instruções encontram-se não só as referentes ao experimento em si, mas as referentes à confecção de desenhos esquemáticos referenciados no tempo que contenham a indicação dos vetores força e movimento (*snapshot sketches*), como no caso de

experimentos com Mecânica. A conclusão do autor é a de que o processo é um meio eficiente de auxílio aos estudantes na construção de conceitos em Mecânica Newtoniana.

A contribuição básica do trabalho de Hake está na ênfase dada ao diálogo como instrumento de interação entre o conhecimento e os alunos. Todo trabalho voltado para o processo por questionamento pode ser classificado como sócio-interacional, dada a ênfase na interação entre as partes envolvidas.

Sendo o diálogo a sua principal fonte de interação, é importante o seu entendimento sobre o que é diálogo nesse processo, incluindo não só a relação professor-aluno, mas as relações aluno-aluno, geralmente negligenciadas pelos professores, tidas como negativas e como foco de indisciplina e descontrole da turma. Em um processo efetivamente interativo, ao contrário, essa interação é extremamente positiva, pois facilita o processo de comunicação e aproxima eventuais pontos intransponíveis pelo professor.

Da mesma forma, Van Heuvelen (1991) aponta caminhos necessários ao aprimoramento do diálogo professor-aluno, em especial o fornecimento e o exercício de instrumentos de linguagem científica, como os diagramas e esquemas. Sem um conjunto amplo de recursos de comunicação é impossível estabelecer a condição básica do processo que é o diálogo. Para representar o conhecimento adquirido, seja qualitativamente ou quantitativamente, para dialogar, devemos estabelecer um código, uma linguagem comum.

A título de conclusão sobre a revisão bibliográfica realizada e considerando a abrangência de temas relacionados, estabelecemos alguns parâmetros de busca. São eles:

- Conceitos básicos de questionamento: o que é o processo de questionamento;
- O questionamento e o processo de diálogo com o conhecimento;
- Métodos de aplicação;
- Bases para desenvolvimento de atividades;
- Avaliação: processos e análise de resultados;
- Resultados esperados.

Todos os trabalhos catalogados ofereceram, cada um, conforme vemos nos comentários, diversos recursos para o desenvolvimento desses parâmetros. Estes

foram fundamentais na elaboração da estratégia de abordagem, aplicação e avaliação do processo realizado neste estudo.

Esta revisão bibliográfica, realizada sob esses parâmetros, foi fundamental para que fossemos capazes de entender com clareza o processo e nos permitisse ter a flexibilidade necessária para as adaptações que o processo exigiu, desde sua concepção até a efetiva aplicação. Essa flexibilidade, própria do processo, permitiu ainda que os eventuais imprevistos e os problemas não previstos na preparação do material pudessem ser utilizados como novo material de discussão e questionamento.

No desenvolvimento de nosso estudo, cuidamos com especial atenção de alguns pontos destacados nesta revisão bibliográfica, uma vez que as consideramos fundamentais para a sua eficiência. Em primeiro lugar, consideramos a necessidade, destacada por Hake (1992), de o processo de aplicação ser intensamente dialógico, com o comprometimento de ambas as partes, professores e alunos. Esse engajamento mostrou-se fundamental por produzir um ambiente livre de tensões e propício ao processo de aprendizado.

Em segundo lugar, a prática de realizar análises e registros gráficos dos experimentos e de seus resultados, como defendido por Van Heuvelen (1991) e Hake (1992), mostrou-se um excepcional recurso de intermediação para a compreensão dos fenômenos observados. Esses registros permitem perceber situações que, para a maioria das pessoas, quando observadas isoladamente, não conduz a uma conclusão coerente com o modelo aceito.

Em terceiro, os parâmetros e processos de avaliação propostos por Halloun e Hesteness (1985), Hesteness, Wells e Swackhamer (1992), Hesteness e Wells (1992) e Thacker *et al*. (1994) foram primordiais para estabelecer o processo avaliativo e construir os testes aplicados. Sem essas referências, muito provavelmente teríamos desenvolvido processos de avaliação equivocados, apoiados nos parâmetros errados.

Como afirmam algumas das referências, um conjunto de experiências tem um objetivo a ser atingido mesmo que questões e problemas paralelos possam ser discutidos. O importante, nesses casos, é não fugir deles e, sim, atacá-los quando aparecerem sem, contudo, perder esse objetivo.

Finalmente, o que se verifica nesta revisão bibliográfica é que todos os processos descritos são fruto de longos desenvolvimentos e reflexões. O estudo que

estamos fazendo, portanto, é apenas o começo de um desenvolvimento. Este é um processo dinâmico, que deve estar em constante sintonia com a sala de aula e demanda grande capacidade e vontade de aprender (em especial com seus alunos) por parte de seu aplicador.

Referencial teórico

Na busca por um referencial teórico que pudesse embasar este trabalho, diversas foram as correntes que, em princípio, pareceram espelhar com razoável precisão os processos envolvidos. Hake (1992) descreve essa abrangência de possíveis justificativas teóricas e descarta, naquele trabalho, qualquer tentativa de realizá-las. Aqui, contudo, essa necessidade é crucial para a completude de nosso trabalho. Dentre as possibilidades viáveis, identificamos na teoria de Vygotsky aspectos que justificam com grande precisão o modelo de ensino proposto pelo processo de questionamento.

As bases principais de consulta para este Referencial Teórico foram colhidas de duas fontes principais que têm como foco de seus estudos o Ensino de Física: o professor Marco Antônio Moreira e os professores Alberto Gaspar e Isabel Monteiro. Também como fontes indiretas, foram consultados trabalhos das professoras Lana Cavalcanti e Cleide Nébias. Essas referências foram adotadas não por falta de acesso às fontes diretas mas, dada a qualidade e fidedignidade das sínteses produzidas, por permitirem acesso mais rápido e direto aos conceitos buscados.

A demonstração experimental e a interação social

Vygotsky entende que a aprendizagem se dá pela interação social. O conhecimento e a cultura são traços humanos que não se aprendem sem a interação com outros elementos da sociedade. É impossível conceber um grupo social humano desprovido de conhecimentos, hábitos e outras características culturais comuns. Assim, torna-se fundamental a interação em atividades que promovam essa troca de informações. O processo de ensino e aprendizagem, portanto, não pode ser um via de mão única.

Nas sociedades mais primitivas assim como nas relações informais que ocorrem nas estruturas fundamentais da sociedade, não existe uma estrutura formal de ensino tal como escolas ou grupos de ensino e, mesmo assim, ocorre transmissão cultural e aprendizado. As pessoas nesses meios estão expostas a informações que podem ser regras de conduta, hábitos de higiene, hábitos alimentares, histórias e tradições que obedecem a uma estrutura definida e representativa daquela sociedade. Estão, ainda, expostas às experiências que as fazem aprender e construir

uma percepção sobre o mundo, tal como a movimentação de objetos, os fenômenos naturais, as sensações de frio e calor. Vygotsky identifica nessas relações dois tipos de conhecimento: o científico e o espontâneo (GASPAR e MONTEIRO, 2005).

Gaspar e Monteiro (2005) traçam uma importante fundamentação para os trabalhos que utilizam a demonstração ou, em linhas gerais, as atividades experimentais interativas, nos processos de ensino. Partindo da diferenciação entre conhecimentos científicos, que são "conhecimentos sistemáticos e hierárquicos apresentados e apreendidos como parte de um sistema de relações", e conhecimentos espontâneos, que são "compostos de conceitos não-sistemáticos, não-organizados, baseados em situações particulares e adquiridos em contextos da experiência cotidiana", afirmam que

> A atividade de demonstração experimental em sala de aula, particularmente quando relacionada a conteúdos de Física, apesar de fundamentar-se em conceitos científicos, formais e abstratos, tem por singularidade própria a ênfase no elemento real, no que é diretamente observável e, sobretudo, na possibilidade de simular no micro-cosmo formal da sala de aula a realidade informal vivida pela criança no seu mundo exterior. Grande parte das concepções espontâneas, senão todas, que a criança adquire resultam das experiências por ela vividas no dia-a-dia, mas essas experiências só adquirem sentido quando ela as compartilha com adultos ou parceiros mais capazes, pois são eles que transmitem a essa criança os significados e explicações atribuídos a essas experiências no universo sócio-cultural em que vivem.

Atividades experimentais através das quais os alunos são levados a manipular e a experimentar as falhas de seus modelos ou do seu senso comum e têm no professor não a figura do solucionador das questões mas a do indutor da discussão das soluções, são interessantes por produzir a interação necessária entre o essas partes. Ainda, os autores inferem que a utilização da demonstração experimental é um instrumento potente de aprendizado por permitir uma complementaridade entre o conhecimento científico e o conhecimento espontâneo já que "acrescenta ao pensamento do aluno elementos dos conceitos científicos" e dá "a esses conceitos a força que essa vivência dá aos conceitos espontâneos" (GASPAR e MONTEIRO, 2005). Esse processo de interação não está restrito à relação professor aluno, sendo

muito mais amplo, abrangendo toda a estrutura da sala de aula e envolvendo também as relações entre os alunos.

Não é novidade, e tampouco desconhecido, que cada indivíduo tem seu ritmo próprio de aprendizado. Neste trabalho não cabe dissertar sobre a natureza ou quais são os mecanismos responsáveis por essas diferenças. O que é importante aqui é reconhecer que há diferenças de ritmo de aprendizagem entre os alunos e essa diferença produz relações de mais capazes e menos capazes entre eles e, portanto, sua interação também é importante para o processo de ensino e aprendizagem do grupo.

Vygotsky (em GASPAR e MONTEIRO, 2005) afirma que

> [...] em colaboração a criança sempre pode fazer mais do que sozinha. No entanto, cabe acrescentar: não infinitamente mais, porém só em determinados limites, rigorosamente determinados pelo estado do seu desenvolvimento e pelas suas potencialidades intelectuais. Em colaboração, a criança se revela mais forte e mais inteligente que trabalhando sozinha, projeta-se ao nível das dificuldades intelectuais que ela resolve, mas sempre existe uma distância rigorosamente determinada por lei, que condiciona a divergência entre a sua inteligência ocupada no trabalho que ela realiza sozinha e a sua inteligência no trabalho em colaboração. [...] A possibilidade maior ou menor de que a criança passe do que sabe para o que sabe fazer em colaboração é o sintoma mais sensível que caracteriza a dinâmica do desenvolvimento e o êxito da criança. Tal possibilidade coincide perfeitamente com sua zona de desenvolvimento imediato

Fica evidente aqui que Vygotsky estabelece uma relação de dependência entre o aprender e o ensinar pela via da interação. Ou seja, alguém deve saber fazer algo para que outro, interagindo com o primeiro, aprenda. Vygotsky (em GASPAR e MONTEIRO, 2005) deixa clara esta relação ao vincular colaboração e imitação:

> [na criança] o desenvolvimento decorrente da colaboração via imitação, o desenvolvimento decorrente da aprendizagem é o fato fundamental. [...] Porque na escola a criança não aprende o que sabe fazer sozinha mas o que ainda não sabe fazer e lhe vem a ser acessível em colaboração com o professor e sob sua orientação

Assim, podemos reafirmar que o aprendizado, segundo Vygotsky, é um processo de interação social, já que demanda a interação para a ocorrência do desenvolvimento, sendo indispensável, portanto, a presença do parceiro mais capaz.

Vygotsky define a zona de desenvolvimento imediato, mais comumente chamada de *zona de desenvolvimento proximal* ou ZDP, como um elemento importante que delimita o campo de ação do professor no processo de interação com os alunos. Ela se torna evidente quando, geralmente o professor, auxilia os alunos que estão realizando algum tipo de atividade e mostram-se inseguros em prosseguir na sua resolução. Bastando esse auxílio, o aluno é capaz de prosseguir ou concluir a sua atividade. É também importante por definir a ação e a dinâmica do grupo ou dos grupos onde estão inseridos de maneira idêntica.

Segundo Gaspar e Monteiro (2005)

> [...] a atividade experimental de demonstração compartilhada por toda classe sob a orientação do professor, em um processo interativo que de certa forma simula a experiência vivencial do aluno fora da sala de aula, enriquece e fortalece conceitos espontâneos associados a essa atividade (talvez até os faça surgir) e pode oferecer os mesmos elementos de força e riqueza característicos desses conceitos para a aquisição dos conceitos científicos que motivaram a apresentação da atividade

O questionamento como mediador da aprendizagem

Entendemos que aprender é tomar posse de um conhecimento e esse tomar posse, por sua vez, é entendido no sentido de que este conhecimento pertence à estrutura mental da pessoa, ou na concepção de Vygotsky, está internalizado. O processo de internalização, que é a conversão das relações sociais em funções mentais, não ocorre de uma maneira direta, mas, sim, *mediada*, ou seja, utiliza-se de *instrumentos* e *signos* para a sua realização. *Instrumento* é algo que pode ser usado para fazer alguma coisa, como uma ferramenta, um dispositivo experimental, um experimento, e *signo* é algo que significa alguma coisa, como as palavras, os ícones, os símbolos (MOREIRA, 1999).

Os signos podem ser de três tipos (MOREIRA, 1999, p. 111):

- Indicadores, por manterem uma relação de causa e efeito com o que significam;

- Icônicos, que são imagens ou desenhos daquilo que significam;
- Simbólicos, por terem relação abstrata com aquilo que significam.

As palavras, por exemplo, são símbolos lingüísticos e a linguagem falada e escrita são sistemas de signos. Assim, por aglutinar toda a estrutura de expressão de um grupo social, a linguagem, em suas formas, constitui o mais importante sistema de signos para o desenvolvimento cognitivo, uma vez que liberta dos vínculos contextuais imediatos (MOREIRA, 1999). Isso é importante, pois os processos mentais superiores não se prendem a contextos, ou seja, os conceitos que temos são aplicáveis a dados fenômeno, situação ou objeto, independentemente do contexto onde se encontram. Um automóvel, por exemplo, é um automóvel independentemente de estar na rua, na estrada ou em uma pista de corridas.

Assim, a fala em especial assume um lugar de destaque para Vygotsky no processo de desenvolvimento mental, uma vez que ela é a principal atriz no desenvolvimento da linguagem. A convergência entre a inteligência prática, que se refere ao uso de instrumentos, e a inteligência abstrata, que se refere ao uso de signos e sistemas de signos, tem na fala um importante substrato. Nas palavras de Vygotsky

> O momento de maior significado no curso do desenvolvimento intelectual, que dá origem às formas puramente humanas de inteligência prática e abstrata, acontece quando a fala e a atividade prática, então duas linhas completamente independentes de desenvolvimento, convergem. Embora o uso de instrumentos, pela criança durante o período pré-verbal, seja comparável àquele dos macacos antropóides, assim que a fala e o uso de signos são incorporados a qualquer ação, esta se transforma e se organiza ao longo de linhas inteiramente novas. Realiza-se, assim, o uso de instrumentos especificamente humanos, indo além do uso possível de instrumentos, mais limitado, pelos animais superiores.
> (VYGOTSKY em MOREIRA, 1999, p.114)

O processo de convergência entre as inteligências prática e abstrata é percebido quando a criança fala enquanto resolve um problema prático (GARTON em MOREIRA, 1999). Essa fala egocêntrica, para Vygotsky, vem da fala social e é um mediador das ações, uma vez que nele não encontramos apenas uma descrição das ações realizadas, mas um conjunto fala-ação dirigido à solução do problema, utilizando a fala, as mãos e os olhos. Quanto mais complexa a ação e menos direta a

solução, maior é a importância da fala na operação como um todo (MOREIRA, 1999).

A fala, conforme vai evoluindo a criança, migra para o interior da mente tornando-se o que se chama de *fala interna*. Essa fala interna revela-se cada vez mais capaz de realizar abstrações e conduz à conceitualização do mundo real. A fala representa, portanto, um instrumento potente para os processos de internalização e, para Vygotsky, a linguagem é o mais importante sistema de signos (MOREIRA, 1999). Portanto, o processo de internalização está intimamente ligado à fala. Nas palavras de Vygotsky

> [...] embora a inteligência prática e o uso de signos possam operar independentemente em crianças pequenas, a unidade dialética desses sistemas no adulto humano constitui a verdadeira essência no comportamento complexo (VYGOTSKY em MOREIRA, 1999, p. 115).

A demonstração experimental e a formação de conceitos

Entendemos que o ser humano é um coletor e colecionador de informações. Aqui, adotaremos para *coletor* o seu sentido estrito, uma vez que estamos sempre absorvendo informações através de nossos sistemas sensores. O termo *colecionador* é usado no sentido de *organizador de coleção*, já que, desde a nossa infância, todos os dados que coletamos são classificados e organizados sob diferentes formas, sendo essa organização cada vez mais elaborada quanto maior a idade.

Essa coleção é a base de construção dos conceitos. Conforme Vygotsky

> A formação de conceitos é o resultado de uma atividade complexa em que todas as funções intelectuais básicas tomam parte. No entanto, o processo não pode ser reduzido à associação, à atenção, à formação de imagens, à inferência ou às tendências determinantes. Todas são indispensáveis, porém insuficientes sem o uso do signo, ou palavra, como o meio pelo qual conduzimos as nossas operações mentais, controlamos o seu curso e as canalizamos em direção à solução do problema que enfrentamos.
> (VYGOTSKY em CAVALCANTI, 2005, p. 195)

Na visão de Vygotsky, a construção de conceitos percorre uma trajetória de crescente organização desde a infância (itálicos nossos)

> Vygotsky distingue três fases no processo de formação de conceitos. A primeira é denominada de 'conglomerado vago e sincrético de objetos isolados'. A segunda é a do 'pensamento por complexos'. Nessa fase os objetos isolados se associam na mente da criança devido às suas impressões subjetivas e 'às relações que de fato existem entre esses objetos'. Um complexo é um agrupamento concreto de objetos e fenômenos unidos por ligações factuais. Essa fase é importante porque há nela um momento chamado de *pseudoconceito*, bastante semelhante ao conceito propriamente dito e, inclusive, elo de ligação para a formação dos conceitos. A terceira fase é a de formação de conceitos.
> (CAVALCANTI, 2005, p.196)

Os adolescentes possuem, dentro dessa concepção, uma estrutura razoavelmente organizada. São capazes de produzir os pseudoconceitos ou *conceitos potenciais* (NÉBIAS, 1999), que entendemos estar bastante evidenciados em suas falas, nas suas redações e em suas atitudes, que expressam de maneira radical, geralmente polarizando opiniões e evidenciando ou potencializando as idéias por eles formuladas ou recém aprendidas. Repetem aquela determinada posição ou opinião quase que em um diálogo externo na tentativa de reproduzir aos outros o seu processo de internalização.

Segundo Nébias (1999, p.135)

> Por seus experimentos, Vygotsky conclui que a capacidade do adolescente de formar conceitos antecede em muito sua capacidade de defini-los. Contudo, se considerarmos as situações escolares, muitas vezes o aluno é capaz de definir um objeto, quando sabemos que ainda não formou o conceito.

Entendemos que enquanto um conceito produz ou acomoda uma estrutura fluida e flexível, que poderíamos definir com uma imagem semelhante a um diagrama de Venn composto por bolhas tridimensionais que se interceptam, os pseudoconceitos dos adolescentes são diagramas de Venn rígidos bidimensionais e que raramente se interceptam. A interação e o diálogo questionador são interessantes por produzir mobilidade nessa estrutura rígida, flexibilizando e dando permeabilidade às suas fronteiras, além de dar-lhes "volume", ou seja, amplia as possibilidades de

inter-relação de conhecimentos e efetivamente estabelece caminhos para a progressão do pseudoconceito ao conceito.

Vygotsky estabelece uma relação entre os conceitos cotidiano – ou conceito espontâneo – e científico de forma que

> No nível de abstração e de generalização, o processo de formação de conceitos cotidianos é "ascendente", surgindo impregnado de experiência, mas de uma forma ainda não-consciente e "ascendendo" para um conceito conscientemente definido; os conceitos científicos surgem de modo contrário, seu movimento é "descendente", começando com uma definição verbal com aplicações não espontâneas e posteriormente podendo adquirir um nível de concretude impregnando-se na experiência.
> (CAVALCANTI, 2005, p.197)

Aqui, torna-se patente que a experimentação e a experiência são elementos fundamentais para a construção dos conceitos que pretendemos ensinar aos alunos. Não podemos afirmar que sem elas esse processo de construção seja impossível ou inviável, já que cada indivíduo possui uma coleção de elementos de experiência externos ao ambiente escolar que podem colaborar nesse sentido. Sem elas, com certeza, o processo se torna penoso para a maioria, o que produz a grande rejeição ao Ensino de Ciências.

Considerações finais

Basicamente, o que se espera de um aluno que tenha passado por um processo de aprendizado de um dado conjunto de conhecimentos é que ele seja capaz de compreendê-los e utilizá-los de maneira produtiva. Entendemos por utilização produtiva aquela capaz de utilizar o conhecimento para compreender ou, pelo menos, modelar os fenômenos que ele observa. É o caso, por exemplo, de um cientista ou de um profissional da área de Ciências. Na resolução de qualquer tipo de problema sua primeira atitude é utilizar um modelo simples, ou diagrama, buscando a solução qualitativa. Somente depois é tentada a solução quantitativa (VAN HEUVELEN, 1991).

O ensino pelo questionamento implica, necessariamente, na interação professor-aluno-grupo produzido pelo intenso diálogo necessário entre essas partes para a sua realização. Esse diálogo, mediado através dos instrumentos e signos que

o material experimental propicia, conduz o processo de organização do conhecimento do aluno, independente de sua faixa etária e desenvolvimento intelectual. Apesar disso, o diálogo, os instrumentos e signos devem ser conduzidos de forma coerente com uma linguagem e material acessíveis a cada aluno.

A interação professor-aluno-grupo é um instrumento fundamental para a exploração e mapeamento da ZDP. Ela permite a percepção consciente por parte do professor – dada a sua condição de conhecedor deste fundamento – e intuitiva por parte dos alunos e do grupo dos limites entre o que estes sabem fazer sem ajuda, o que sabem fazer com ajuda e o que ainda não sabem fazer. Dizemos que os alunos ou o grupo sabem explorar e mapear de maneira intuitiva a ZDP pela observação sua ação quando do trabalho em equipe, já que os alunos que conseguem realizar as ações por si só identificam e cooperam com aqueles que ainda não o fazem de maneira espontânea, atuando, muitas vezes, como “pontes” entre esses e o professor. Essa percepção da ZDP, aliada ao diálogo, é o elemento fundamental para o sucesso do ensino pelo questionamento.

Metodologia: construindo os caminhos da investigação

Para a realização deste estudo foi preciso desenvolver atividades e procedimentos para balizar o estabelecimento dos parâmetros de aplicação e avaliação e também medir a efetividade dos procedimentos aplicados. Diferentemente da metodologia tradicional, portanto, esta foi sendo adaptada e aprimorada durante o desenvolvimento deste trabalho, com a identificação dos erros de abordagem, das falhas do material e outras peculiaridades não descritas na bibliografia selecionada, criando os meios adequados à tomada dos dados e à identificação dos parâmetros buscados. Essa omissão da bibliografia não constitui falha dos textos ou dos seus autores uma vez que estas tratam da descrição de aplicação de processos cujo desenvolvimento já se encontram bastante consolidados.

Com base nessa revisão bibliográfica, elaboramos uma série de experimentos e apresentações que tinham como objetivo provocar a discussão e o questionamento. A referência bibliográfica, apesar da omissão do processo de desenvolvimento, serviu para fornecer uma base estruturada adequada à construção, desenvolvimento e adequação do nosso material. O processo de criação e desenvolvimento desses procedimentos será descrito a seguir.

Nas fases iniciais do processo, no que se pode chamar de “fase embrionária”, o público alvo era composto por alunos da 1ª série do Ensino Médio, cujo currículo está focado na Mecânica, com os quais realizamos alguns testes informais, buscando identificar problemas e verificar a melhor forma de aplicação dos procedimentos. Esses testes consistiam em propor atividades experimentais simples que utilizassem elementos do cotidiano do aluno, tais como materiais para construção, brinquedos e a própria estrutura escolar. A idéia inicial era a de que essas atividades lúdicas, envolvendo a construção dos dispositivos, além da proximidade com os materiais utilizados, fossem elementos facilitadores do diálogo com o conhecimento. As atividades eram propostas em sala de aula para serem realizadas em casa e posterior discussão com o professor, novamente em sala de aula.

Nesses testes iniciais, foram realizadas atividades experimentais com uma pista para carrinhos de brinquedo, com marcações que possibilitavam a medição das distâncias percorridas e a marcação dos tempos de trajeto. Com essa pista foi possível realizar algumas experiências com MRU e MRUV graças à possibilidade de

incliná-la. Infelizmente, os registros do material desenvolvido pelos alunos e das atividades experimentais foram perdidos durante a minha mudança de instituição de ensino.

A premissa demonstrou ser parcialmente válida, uma vez que uma pequena parte dos alunos, em especial os meninos, foi capaz de compreender, construir e realizar as experiências propostas. A maioria dos alunos teve dificuldade ou em entender os objetivos, ou em construir, ou em realizar as atividades experimentais propostas. A reclamação recorrente era a de que eles precisavam de apoio do professor para executar algumas das atividades ou para compreender pontos do processo de coleta e análise de dados.

A conclusão a que se chegou ao final dessa exploração inicial é a de que a realização desse tipo de atividade sem a participação ativa do professor para delimitar, estimular e deslocar a ZDP dos alunos pode resultar em fracasso. É responsabilidade do professor gerenciar o processo de troca de informações intergrupos e intragrupos de forma que se garanta que alunos ou grupos mais capazes interajam com os grupos menos capazes. Esse gerenciamento se dá pela inclusão de todos os grupos na discussão dos resultados obtidos e das conclusões. Cabe ao professor, ainda, estimular a discussão dentro dos grupos levando informações colhidas por outros grupos, introduzindo e discutindo o caminho do raciocínio a fim de atingir o objetivo proposto.

Com isso em mente, a fase seguinte consistiu em desenvolver formas de organizar o processo de aplicação dos procedimentos experimentais de forma a ser garantida a interação professor-alunos-grupos. A base do processo foi retirada da coleção *Physics by Inquiry* (1996), utilizando a estrutura de uma atividade experimental que pode suscitar dúvidas ou conflito com o senso comum. As atividades experimentais e as questões do estudo inicial estão contidas em folha impressa, chamada de **folha de experimento**, que consta no ***apêndice A***. Essa folha de experimento é entregue ao grupo que vai realizar a atividade experimental.

Essa primeira abordagem, ainda focada em alunos da 1ª série, buscava orientar o processo de realização da atividade experimental, estando o professor à disposição dos alunos para o esclarecimento de dúvidas de execução, levantamento de questões e orientações para a compilação dos dados. A escolha do tema foi baseada na dificuldade dos alunos em compreender a composição de forças, em especial as composições não-ortogonais. Porém, em função das mudanças em meu turno de

trabalho e do público alvo, essas atividades experimentais não foram realizadas, mas serviram como base para a construção dos procedimentos a serem aplicados nos estudos com os alunos das 3as séries.

Este primeiro procedimento experimental foi apresentado em forma de seminário em uma disciplina do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – PPGEC – e recebeu diversas críticas e sugestões que ajudaram a aprimorar os procedimentos seguintes. Uma das críticas foi a de que o material seria bastante indutivo e, eventualmente, não fosse necessariamente suscitador de questionamentos. Outra crítica foi a de que as questões permitiam respostas muito simples, tais como um resultado ou simplesmente um sim ou um não.

Um cuidado que buscamos, em função das discussões ocorridas nessa ocasião, foi, em primeiro lugar, propor questões menos diretivas e que explorassem o efeito resultante da atividade experimental. Ou seja, questões que busquem como resposta o relato dos resultados obtidos e permitam explorar e discutir os pontos de conflito com o senso comum ou com as expectativas de resultado dos alunos e os objetivos a serem alcançados. Em segundo lugar, ter como necessidade a explicitação, por parte do aluno, do processo de raciocínio que o levou àquela conclusão ou resposta, explorando assim as suas falhas conceituais e a sua estrutura de pensamento. Dessa forma, o processo se torna mais questionador e obriga, efetivamente, o professor a interagir com os grupos.

Com a mudança do público-alvo, de alunos das 1as séries para alunos das 3as séries, foi necessário alterar o conteúdo a ser abordado e explorado. Essa alteração foi realizada com base no planejamento escolar, na experiência sobre os conteúdos de maior dificuldade e nos conteúdos que pudessem ser mais facilmente realizados na forma de atividades experimentais.

Os conteúdos de Física para os 3os anos do Ensino Médio guardam algumas dificuldades peculiares. A maioria dos conceitos apresentados são representações matemáticas (campos elétrico e magnético, vetores), modelos baseados em representações imaginárias (linhas de campo, sentido convencional da corrente) ou modelos de representação do mundo atômico (modelo de condução elétrica, resistência elétrica) bastante abstratas. A realização de experimentos para a visualização e medição dos efeitos depende, muitas vezes, de equipamentos com razoável sofisticação exceto, talvez, o campo magnético.

Assim, dadas essas dificuldades e com os objetivos de se obter um material de fácil associação com a realidade dos alunos, de fácil e rápida execução e abrangendo um tema de dificuldade moderada, mas com mensuração simples, optou-se pela realização de uma atividade experimental utilizando associação de lâmpadas. Essa opção mostrou-se prática tanto pela facilidade em se encontrar o material de execução no mercado local, tais como lâmpadas de baixa tensão, fios e bastidores para pilhas, como pela execução em si, bastante simples.

A matéria-prima para a confecção dos conjuntos foi adquirida junto ao comércio eletrônico local e consistiu do seguinte:

- 15 lâmpadas para lanternas de 3V;
- 5 bastidores para duas pilhas pequenas;
- 3m de fio 0,2 mm²
- 10 pilhas pequenas (AA).

O fio foi cortado em 30 peças de 10 cm cada e cada peça soldada aos pólos das lâmpadas. Esse comprimento permitia um bom manuseio do material e era da mesma cor (azul). A cor idêntica e dissociada dos tradicionais vermelho e preto foi escolhida para afastar a idéia de polarização dos elementos resistivos empregados.

Para cada grupo ficou reservado um conjunto com 3 lâmpadas, um bastidor para 2 pilhas pequenas e 2 pilhas (figura 1). Foi elaborada folha de experimento baseada, novamente, no *Physics by Inquiry* (1996), a qual pode ser vista no ***apêndice B***. Essa folha de experimento trouxe procedimentos mais genéricos, questões menos indutivas e que procuram extrair reflexão do aluno sobre os resultados.

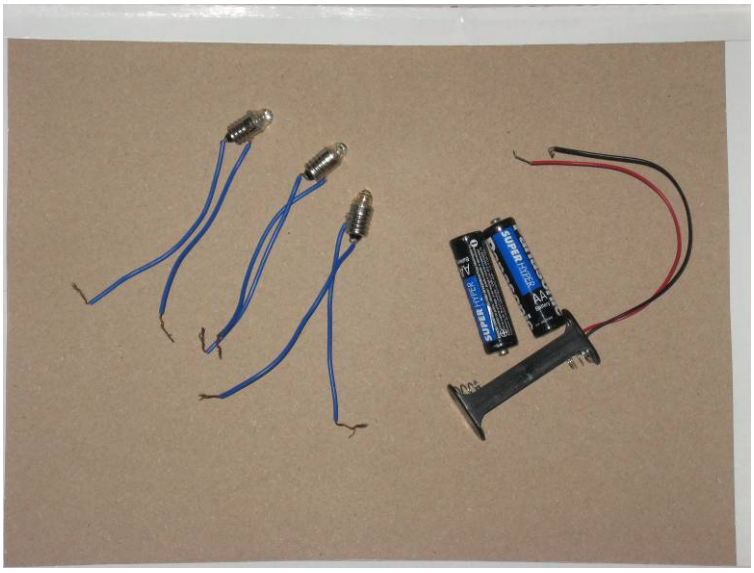


Figura 1

Para testar o modelo de aplicação optamos pela realização de um **estudo piloto** que tinha como objetivo analisar se os parâmetros de planejamento da pesquisa estavam corretos; se seriam necessários ajustes no tempo previsto de aplicação; se o material era claro o suficiente para o aluno; antecipar problemas não previstos, entre outras questões de ordem prática. A aplicação foi planejada para ser realizada em uma turma que possuía características de comportamento disciplinado e uma distribuição de elementos que garantiam uma aleatoriedade na organização do grupo, dado o processo de formação de turmas adotado pela secretaria da escola. Isso permitia que este grupo escolhido, embora não fosse equivalente, teria pouca probabilidade de ser diferente de quaisquer outros grupos (KERLINGER em MOREIRA, 1990) da mesma escola.

O delineamento proposto para esse estudo piloto, e que foi posteriormente aplicado, com adaptações, ao estudo final, é definido por Campbell e Stanley (em MOREIRA, 1990) como ***delineamento experimental***. Esse processo compara dois grupos aleatoriamente organizados, sendo um submetido ao tratamento experimental e o outro não submetido ao tratamento experimental. A medida inicial (pré-teste) é dispensável dada a aleatoriedade da organização e a influência que pode exercer no resultado final. Chamamos de estudo final a aplicação do procedimento experimental para a coleta de dados para este trabalho.

A adaptação para o estudo final consistiu na eliminação do grupo de controle dada a dificuldade na manutenção de equivalência de conteúdos aplicados e da não necessidade de comparação de resultados. Esse delineamento adaptado não possui uma definição específica, sendo semelhante parte com o delineamento experimental e parte com o delineamento quase-experimental definidos por Campbell e Stanley (em MOREIRA, 1990). No estudo piloto, apesar de a finalidade não ser a de tomar dados definitivos para este trabalho, manteve-se a comparação de rendimento entre os grupos de teste e de controle como um elemento de balizamento das ações realizadas.

Esse estudo piloto buscou eventuais falhas, imprecisões ou outros elementos não previstos ou não previsíveis durante o planejamento das atividades de pesquisa. A necessidade da aplicação desse estudo tornou-se evidente quando verificamos, por exemplo, erros no dimensionamento de tempos, falhas de materiais instrucionais e na atividade experimental.

O objetivo da aplicação do estudo piloto foi o de verificar a eficiência de algumas atividades planejadas dentro dos parâmetros inicialmente propostos para o trabalho. Com a sua efetivação, buscamos identificar as falhas do material instrucional, falhas nos dispositivos de experimentos, falhas nas questões levantadas, forma dos testes ou outras não previstas e relevantes. Além disso, visava determinar o tamanho ideal dos grupos e turmas onde se aplicaria o estudo final e as formas mais efetivas de interação interna e externa dos grupos.

Para a sua efetivação, foi estabelecido um planejamento tal que as atividades contemplassem:

1 – Aplicação de um pré-teste em duas turmas, uma a ser submetida ao processo e a outra a ser utilizada como grupo de controle;

2 – Aplicação do processo proposto a uma das turmas de alunos regulares;

3 – Aplicação de processo convencional de ensino ao grupo de controle;

4 – Aplicação de pós-teste às duas turmas.

O planejamento estabeleceu um cronograma de 3 semanas para a aplicação do processo, excluído desse período a aplicação do pré-teste e do pós-teste.

Para o processo convencional foram preparadas aulas expositivas, com resolução de exercícios abrangendo os seguintes conteúdos:

- Potência elétrica;
- Associação de resistores;
- Lei de Ohm.

As folhas de experimento foram distribuídas aos grupos para que eles pudessem seguir algumas instruções básicas e tivessem questões que pudessem utilizar o material de experimental como meio de respondê-las e justificá-las. O objetivo das duas atividades de ensino era o de prover os alunos com informações que lhes permitisse compreender os fenômenos elétricos que ocorrem em associações de resistores energizadas e estabelecessem relações com dispositivos reais do dia-a-dia.

Os cronogramas foram pensados considerando um fluxo de aulas normal, composto por duas aulas semanais. Consideramos normal o fluxo que não tivesse atividades educativas que não fossem as aulas, tais como feiras, exposições, festivais, comemorações, entre outras.

Durante o processo de efetivação do planejamento, contudo, esses fatores não programados produziram uma radical mudança de rumo no processo de tomada

de dados. Entre esses fatores estão atividades culturais (campeonato de futebol, semana do estudante) e projetos de outras áreas que mobilizavam toda a escola. Assim, foi dispensada a utilização dos pré-testes planejados, fato que não prejudicou a comparação posterior de desempenho, conforme observado por Stanley e Campbell (em MOREIRA, 1990) na descrição do delineamento experimental.

Para a implementação foi escolhida uma turma que tivesse pré-disposição para a cooperação. Isso foi fundamental pois, em parte, as turmas apresentam comportamento passivo e pouco cooperativo. A escolha também levou em consideração a heterogeneidade de sua composição, tanto no que se refere à idade quanto ao comportamento. A aplicação foi realizada em duas semanas compreendendo 4 aulas, sendo uma com duração completa (45min) e 3 com duração reduzida (30min), em função de problemas na infra-estrutura elétrica da escola.

Na primeira aula, os alunos foram introduzidos ao processo e foi distribuída a folha de experimento para leitura prévia. Foram explicados os objetivos do trabalho e realizadas as negociações acerca da sua valoração (pontuação para a nota).

Na segunda aula, foram distribuídos os grupos e o material para a realização da atividade experimental. Os grupos foram montados à escolha própria e compostos, em média, por 5 elementos. Iniciadas, efetivamente, as atividades experimentais, o professor ficou à disposição dos grupos, orientando na manipulação do material, tirando dúvidas de execução e discutindo algumas das ligações e efeitos obtidos. Foram observadas algumas falhas dos materiais fornecidos, tais como duas lâmpadas queimadas e diferenças de brilho entre algumas lâmpadas.

Os grupos foram estimulados a discutir internamente (intragrupo) os efeitos encontrados e foi permitido discutir e questionar externamente (intergrupos). Todos os grupos deviam realizar o máximo de conexões possíveis e descrevê-las por escrito nas folhas de experimento.

Na terceira aula foram utilizados os dados anotados nas folhas de experimento e realizadas novas atividades experimentais para discutir as questões levantadas nas folhas de experimento. As folhas de experimento foram recolhidas e arquivadas. Na quarta aula foi aplicado o teste individual a todos os elementos dos grupos. Esse teste (***apêndice C***) foi baseado no teste descrito por Thacker et al. (1994). Eles foram compostos por 4 questões, sendo que as duas primeiras privilegiam a análise qualitativa e as duas últimas enfatizam a análise quantitativa.

O que se pôde verificar com a aplicação do processo é que, durante a experimentação, houve diversos graus de comprometimento e cooperação tanto com o processo quanto com o grupo. Houve grupos que realizavam o trabalho de forma dedicada, lendo e tentando compreender os procedimentos propostos e realizando de forma adequada o processo. Nesses grupos, o processo suscitou questões que remeteram a problemas propostos e resolvidos anteriormente, alguns problemas práticos e outras questões de ordem teórica.

Esses 3 grupos proativos eram compostos da seguinte forma:

- 2 grupos com elementos mais jovens, com média de idade entre 22 e 25 anos;

- 1 grupo com elementos mais velhos, com média de idade entre 30 e 35 anos.

Houve 1 grupo que realizou as atividades de forma menos ativa, porém não desinteressada. O que se podia notar neste caso, é que havia um elemento do grupo que era proativo e os demais se tornaram ***elementos-satélite***, ou seja, o elemento proativo realizava os experimentos ou comandava a sua realização, anotava, analisava e propunha questões, realizando, inclusive, as interações intergrupos, enquanto os demais elementos acompanhavam o processo de forma passiva.

O último grupo realizou as atividades de forma displicente, automática, sem interesse e sem grande interatividade. Na sua maioria, era formado por alunos que sempre tiveram comportamento avesso às regras e displicentes com o processo de ensino.

Durante a aplicação, verificaram-se alguns problemas não previstos. Esses problemas foram:

- Lâmpadas queimadas;
- Lâmpadas com potências diferentes;
- Dificuldade em compreender as instruções da folha de experimento.

As lâmpadas queimadas podem ter duas origens:

- Defeito de fabricação;
- Rompimento das soldas internas durante o processo de soldagem dos fios.

Para esse problema, a única solução possível seria testar o material antes da aplicação. A variação de potência gerou a variação de brilho quando nas associ-

ações em série e causou grande discussão. Como o tempo era curto, esse fato não foi explorado de maneira adequada.

O maior problema foi a falta de compreensão das instruções. Dentre as dificuldades estava a não limitação de quantidade de conexões a ser realizada. Observou-se um condicionamento de todos os alunos à expectativa de alcançar o resultado correto.

A análise dos dados colhidos nas folhas de experimento e nos testes sugere (***apêndices I*** e ***J***) que quanto maior a pro atividade do grupo maior será a tendência de se compreender os objetivos do processo e atingir os objetivos de ensino propostos. Nota-se a correlação proatividade e tentativa de resposta.

Comparado ao grupo de controle, não se pôde observar evolução conceitual. Das respostas colhidas nos testes verificou-se que, provavelmente, isso ocorreu em função do pequeno tempo de exposição ao processo. Contudo, a dinâmica do grupo experimental foi alterada de forma positiva, mesmo considerando que este estava, em tese, mais predisposto ao processo do que o grupo de controle.

Assim, o processo, quando aplicado em regime de pesquisa, precisou ser programado para ter uma extensão temporal que permita a total exploração do tema discutido ou pelo menos o encaminhamento mais aprofundado das discussões. O período sugerido foi de pelo menos 1 bimestre letivo.

Independente de atitudes inadequadas de alguns alunos, observamos que a atividade interativa produziu uma melhor disposição ao trabalho em sala de aula. Novamente, devido ao tempo curto de aplicação não foi possível determinar se essa modificação de atitude se deveu à novidade do processo ou se o envolvimento produzido pelo processo motivou ao trabalho. Essa atitude, mesmo que transitória, pode ser aproveitada para produzir um ambiente cooperativo, o qual foi explorado na aplicação final.

Observamos que os fatos não previstos podem gerar boas discussões e serem positivos para o processo de questionamento. Podem também, se não claramente delimitados e controlados, desviar o rumo do processo e não concretizar o objetivo estabelecido. Assim, no planejamento do estudo final foi delimitada a ação do processo e os objetivos a serem alcançados de forma a se evitar os desvios que possam ser prejudiciais à obtenção dos dados.

Com base nos resultados do estudo piloto e no planejamento anual da escola, foi planejada a aplicação do estudo final, foco deste trabalho. Esse estudo foi rea-

lizado com o mesmo tema do estudo piloto, porém com uma abrangência maior, uma vez que o tempo de aplicação seria maior. Além disso, foram tentadas outras estratégias para estimular o questionamento.

O processo de aplicação do estudo final não divergiu em grande parte do estudo piloto visto que este, apesar de não produzir os efeitos desejados, permitiu um balizamento importante do processo de aplicação. Basicamente, os procedimentos adotados no piloto foram reaplicados no estudo final com a diferença de já estarmos preparados para algumas das eventuais falhas de materiais e processos. Foram introduzidas novas abordagens, como a utilização de apresentações em *Power Point* sobre alguns temas.

O estudo foi planejado para ser aplicado durante o 2º bimestre do ano letivo de 2007 e abrangeu os seguintes temas:

- modelos de condução elétrica
- resistência elétrica
- leis de Ohm
- resistores
- associação de resistores
- lei de Ohm nas associações

Ao longo da aplicação foi construído o que se chamou de ***diário de bordo***. Esse recurso consiste de um conjunto de anotações realizadas a cada aula em que se aplica o procedimento experimental, registrando todos os fatos considerados relevantes para a análise dos resultados ou que sirvam para elucidar ou explicar qualquer ponto do processo. O diário de bordo foi um instrumento importante de análise e recuperação de informações já que continha impressões e dados coletados durante o processo.

O planejamento inicial do processo de aplicação era o de realizar um delineamento experimental conforme realizado no estudo piloto, com um grupo experimental e um grupo de controle sem pré-teste. Porém, por razões práticas, como a necessidade de preparação e registro do material de aplicação para ambos os grupos, e dado o objetivo final deste trabalho, que é o de extrair parâmetros de aplicação e de avaliação, dispensou-se o grupo de controle. Assim, ficamos com um delineamento, adaptado, conforme já descrito, em relação ao utilizado no estudo piloto, consistindo da aplicação do tratamento ao grupo experimental e a avaliação dos resultados do processo através de um pós-teste.

Decidido o delineamento, passamos a trabalhar o material a ser aplicado à turma experimental. Uma dificuldade inicialmente sentida foi a de se realizar atividades experimentais sobre a resistividade, já que as diferenças entre as resistências elétricas de materiais corriqueiros ou encontrados no dia-a-dia são pequenas para ser medida com equipamentos de pouca precisão como aqueles que utilizamos para as demais atividades experimentais. Posteriormente, uma melhor reflexão sobre esse aspecto, graças à pratica com as medidas de tensão e corrente elétrica em associações de lâmpadas, nos levou a uma perspectiva diferente. Bastava a identificação qualitativa da diferença de resistência elétrica entre esses materiais e as variações da resistência elétrica quando se alteram os seus comprimentos e áreas para realizar os questionamentos necessários à aproximação das leis de Ohm.

Para a primeira fase do processo, foi elaborada uma apresentação em *Power Point* (***apêndice D***) na qual se demonstra as diferenças de resistência elétrica entre materiais com comprimentos diferentes e áreas diferentes. Também foi feita a demonstração da linearidade da variação da resistência com o comprimento do condutor. Julgamos necessária a elaboração dessa apresentação, na época, em função das premissas equivocadas sobre a precisão dos valores das medidas a serem obtidos.

O grupo experimental foi escolhido desta vez com critério diferente do estudo piloto. A turma escolhida, composta por aproximadamente 35 alunos, não era a mais colaborativa quando em atividade normal. Havia um pequeno núcleo de alunos que tinha disposição para colaborar com o trabalho, mas os demais elementos do grupo apresentavam-se dispersos em outras atividades, conversas paralelas ou simplesmente com atitude passiva.

Para cada uma das demonstrações foi solicitado aos grupos de alunos que explicassem as variações demonstradas. Os grupos deveriam discutir e chegar a um consenso sobre a explicação para o fenômeno demonstrado. O professor ficava circulando entre os grupos que sempre solicitavam sua ajuda para a discussão. Durante a circulação, o professor observava as discussões e sugeria caminhos a serem seguidos para tentar resolver o problema.

Em sua grande maioria, as respostas recaiam sobre um modelo para explicar o fenômeno. Esses modelos, dada a interação intergrupos e as discussões com o professor, tiveram como base um modelo mecânico de tubulações hidráulicas e a

experiência dos alunos com esses dispositivos. Todos os resultados foram registrados pelos alunos nas folhas de experimento e arquivados.

Foi aplicado um teste (***apêndice E***) que tinha como tema os assuntos discutidos nas apresentações. Esse teste foi realizado na forma de um estudo dirigido e foi utilizada para a sua solução a discussão intragrupos e a discussão com o professor. O material gerado foi arquivado para análise.

Finalizada essa fase, aplicamos aos alunos as mesmas atividades experimentais utilizadas no estudo piloto, dado ser seqüência “natural” dos conteúdos planejados. As aspas aqui são para significar uma seqüência conveniente ao processo e não uma seqüência obrigatória do conteúdo. Os procedimentos utilizados foram os mesmos do estudo piloto, já que demonstraram ser efetivos para a realização das atividades.

Os grupos foram formados com uma média de 6 componentes por livre escolha. Foram distribuídas as folhas de experimento (***apêndice B***) e os conjuntos experimentais para cada grupo, iniciando as atividades. O contato inicial com o material, como na turma do estudo piloto, foi realizado com a introdução ao processo e a leitura das instruções e questões, frisando ainda a liberdade de consulta e de discussão com o professor.

O início das atividades pareceu com a descoberta de um brinquedo por parte dos alunos, o que podemos chamar de uma **exploração não-orientada**: muitos brincavam com as lâmpadas e as pilhas, passando de mão em mão, com diversas sugestões de ligação e conexão. Contudo, não havia registro dessas tentativas tal como solicitado na folha de experimento. Foi permitido que eles fizessem esse contato inicial livremente durante alguns minutos.

Alguns grupos começaram logo a realizar as conexões e a registrá-las da forma pedida nas folhas, sem a necessidade de solicitação por parte do professor. Outros, contudo, tiveram de ser alertados para a necessidade de atender às instruções contidas no material de aplicação. A partir desse momento, o trabalho transcorreu de forma concentrada e produtiva na maioria dos grupos, sendo apenas um deles dispersivo e descompromissado com o processo.

A maior dificuldade dos alunos neste processo foi o apego à necessidade de realizar as ***conexões corretas***. Como se pode observar na folha de experimento, não são sugeridas ligações específicas e sim ligações de “***diversas maneiras que julgar possíveis***” (grifo nosso). Assim, uma das nossas primeiras preocupações foi

transmitir tranqüilidade e confiança aos alunos informando que eles tinham total liberdade de associar as lâmpadas sem que isso lhes trouxesse prejuízo tanto em menção (a maior preocupação, no final das contas) quanto material (eventuais danos ao material não seriam cobrados).

Com o progresso dos trabalhos, os alunos foram adquirindo autoconfiança suficiente para realizar as atividades sem essa preocupação. Isso fez com que eles focassem melhor a realização dos experimentos e pudessem observar detalhes como a variação de brilho das lâmpadas quando são adicionadas outras lâmpadas em paralelo, variações de brilho entre lâmpadas ligadas à mesma voltagem, entre outros.

As questões passaram de solicitações de ajuda para confirmação dos efeitos observados ou a solicitação de explicação para o efeito observado. Deve-se observar que muitas vezes nos sentimos em uma encruzilhada quanto à forma de agir em alguns casos. Houve momentos em que sentimos ser interessante abrir a discussão com toda a turma sobre algumas questões levantadas. Outras, apesar de haver essa possibilidade, restringiu-se a discussão ao grupo que levantou a questão.

Essas dúvidas de procedimento, não surgidas no piloto, foram interessantes para a determinação de pontos de reflexão sobre a aplicação da fase seguinte. Esses pontos de reflexão nos sugeriram que devemos sempre pôr em discussão com toda a turma os assuntos considerados relevantes uma vez que podemos (nós, professores) servir como elementos de interação intergrupos, “desatando nós” não explicitados.

Não foi discutida também, nesta fase, a questão sobre a potência elétrica. Isso se deveu ao fato de haver atraso no cronograma de aplicação, em função de problemas externos e internos à escola. Apesar de relevante, o assunto não foi fundamental para a conclusão do estudo.

Todos os resultados das observações foram registrados na própria folha de experimento. Esses registros foram bastante úteis na aplicação do processo, sendo utilizadas como base para a realização das medidas solicitadas na terceira fase.

Concluída essa segunda fase, passamos à aplicação da terceira e última etapa. Nesta fase, construímos uma nova folha de experimento (***apêndice F***) seguindo os parâmetros já aplicados na folha de procedimentos da fase anterior. Nesta fase, houve a necessidade de incluir um instrumento de medida para a realização dos experimentos, um multímetro.

A escolha do equipamento foi bastante complicada devido ao nosso aprisionamento, desnecessário, ao parâmetro de precisão na medida tomada. Verificamos aqui que não são apenas os nossos alunos que buscam a “resposta correta”. No nosso caso específico, como já mencionado anteriormente, a comparação qualitativa da diferença entre os valores medidos nas associações é suficiente para produzir a compreensão do fenômeno.

Assim, reconhecido e superado esse problema, adquirimos um equipamento de baixo custo encontrado no comércio popular (camelô). Esses multímetros, em número de 5, foram testados para verificar o seu funcionamento em todas as escalas de medida antes de serem utilizados pelos alunos. Esses testes incluíram a medição de valores conhecidos e com pouca variação, tais como a voltagem de tomadas elétricas prediais, voltagem de pilhas, resistores padronizados, etc., onde verificamos que apenas dois aparelhos apresentavam leituras corretas. Os demais, apesar da incorreção, apresentavam linearidade no erro das medidas.

Como esses erros não estavam impedindo a comparação qualitativa, já que se tratavam, provavelmente, de erros de calibração, os multímetros foram aprovados para a utilização na aplicação. Assim, os conjuntos para a 3ª fase ficaram compostos com o seguinte material:

- 3 lâmpadas;
- 1 bastidor para 2 pilhas AA;
- 2 pilhas AA
- 1 multímetro analógico

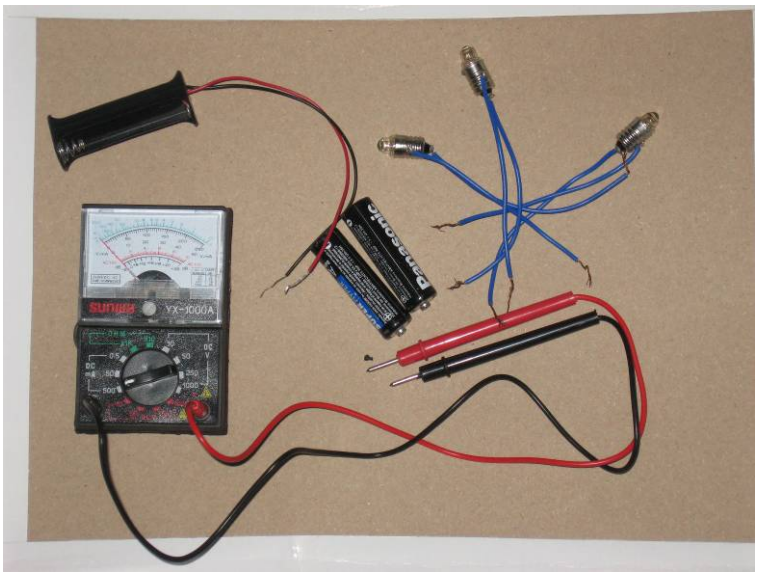


Figura 2

O procedimento, neste caso, sofreu uma pequena variação. Na introdução, foi realizada uma explanação sobre a operação de um multímetro, em especial nas faixas de medição que queríamos operar. A explanação consumiu basicamente uma aula.

É interessante observar que depois de adaptados ao processo de ensino pelo questionamento, foi difícil para os alunos trabalharem sob um processo tradicional. A apatia e a falta de interesse voltaram ao grupo dificultando o trabalho proposto e, ao final da aula, ficou visível que os alunos não haviam assimilado as instruções pretendidas.

Na aula seguinte foi retomada a prática de ensino pelo questionamento e entregue o material aos alunos. Novamente, ao manipularem os multímetros, as instruções contidas na folha de aplicação não foram seguidas de imediato, não sendo, contudo, necessário aguardar muito tempo para que os grupos começassem a perguntar como proceder com os instrumentos. Como se pode verificar no ***apêndice F***, o trabalho inicial era realizar medidas nas ligações realizadas pelos próprios alunos na 2ª fase.

Como forma de facilitar a tomada dessas medidas e já que o objetivo imediato do processo não era aprender a operar o equipamento e sim realizar a comparação dos valores, os alunos foram orientados sobre quais as escalas a serem utilizadas em cada medida. Com essa oportunidade, foi mais dinâmico e produtivo ensinar

a utilização do instrumento. Como atividade extraordinária ao solicitado na folha de experimento, e para permitir uma maior familiaridade com o multímetro, em especial com as escalas do indicador, foi solicitada a medição da tensão em aberto de cada uma das pilhas e, depois, a da sua associação no bastidor.

Passando para a atividade específica da folha de experimento, os trabalhos foram realizados com maior fluidez, com os alunos trabalhando novamente de forma concentrada e focada. Questões sobre aplicações tecnológicas permitiram a utilização do material como base para discutir circuitos elétricos comuns em residências e automóveis. Dificuldades com a leitura das medidas em função das múltiplas escalas representadas no mostrador do aparelho foram rapidamente sanadas.

Foi interessante observar, devido ao desgaste das pilhas, as questões sobre a queda de brilho das lâmpadas nas associações em paralelo. Em princípio, a tensão das pilhas era suficiente para acender cada lâmpada com brilho total, mas, com a solicitação de corrente maior com o aumento de lâmpadas (lembrando que, infelizmente, não discutimos potência elétrica), o brilho diminuía. Essa questão nos levou a realizar mais um experimento não planejado na folha de experimento da 3ª fase que consistiu em medir a voltagem e a corrente em associações específicas conforme se pode ver no ***apêndice G***.

Concluída a aplicação da 3ª fase, houve um hiato de aproximadamente 2 semanas até a aplicação do teste (***apêndice H***). Esse intervalo não foi proposital e necessário à produção de materiais de avaliação para as outras turmas nas quais este mestrando ministrava aulas. O teste foi construído utilizando as premissas contidas na revisão bibliográfica (THACKER et al, 1994) e consistiu em uma extensão do teste aplicado no estudo piloto já que houve a adição de questões com *ênfase qualitativa* de múltipla escolha (questões 4 a 8). O teste foi aplicado em duplas, dando-se preferência às formações que contivessem alunos que tivessem participado dos mesmos grupos de aplicação. Atribuiu-se valoração a esse teste para a composição da nota bimestral como mais um atrativo para a sua realização.

Nesta aplicação do teste houve pouca interação do professor com os alunos justamente para avaliar e medir o grau de retenção do que foi discutido. Esse grau de retenção pôde ser avaliado nos aspectos quantitativo e qualitativo conforme sugere a literatura (THACKER, et al, 1994; VAN HEUVELEN, 1991) e é por isso que temos as questões com ênfase qualitativa. Designamos essas questões como tendo ***ênfase qualitativa*** pois, apesar de serem solucionadas e requererem respostas

qualitativas, podem também ser resolvidas de maneira quantitativa. Os testes respondidos e verificados foram arquivados para análise.

O Produto Educacional

A proposta deste trabalho, conforme descrito em sua introdução, foi a de extrair os parâmetros básicos de aplicação e avaliação de processos de ensino pelo questionamento como forma de torná-los acessíveis aos professores e adaptáveis a qualquer tipo de condição de ensino. Com esse objetivo, foi redigido um manual que contém esses parâmetros e que permite a qualquer interessado aplicar o processo seja como um programa integral, utilizando o questionamento como forma de trabalho em suas aulas em substituição das aulas tradicionais, seja como metodologia de aplicação de aulas de laboratório, em qualquer nível de ensino.

O manual, apesar de tratar do uso de atividades experimentais, não traz procedimentos experimentais prontos, apesar dos exemplos mostrados, ao contrário do que seria de se esperar de um produto desse tipo. Os exemplos apresentados são apenas ilustrações e sugestões de uso e funcionam como elementos orientativos do processo de construção de procedimentos de aplicação.

O manual proposto está dividido em quatro seções:

- Introdução
- O Processo de Ensino Pelo Questionamento
- Diretrizes de Aplicação
- Diretrizes de Avaliação

Introdução

Nesta seção é feito um breve relato sobre os objetivos do trabalho, sobre a história da sua construção e quais os parâmetros a serem buscados e apresentados. São citadas brevemente a origem e referências do conceito de ensino pelo questionamento.

O Processo de Ensino Pelo Questionamento

Nesta seção, retirada e adaptada desta dissertação, é feita uma explanação detalhada sobre a história e o desenvolvimento do conceito de ensino pelo questionamento. Essa história consiste, basicamente, na identificação e exploração das idéias do principal mentor do processo, Dr. Arnold Arons, cujas premissas são destacadas em 11 pontos principais, relativos à filosofia de sua aplicação e uso.

Escolhemos fazer esse destaque específico ao trabalho de Arons, dada a sua abrangência genérica e sintética do processo. Com essa abrangência e síntese, é possível estabelecer uma correlação mais direta entre os parâmetros no manual e a filosofia do processo descrito.

Em seguida, apresentamos uma explanação sobre a correlação entre a experimentação e o ensino pelo questionamento. O estabelecimento dessa correlação se dá através da fundamentação teórica produzida para esta dissertação e referências a trabalhos que tratam da experimentação e do questionamento como estratégia de ensino. Assim, julgamos apropriada a sua inclusão, uma vez que traz ao professor que venha a utilizar esse manual uma perspectiva de uso da experimentação diferente da tradicionalmente aplicada.

Finalmente, é inserida uma explanação sobre a linguagem científica. Nessa explanação são abordados, brevemente, os conceitos de linguagem científica, a sua abrangência e os seus instrumentos. Os diversos instrumentos demonstrados e a compreensão da linguagem científica como uma forma de comunicação – e não apenas um anexo à linguagem natural – são importantes estruturas utilizadas no processo de questionamento. Novamente, a importância da inserção deste tópico é a de prover ao leitor ou usuário a compreensão do que se entende por linguagem científica e situá-lo em um panorama diverso daquela que o senso comum impõe.

Como fechamento da seção, desenvolvemos uma síntese e um diálogo entre os temas discutidos. Esse diálogo integra todos os conceitos apresentados, justificando a utilização do processo de ensino pelo questionamento como uma ferramenta poderosa e com grande capacidade de comunicação, servindo ainda como um encaminhamento para as seções posteriores.

Diretrizes de Aplicação

Nesta seção são fornecidos os parâmetros de aplicação levantados durante o desenvolvimento deste trabalho. Dentre esses parâmetros podemos destacar:

- necessidade de procedimento escrito para a realização dos experimentos;
- os procedimentos devem comunicar o objetivo do experimento;
- os procedimentos devem conter instruções gerais para a execução do experimento;

- os procedimentos devem conter questões não diretivas a serem respondidas pelos alunos;
- as atividades experimentais devem ser realizados em grupos;
- esses grupos devem ter tamanho limitado;
- deve haver comunicação entre os elementos do grupo e entre os grupos;
- o professor deve gerenciar o processo de diálogo intragrupos e intergrupos;
- deve ser reforçada a necessidade dos alunos lerem os procedimentos e produzirem respostas às questões formuladas;
- os alunos devem ter liberdade de explorar o material mas cabe ao professor orientar essa exploração, com o objetivo de realizar os procedimentos.

São incluídos dois exemplos de aplicação utilizados durante o desenvolvimento deste trabalho como ilustração ao usuário de uma forma de construção dos procedimentos. São reforçadas, ainda, as necessidades de manter o diálogo constante, o uso e a vocabularização na linguagem científica, a exigência de registro escrito das respostas e de se ouvir atentamente os alunos, aguardando sempre pelas suas respostas, não tentando induzi-las.

Diretrizes de Avaliação

É evidenciada a ênfase qualitativa do processo de ensino pelo questionamento e a inadequação da avaliação por critérios quantitativos. Assim, são estabelecidos critérios para a avaliação dos alunos ensinados pelo questionamento:

- capacidade de compreender as questões e os conceitos subjacentes;
- capacidade de construir e compreender modelos;
- capacidade de representar ou criar representações esquemáticas;
- capacidade de utilizar e compreender representações gráficas e esquemáticas;
- capacidade de expressar com clareza, e de forma escrita, o seu raciocínio;
- capacidade de utilização do vocabulário científico (termos e expressões);
- capacidade de definir idéias e conceitos dentro de uma forma coerente e inteligível.

São sugeridas 3 estratégias de avaliação para o processo. Uma, utiliza as próprias respostas às questões contidas nos procedimentos experimentais. A segunda utiliza uma avaliação realizada em duplas, de forma a manter a característica de discussão e a colaboração desenvolvida nos processos de experimentação. A terceira é uma avaliação individual, caracterizada pela restrição do diálogo entre alunos.

Para cada estratégia sugerida são avaliadas as suas vantagens e desvantagens. É ainda sugerida a aplicação de cada estratégia (exceto a primeira) com ou sem auxílio do professor sendo, em ambos os casos, avaliadas as diferenças dos seus usos.

São incluídos alguns exemplos de questões aplicadas durante este estudo, apenas como ilustração de construção de instrumentos de avaliação. É enfatizado que todas as questões podem ser solucionadas tanto por análise quantitativa quanto por análise qualitativa.

Análise e Discussão

O estudo descrito neste trabalho objetivou a identificação e o desenvolvimento de parâmetros de aplicação e de avaliação de processos de ensino pelo questionamento. Assim, duas são as frentes de análise a serem avaliadas. A primeira consiste na identificação dos parâmetros aplicados na elaboração e aplicação dos procedimentos apresentados aos alunos e a segunda, na identificação dos parâmetros de elaboração de avaliação aplicados. Dessa análise, foram corroborados os parâmetros utilizados na elaboração do Manual de Aplicação, *O Uso do Processo de Ensino pelo Questionamento no Ensino de Física em Nível de Ensino Médio*, produto educacional desta dissertação.

Aplicação

O parâmetro inicial do processo está em se escolher experimentos provocadores. Podemos chamar de *provocadora* a atividade que utilize ou um experimento que possa contrapor o senso comum ou a que utilize recursos do dia-a-dia, como brinquedos e materiais para construção, tais como carrinhos, tubos de PVC, tábuas, pregos, etc., desafiando ou modificando a visão que o aluno tem deles. A idéia é a de que o resultado possa ser atraente ao executante ou pela via do desafio ou pela proximidade com os recursos.

Este é um ponto muitas vezes complicado na escolha dos procedimentos. É necessário, muitas vezes, desenvolvê-los ou adaptá-los de procedimentos experimentais encontrados em livros ou na internet. O principal ponto, contudo, é encontrar o mote provocador ou a alternativa acessível de execução.

A maioria das pessoas é atraída pelo desafio de superar ou testar uma possibilidade nova, realizar uma atividade nova. A maior dificuldade, porém, é manter esse interesse. Verificamos nas aplicações, tanto dos testes iniciais quanto do estudo piloto e do estudo final, que a soma desses dois fatores, desafio e proximidade com os materiais do experimento, gera uma grande interação entre os alunos e o processo, facilitando e mantendo o interesse.

Enfatizamos aqui a importância da **exploração não-orientada**. Essa exploração do material, que ocorre desde crianças até adultos, com variação no tempo e intensidade, deve ser estimulada e aproveitada para manter vivo o interesse no ex-

perimento. Na maioria das vezes, dada a extrema importância que o cumprimento dos conteúdos assume, os professores desestimulam essa exploração e, muitas vezes acabam por desestimular idéias criativas, a investigação do novo e a descoberta de possibilidades não exploradas.

Esse processo, contudo, não deve aguardar a sua exaustão natural, uma vez que esta pode demorar a acontecer. É saudável, conforme nossa observação, tanto para o processo quanto para os próprios alunos, que este ocorra por um período entre 5 e 10 minutos. Não havendo execução das orientações dos procedimentos dentro desse período, o professor deve chamar a atenção para que estes sejam seguidos.

Outro parâmetro de aplicação importante é a definição e comunicação dos objetivos do procedimento experimental. Aparentemente óbvio, esse parâmetro muitas vezes pode ser confundido com a comunicação dos **resultados a serem conseguidos**. Podemos ilustrar essa confusão comparando os objetivos comunicados aos alunos nos procedimentos contidos nos apêndices ***B*** e ***F*** e as seguintes frases: *"verificar que, ao associar as lâmpadas da maneira **X**, o seu brilho será reduzido de maneira idêntica*", "*associe as lâmpadas da maneira **Y** e verifique que a voltagem na lâmpada 1 será V_1 e na lâmpada 2 será V_2".* Enquanto nos primeiros – os apêndices – temos um objetivo genérico, nas segundas – as frases – temos os resultados a serem atingidos e esses, de fato, não são objetivos.

Outro fundamento do processo de questionamento é o diálogo interativo. Esse diálogo deve ser entendido não apenas como uma conversa simples com um professor que sabe algo e alunos que não sabem, mas como uma troca de experiências e impressões sobre os experimentos tanto entre professor e alunos quanto entre alunos. A melhor forma de garantir esse diálogo é o trabalho em grupo. Trabalhar em grupo é fundamental para que se exercite o diálogo tanto interno ao grupo quanto entre grupos.

Os grupos, contudo, não devem possuir número de componentes muito grande. O excesso de componentes pode comprometer o trabalho por não permitir acesso de todos os componentes à atividade experimental e à observação de seus efeitos. A aplicação ideal deve ser em grupos com, no máximo, 4 alunos. Nossa observação concorda com a prescrição de Hake (1992), recomendando uma quantidade não superior a 5 componentes. Isso reduz a tendência à dispersão e à transfe-

rência de responsabilidade pela execução e discussão do procedimento dos demais membros do grupo para apenas alguns elementos mais ativos.

Se as turmas forem muito grandes, maiores talvez que 45 ou 50 alunos, é recomendável que o procedimento seja aplicado por uma dupla, conforme observado por Hake (1992). Esse procedimento torna mais fácil o controle do processo e o gerenciamento das discussões, garantindo as suas melhores eficiência e eficácia, sendo que o número ideal deve ficar entre 2 e 4 componentes.

O professor deve ser o gerenciador do processo de diálogo e o elemento de conexão entre os grupos e os alunos. Sabedor dos resultados possíveis e dominando os conceitos buscados, é ele um dos agentes precursores da reflexão e o parceiro mais capaz. É ele o principal agente de interação e diálogo do processo.

É também de responsabilidade do professor, dentro dessa função de gerenciador da interação, identificar, estimular e dar voz ao que chamamos no capítulo sobre a Metodologia de ***alunos precursores do raciocínio coletivo***. Esses alunos são menos tímidos ou possuem maior facilidade em compreender o tema discutido, lançam tentativas de solução ou mesmo algumas soluções que “contaminam” o grupo – tanto o grupo a que pertencem quanto à turma em geral – e fazem com que estes comecem a discutir, lembrando um processo catalítico. Os alunos precursores, na maioria das vezes, são os mesmos, mas podem ocorrer variações eventuais.

A exploração e mapeamento da ZDP é um elemento fundamental produzido pela interação professor-alunos-grupos, aluno-aluno e grupo-grupo. O professor, como elemento mais capaz e conhecedor deste fundamento teórico, é capaz de reconhecer os limites de ação dos seus alunos e, através do diálogo, auxiliá-los a realizar aquilo que não conseguem fazer sem ajuda. Essa ação é um eficiente promotor do deslocamento da ZDP.

Nas interações aluno-aluno e grupo-grupo, conseguimos inferir a exploração e mapeamento intuitivo da ZDP por parte dos alunos. A indicação de que essa exploração e mapeamento ocorrem, é observada nos alunos precursores do raciocínio coletivo, uma vez que esses são capazes de realizar as atividades ou de responder aos questionamentos propostos sozinhos. Assim, eles identificam as dificuldades e limitações dos colegas, ajudando-os a superar essa barreira, estabelecendo uma relação entre mais capazes e menos capazes.

É importante observar que a participação dos alunos, em sua maioria, foi efetiva. A atitude do professor de permitir e estimular o diálogo e valorizar a participa-

ção e as opiniões dos alunos produziu um efeito positivo na dinâmica do grupo, reduzindo a dispersão, e demonstrou que a maioria dos alunos foi capaz de realizar as reflexões propostas com esse auxílio.

O professor deve circular permanentemente entre os grupos para colher solicitações, informações, diálogos e conclusões. Deve dialogar com os grupos e com os alunos, questionando e solicitando informações sobre os efeitos e resultados observados, estimulando a discussão dentro dos grupos e levando informações colhidas por outros grupos, introduzindo e discutindo o caminho do raciocínio para o atingimento do objetivo proposto. O professor deve dialogar com os grupos individualmente e se julgar oportuno e interessante (o que não é raro), abrir o diálogo com toda a turma.

Nas discussões, as questões levantadas devem ter respostas **dos alunos**. O professor deve aprender a ter a paciência proposta por Arons (em HAKE, 2004) de esperar por essa reação dos alunos e não dar a resposta ao grupo. A maioria das vezes, as respostas contêm explicitações de bons processos iniciais de raciocínio ou mesmo raciocínios bastante elaborados.

O professor nunca deve estar fechado às respostas. Deve estar sempre atento e de ouvidos atentos para ouvir e refletir sobre o que está sendo respondido e proposto. Não é raro sermos surpreendidos por linhas de raciocínio e premissas válidas porém não exploradas por nós.

Na análise das respostas, tanto as verbais quanto as escritas, devemos ser cautelosos para não tentar corrigir os termos utilizados. Devemos ler e ouvir atentamente a idéia por trás daquilo que o aluno está tentando expressar. Se esse raciocínio está correto e se a idéia contém coerência, muito bem. Caso contrário, devemos realizar novas aproximações e discussões para melhorar o entendimento.

Compreendida a idéia, devemos encaminhar a discussão para esclarecer as definições, expressões, termos e modelos científicos aceitos para aquele determinado tópico. Isso não impede, contudo, que durante o processo de realização do experimento se realize essa *vocabularização* científica. O gerenciamento desse processo deve ser do professor, esclarecendo que o mais importante é a idéia e depois a definição.

Os procedimentos entregues aos alunos devem ser escritos de forma a terem registrado o que deve ser realizado e servirem de orientação aos alunos. Essa orientação deve ser em forma de instruções genéricas e não de instruções diretivas.

Esse parâmetro genérico permite uma exploração do material por parte do aluno, levando-o a descobrir as diversas possibilidades de uso, constituindo isso, por si, uma forma de diálogo com o instrumento.

Os procedimentos devem conter questões relacionadas com o objetivo do experimento. As questões não podem ser diretivas, ou seja, não podem induzir a uma interpretação específica ou a um resultado específico. Essas questões devem sempre conter a necessidade de justificar a resposta dada, constituindo esse um elemento de anácrise fundamental ao diálogo do processo, ou seja, um elemento que provoca o interlocutor a externar claramente sua opinião.

Esses procedimentos e questões devem ser lidos obrigatoriamente. Essa leitura é necessária para dirimir dúvidas e esclarecer questões sobre vocabulário, em especial aquelas ligadas à linguagem científica.

Os registros de dados e respostas devem ser obrigatórios. Apesar de se calcar no diálogo, instrumento geralmente verbal, os registros permitem uma análise mais apurada do processo de reflexão e um outro momento de diálogo com a atividade experimental (***apêndices I*** e ***J***). O professor terá mais tempo para refletir sobre as impressões e observações do aluno, muitas vezes não percebidas durante o calor das discussões em sala de aula. O aluno, por sua vez, quando revisita suas exposições, impressões e posições, consegue, muitas vezes, estabelecer uma revisão ou uma nova reflexão sobre a atividade experimental realizada.

O processo de ensino pelo questionamento, apesar de enfatizar a análise qualitativa dos problemas e das questões, não exclui a solução quantitativa. A análise qualitativa, conforme defendido por Van Heuvelen (1991), deve ser a base de estruturação do raciocínio para as soluções quantitativas. Uma não pode ser dissociada da outra, sob pena de prejuízo no processo de compreensão dos fenômenos estudados. Essa perda se propaga ainda pela linguagem científica, elemento chave para a comunicação no processo de ensino e, em especial, no ensino pelo questionamento.

Uma reflexão sobre o método de utilização de apresentações nos conduz às suas limitações para o questionamento. Apesar da validade como instrumento de anácrise, a apresentação guarda o mesmo elemento central de qualquer aula expositiva: a fé no que se apresenta.

A apresentação, diferentemente da experiência, irá demonstrar o resultado que quem a apresenta quer demonstrar e não necessariamente o resultado real,

com erros e imprecisões. O público-alvo deve acreditar, portanto, que o que está vendo é fato, mesmo que se demonstre um absurdo. Os fatos, erros e imprecisões do processo experimental são os fomentadores da discussão e promovem um questionamento efetivo.

A aplicação do estudo consumiu um tempo maior do que o planejado inicialmente, em função de fatores não previstos e por necessidades da aplicação. Com peso importante, esses fatores tiveram impacto no processo e, se por um lado atrasaram a finalização do trabalho, por outro contribuíram para um melhor planejamento de processos semelhantes futuros.

Um fator que sempre influencia nas atividades escolares são as atividades não previstas ou previstas mas não completamente planejadas. Entre essas atividades estão os passeios culturais, os campeonatos e outras atividades didático-culturais. Como muitas surgem de oportunidades criadas durante o ano letivo por unidades ou entidades externas à escola, não há como realizar previsão de longo prazo ou planejamento.

Outros fatores que devem ser considerados, são as atividades com outras turmas nas quais não se está aplicando o processo de estudo. Como existe uma tendência forte de nos dedicarmos a ele, acabamos por acumular algum tipo de atribuição, em especial as burocráticas. Como devemos responder a essa demanda, invariavelmente despendemos algum tempo importante para nos atualizar (soma de notas, preenchimento de diários, etc.).

O surgimento de assuntos importantes ou interessantes durante a aplicação de algum procedimento, como o ocorrido na 3ª fase deste estudo, nos obriga a rever o planejamento e a produzir material ou atividades experimentais novas. Especificamente nesse caso, optou-se por complementar a informação disparada. Poderíamos, contudo, escolher um recorte diferente e não atacar esse problema, preservando o cronograma.

Esse é um problema recorrente neste tipo de processo: decidir, em meio a uma grande quantidade de assuntos interessantes, qual merece ser abordado imediatamente, qual deve ser abordado em outra oportunidade e qual não deve ser abordado. Um dilema freqüente, também, é a profundidade que a discussão deve alcançar. O acompanhamento cuidadoso dessas variáveis deve ser constante até que se tenha adquirido a experiência suficiente em sua aplicação, a qual pode facilitar a determinação desses limites.

Avaliação

Foram aplicadas duas avaliações durante o processo de aplicação do procedimento, conforme descrito no capítulo sobre a Metodologia, contidos nos apêndices ***E*** e ***H***. Do processo desenvolvido na Metodologia e com base na Revisão Bibliográfica, verifica-se que os processos que se utilizam do questionamento como estratégia de ensino, dada a intensidade com que trabalham os instrumentos qualitativos de análise, não são adequadamente avaliados utilizando-se critérios exclusivamente quantitativos. Assim, devem ser adotados critérios adequados para a avaliação de aprendizagem dos alunos que conjuguem análise qualitativa e quantitativa. Alguns dos critérios qualitativos a serem avaliados são:

- capacidade de compreender as questões e os conceitos subjacentes;
- capacidade de construir e compreender modelos;
- capacidade de representar ou criar representações esquemáticas;
- capacidade de utilizar e compreender representações gráficas e esquemáticas;
- capacidade de expressar com clareza e de forma escrita o seu raciocínio;
- capacidade de utilização do vocabulário científico (termos e expressões);
- capacidade de definir idéias e conceitos de forma coerente e inteligível.

Nesses testes pudemos verificar a importância da discussão durante a sua aplicação. Ela foi fundamental para a solução de alguns problemas de compreensão do exercício e para o auxílio na superação de inseguranças na concretização das respostas. Na verdade, se o processo implica em discussão para o aprendizado ele pode implicar em discussão para o seu teste. Colocamos **pode**, pois o teste realizado pode ter duas facetas: realizado com o auxílio da discussão com o professor, serve como instrumento exploratório da ZDP e reforçador do processo de aprendizado; realizado sem o auxílio do professor, serve como instrumento de medida da independência do grupo no uso e aprendizado do conhecimento.

A exploração da ZDP fica clara para o professor sob duas frentes: a primeira, na interação professor-aluno ou professor-grupo, pela análise das perguntas e das respostas dos alunos, pois permite verificar os pontos de ação independente e os pontos de ação assistida. Ou seja, o professor é capaz de mapear, através das perguntas e respostas dos alunos, o que eles são capazes de fazer ou responder sem ajuda e o que eles são capazes de fazer ou responder com ajuda.

A segunda frente implica na interação aluno-aluno. Como verificado na análise da aplicação, os alunos precursores do raciocínio coletivo são auxiliares no mapeamento e exploração da ZDP dos colegas, agindo como “pontes” entre esses alunos e o professor e, por conseqüência, entre esses alunos e o conhecimento. Temos aqui um recurso de reforço do aprendizado extremamente útil.

A avaliação deve contar com elementos coerentes com o processo de ensino. Como verificado na Revisão Bibliográfica, os processos de avaliação do ensino pelo questionamento devem ter ênfase qualitativa, o que pode ser corroborado com o resultado do 2º teste aplicado.

No teste contido no ***apêndice H***, observamos que a maioria dos alunos que participaram da avaliação obteve melhores resultados na solução de questões com maior ênfase qualitativa (questões 4 a 8) do que na solução de questões onde ocorre a conjunção entre as ênfases quantitativa e qualitativa (questões 1 a 3), conforme pode ser aferido na ***tabela 1***, com dados colhidos do ***apêndice K***. Dada a curta extensão do trabalho e o pequeno tempo de distanciamento da metodologia tradicional e, portanto, sendo que foi pequena a influência que o processo de questionamento produziu na forma como os alunos enfrentam a solução dos problemas, podemos inferir que parte da dificuldade com a solução de problemas que demandem ou aparentem demandar o uso de fórmulas e cálculos, têm como fonte a baixa autoconfiança na capacidade de resolvê-los. Como defendido por Van Heuvelen (1991), a habilidade de resolver problemas com o uso dos recursos qualitativos deve ser desenvolvida e treinada, motivando, consolidando e reforçando a autoconfiança.

Tabela 1

QUESTÃO	1	2	3	4	5	6	7	8
ACERTOS	2	1	6	10	9	4	9	9
%	13,3	6,7	40	66,7	60	26,7	60	60
TOTAL DE TESTES APLICADOS								15
MÉDIA DE ACERTOS								6,25
MÉDIA DE ACERTOS (%)								41,7

Outra inferência que pode ser extraída desse fato é a de que, não tendo sido utilizada a discussão durante a resolução desse teste, é possível que a solução formal estivesse dentro da “porção inferior” da ZDP dos alunos. Ou seja, é possível que os alunos fossem capazes de compreender os problemas, mas ainda não fossem

capazes de resolvê-los sem auxílio. Isso nos faz refletir que é importante que a freqüência de aplicação de estudos dirigidos ou testes, durante o processo, seja maior ou, que nas oportunidades de avaliação, estas sejam utilizadas como mais um recurso de questionamento e de mapeamento e exploração da ZDP.

Conclusão

Ao concluirmos este trabalho, cabe um olhar em perspectiva sobre o seu desenvolvimento, pois diferentemente da expectativa original – que era a de adaptar um processo existente para aplicação dentro de nossa realidade – acabamos por produzir um material, dentro do nosso ponto de vista, de aplicação mais ampla e com alcance maior.

Sendo o nosso objetivo final – consolidado após muitas reflexões e reconsiderações – a identificação e o desenvolvimento de parâmetros para a aplicação de processo de ensino de Física pelo questionamento e a sua conseqüente avaliação de aprendizagem, consideramos que este foi plenamente atingido. Assim, o produto educacional resultante, sob nosso ponto de vista, traz todos os requisitos necessários à aplicação do processo e à avaliação dos seus resultados. Nossa expectativa é a de ter produzido um material que possa colaborar com os professores, melhorando sua prática e permitindo que estes utilizem esse recurso não só como mais uma ferramenta de trabalho em laboratórios mas que efetivamente produzam uma modificação na sua forma de ver o ensino de Física.

O maior desafio na consolidação de nosso trabalho foi o desenvolvimento da metodologia de aplicação, também não convencional. Cada passo teve desenvolvimento próprio e, em última análise, corroboram e são coerentes com todas as referências bibliográficas coletadas. O desenvolvimento da metodologia, no final das contas, consistiu na base do produto educacional resultante, uma vez que foi esta que permitiu a identificação e desenvolvimento dos parâmetros buscados.

A utilização de atividades experimentais, como destacado em diversos trechos deste trabalho, é tratada, na maioria das vezes, como uma atividade educacional exclusivamente demonstrativa e que raramente aproveita todo o seu potencial como suscitador de discussões e de processo para a aprendizagem da linguagem científica. Esse tratamento conduz os processos de experimentação no Ensino Médio para um *status* secundário, ao contrário do que acredita a maioria dos professores que assim a aplicam.

O trabalho de ensino de Física pelo questionamento, como verificamos em nosso trabalho, representa uma mudança no paradigma de aplicação de atividades experimentais. Utilizá-las como instrumentos de provocação da discussão e como

agentes de mudança no senso comum é, efetivamente, explorar de maneira mais completa seu potencial de meio de ensino. A capacidade de produzir nos alunos mudanças de atitude em relação ao conhecimento e ao aprendizado, por si só, já seria um ganho significativo nesses nossos tempos ávidos pela velocidade, quantidade, superficialidade e descartabilidade das informações.

Outro desafio que este processo impõe a nós professores, é a mudança de atitude de agentes exclusivamente ativos para agentes participativos do processo de ensino. Os ensinamentos do Professor Arons são importantes em especial por alertarem para essa necessidade.

A proposta, enfim, traz uma visão alternativa sobre o processo de ensino. Nós, em seu desenvolvimento, aprendemos a dialogar com o processo e, o que nos pareceu mais importante e significativo, aprendemos a dialogar com nossos alunos. Mais do que nos preocuparmos em preencher requisitos burocráticos de cumprir conteúdos, este estudo nos proporcionou a oportunidade de ***voltar a aprender***. Aprender com o processo, aprender com os nossos alunos.

Da mesma forma que buscamos neste estudo desafiar nossos alunos a compreender os processos envolvidos nos experimentos realizados, a trajetória de sua construção nos impôs esse desafio. Aprendemos a questionar o nosso próprio trabalho e, assim, a aprender com isso. Talvez, mais do que um processo direcionado ao aprendizado do aluno, o ensino pelo questionamento seja um importante ponto de reflexão também para os professores, mudando sua concepção sobre o que é ensinar.

Referências Bibliográficas

CAVALCANTI, L. de S. Cotidiano, mediação pedagógica e formação de conceitos: uma contribuição de Vygotsky ao ensino de Geografia. *Cadernos CEDES*, Campinas, v. 25, n. 66, p. 185-207, 2005.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I.C.C. Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vigotski. *Investigações em Ensino de Ciências*, UFRGS, v. 10, n. 2, 2005.

HAKE, R.R. Socratic Pedagogy in the introductory physics laboratory. *The Physics Teacher*. v. 30, n. 9, p. 546-552, 1992.

HAKE, R.R. The Arons-Advocated Method, 2004 em <http://www.physics.indiana.edu/~hake/AronsAdvMeth-8.pdf >. Acesso em: 5 jul. 2007.

HALLIDAY, M.A.K; MARTIN, J.N. Writing science: literacy and discursive power**.** *The Falmer Press*, Londres, 1993.

HALLOUN, I.A.; HESTENESS, D. The initial knowledge state of college physics students. *American Journal of Physics,* v.53, n. 11, p.1043-1055, 1985.

HESTENESS, D.; WELLS, M.; SWACKHAMER, G. Force concept inventory. *The Physics Teacher*, v. 30, p. 141-158, 1992.

HESTENESS, D.; WELLS, M. A mechanics baseline test. *The Physics Teacher*, v.30, p. 159-166, 1992.

HODSON, D*.* Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio*. Enseñanza de las Ciencias*, v.12 , n.3: p. 299-313, 1994.

KUHN, T.S. The Structure of Scientific Revolutions. *University of Chicago Press*, Chicago, 1962

MC DERMOTT, L.C.; SHAFFER, P.S. Preparing teachers to teach Physics and Physical Science by Inquiry, *The Role of Physics Departments in Preparing K-12 Teachers Conference*, 2000 em <http://www.aip.org/education/teacherprep/>. Acesso em: 10 jan. 2007.

MC DERMOTT, L.C.; PHYSICS EDUCATION GROUP AT THE UNIVERSITY OF WASHINGTON. Physics by Inquiry, v. 1 e 2, *John Wiley & Sons*, Nova York, 1996.

MOREIRA, M.A. Teorias de aprendizagem. *Editora Pedagógica Universitária*, São Paulo,1999.

MOREIRA, M.A. Pesquisa em Ensino: Aspectos Metodológicos em Pesquisa em Ensino: o Vê Epistemológico de Gowin*, Editora Pedagógica e Universitária*, São Paulo, 1990.

NÉBIAS, C.M. Formação de conceitos científicos e práticas pedagógicas. *Interface - Comunicação, Saúde, Educação*, v. 3, n. 4, p. 133-140, *Fundação UNI/UNESP*, 1999.

THACKER, B.; KIM, E.; TREFTZ, K.; LEA, S.M. Comparing problem solving performance of physics students in inquiry-based and traditional introductory physics courses. *American Journal of Physics*, v. 62, n. 7, p. 627-633, 1994.

VAN HEUVELEN, A. Learning to think like a Physicist: a review of research-based instructional strategies. *American Journal of Physics*, v. 59, n. 10, p. 891-897, 1991.

WELLINGTON, J.; OSBORNE, J. Language and Literacy in Science Education. *Open Universtity Press*, Philadelphia, 2001.

Apêndices

Apêndice A

Processo de ensino pelo questionamento

Folha de Experimento

Objetivo

Demonstrar a soma vetorial de forças

Material

3 dinamômetros, transferidor ou gabarito de ângulos.

Montagem e procedimentos

Fixar ou segurar uma das extremidades de um dos dinamômetros (DIN 1). Na outra extremidade, fixar os outros dois dinamômetros (DIN 2 e DIN 3) de forma que estes possam ter seu ângulo relativo alterado.

Aplicar força aos dois dinamômetros, DIN 2 e DIN 3, anotando os valores lidos em cada um deles e no dinamômetro DIN 1 . Medir o ângulo relativo entre eles.

Varie os ângulos relativos e aplique forças diferentes a cada um dos dinamômetros, anotando os resultados. Dê atenção especial aos ângulos de 0°, 30°, 45°, 60°, 90° e 180°, quando aplicando forças iguais aos dinamômetros. Monte uma tabela relacionando o ângulo relativo, as forças medidas nos dinamômetros DIN 1, DIN 2 e DIN 3.

Questões

1 – Podemos afirmar que a força medida no dinamômetro DIN 1 é o resultado das forças aplicadas nos dinamômetros DIN 2 e DIN 3?

2 – A força medida no DIN 1 foi, em alguma situação, igual à soma algébrica das forças aplicadas nos dinamômetros DIN 2 e DIN 3?

3 – Aplicando as mesmas forças aos dinamômetros DIN 2 e DIN 3 porém em ângulos diferentes, obtemos as mesmas leituras no DIN 1?

4 – Desenhe um diagrama que represente as forças aplicadas nos dinamômetros DIN 2 e DIN 3 e a força resultante no DIN 1.

5 – Verifique se os valores obtidos para a resultante medida no DIN 1 podem ser calculados pela fórmula

$$D_1 = \sqrt{D_2^2 + D_3^2 + D_2.D_3.\cos\alpha}$$

onde:

D_1 = Resultante medida no DIN 1
D_2 = Força medida no DIN 2
D_3 = Força medida no DIN 3
α = ângulo entre os dinamômetros DIN 2 e DIN 3

Apêndice B

Processo de ensino pelo questionamento

Folha de Experimento

Objetivo

Verificar os efeitos da associação de lâmpadas

Material

Lâmpadas, soquetes, fios e pilhas.

Montagem e procedimentos

Com as lâmpadas instaladas nos soquetes e utilizando os fios, conecte-as entre si de diversas maneiras que julgar possíveis. Faça pelo menos 4 ligações diferentes. Ligue cada associação realizada às pilhas e verifique o que acontece com cada lâmpada.

Questões

1 – Desenhe diagramas que representem as ligações realizadas e explique o que ocorreu com cada lâmpada.

2 – Explique também, caso tenha ocorrido, o não acendimento ou a variação de brilho das lâmpadas.

3 – Nos diagramas desenhados, represente os caminhos percorridos pela corrente elétrica. Explique se e como isso pode influenciar no brilho das lâmpadas em cada tipo de associação.

4 – Sabendo que a potência elétrica é definida como o produto entre a voltagem e a corrente elétrica, ou seja

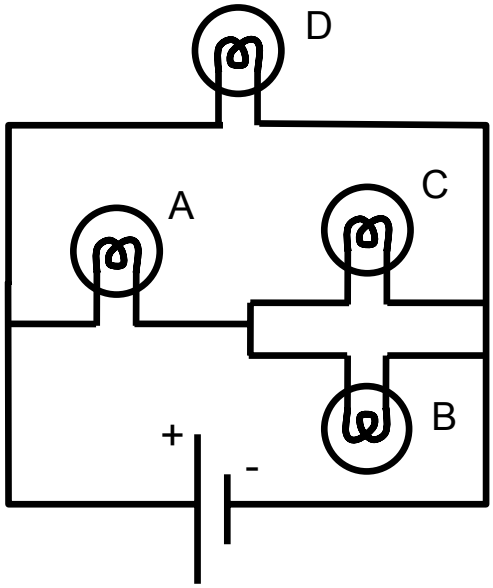
$$P = V \cdot I$$

explique as eventuais variações de brilho observadas nas lâmpadas

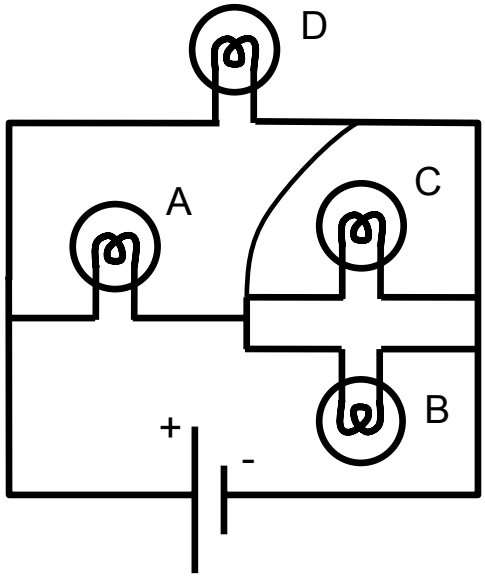
Apêndice C

TESTE

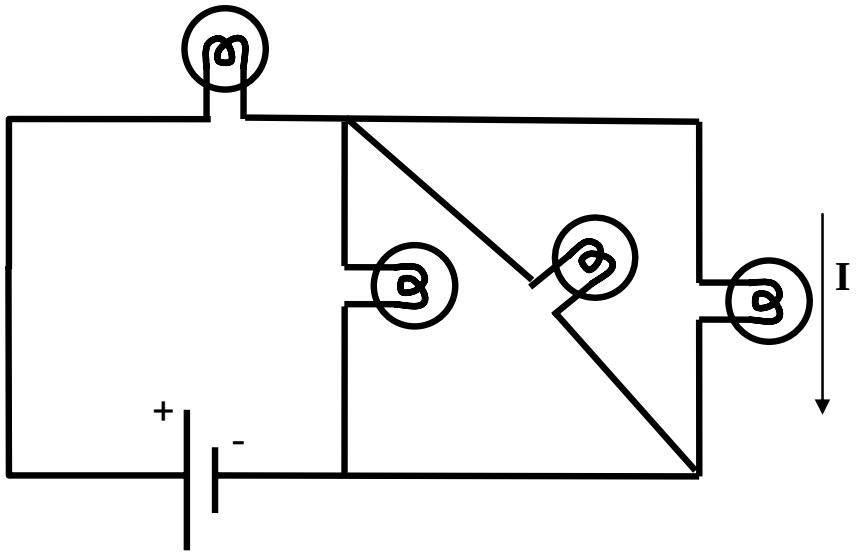
1 – Observe o diagrama abaixo. Sabendo que todas as lâmpadas têm a mesma resistência elétrica R = 2 Ω, se removermos a lâmpada B, o que ocorrerá com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.



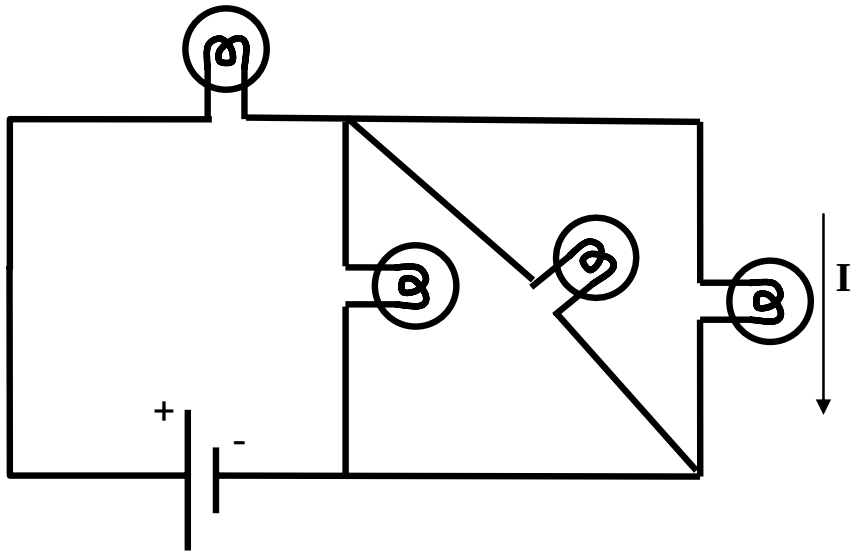
2 – Se adicionarmos um fio conforme abaixo, o que ocorre com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.



3 – Qual o valor da resistência total da associação de lâmpadas (resistores) apresentada abaixo sabendo que todas têm resistência R = 3Ω? Demonstre seu raciocínio.



4 – Qual o valor da corrente elétrica (I) em cada elemento da associação? Qual a corrente total? Demonstre seu raciocínio.

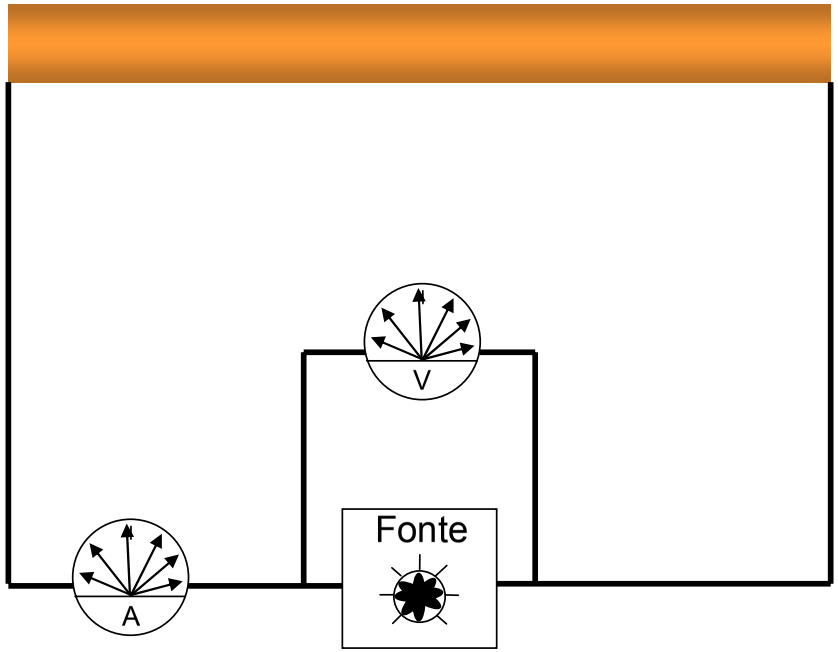


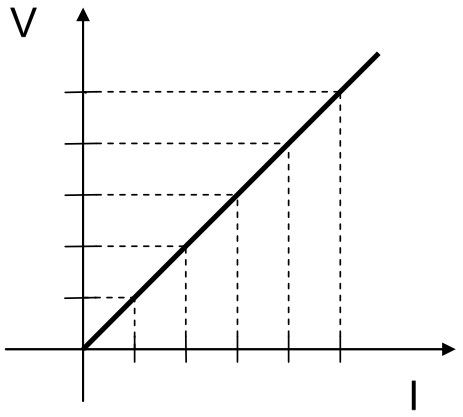
Apêndice D

A Lei de Ohm nas Associações de Resistores

Lei de Ohm,
Potência Elétrica
Lei de Ohm nas Associações de Resistores

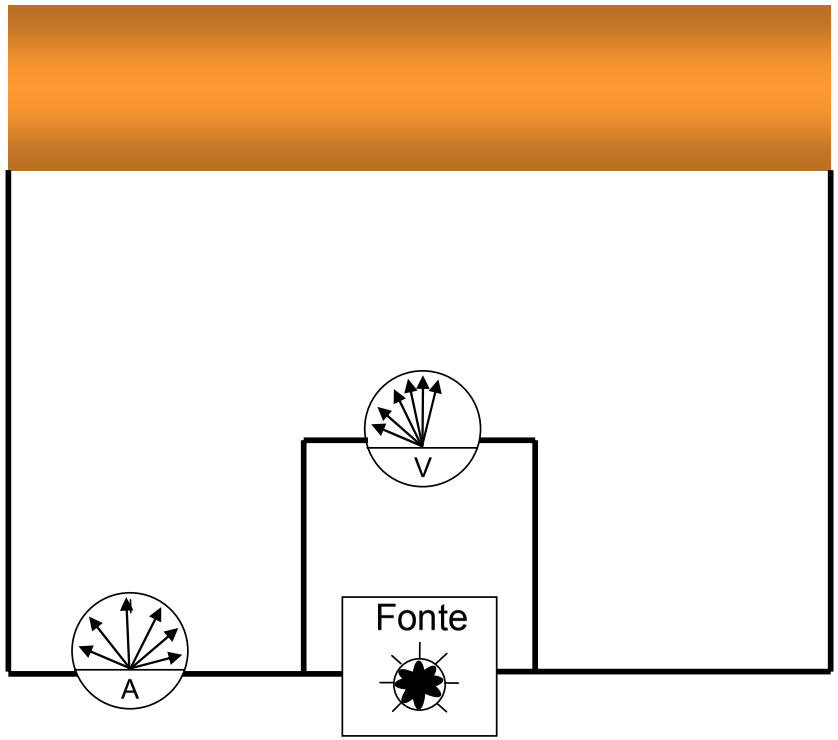
A Lei de Ohm

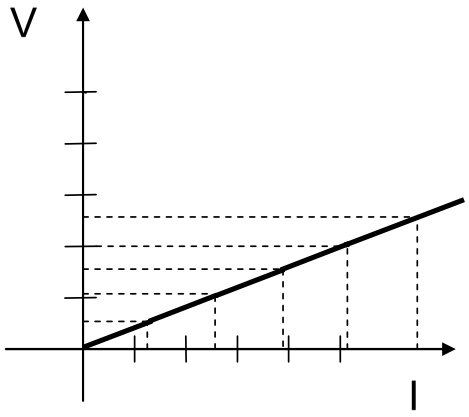




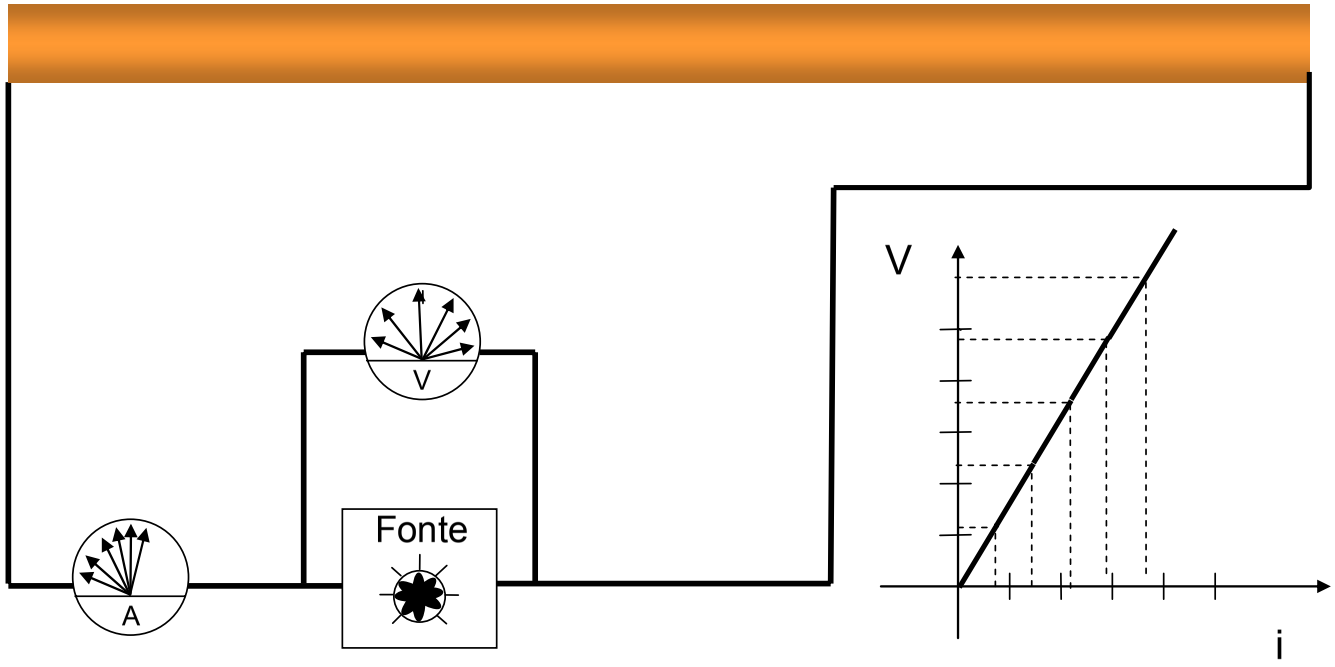
$$R = \frac{V}{I}$$

Resistividade

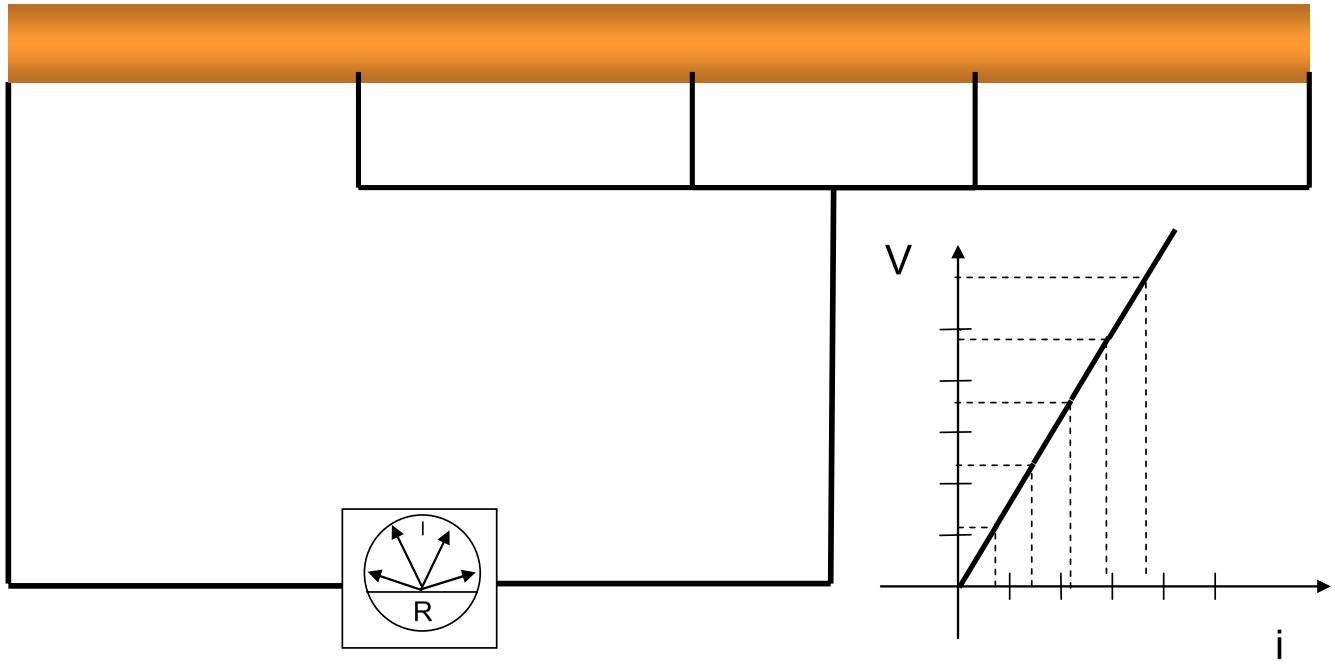




Resistividade



Resistividade



Resistência Elétrica

Oposição imposta pelo material condutor à passagem a corrente elétrica. Depende da área, do comprimento e da resistividade do condutor.

$$R = \rho \frac{\ell}{A}$$

onde
R = resistência elétrica
ρ = resistividade
ℓ = comprimento
A = área

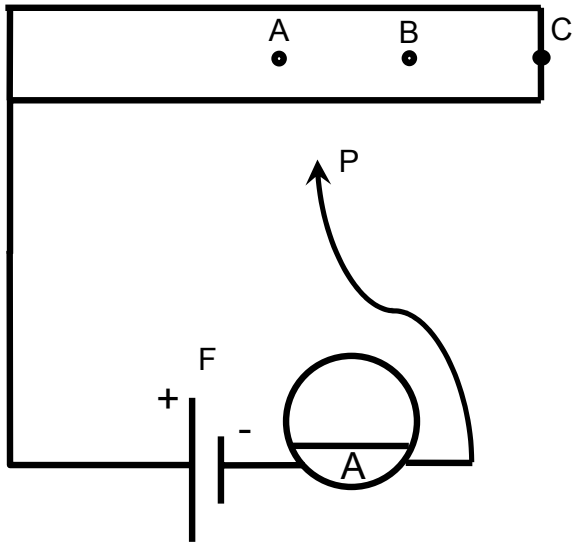
Resistividade

Característica do material relacionada com a estrutura da matéria. É constante para cada material. É representada pela letra grega ρ (rô).

Apêndice E

Estudo Dirigido

Observe o diagrama abaixo.



1 – Com base em seus conhecimentos, indique no amperímetro a corrente que circulará no condutor quando encostamos a ponta **P** nos pontos **A**, **B** e **C.** Justifique a sua resposta.

2 – Podemos utilizar esse dispositivo para medir a resistência elétrica do condutor? Em caso positivo, explique como isso pode ser feito.

Apêndice F

Processo de ensino pelo questionamento

Folha de Experimento

Objetivo

Verificar os efeitos da associação de lâmpadas

Material

Lâmpadas, soquetes, fios, pilhas e multímetro.

Montagem e procedimentos

Com as lâmpadas instaladas nos soquetes e utilizando os fios, conecte-as entre si das formas que foram conseguidas no experimento anterior. Meça a voltagem e a corrente em cada lâmpada.

Questões

1 – Nos diagramas que representam as ligações realizadas, anote os valores de voltagem e corrente medidos e explique o que ocorreu com cada lâmpada.

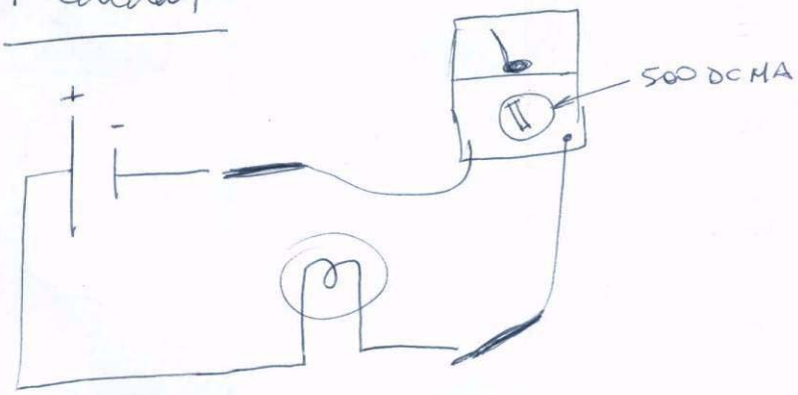
2 – Explique também, caso tenha ocorrido, o não acendimento ou a variação de brilho das lâmpadas.

3 – Com base nos valores medidos, é possível relacioná-los com o brilho das lâmpadas? Explique sua afirmação.

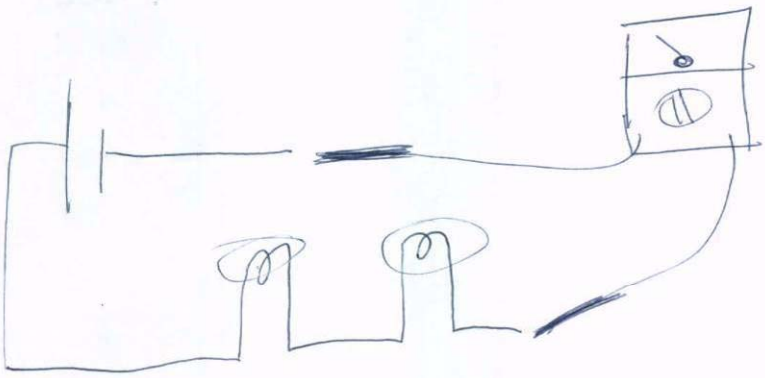
Apêndice G

Medidas

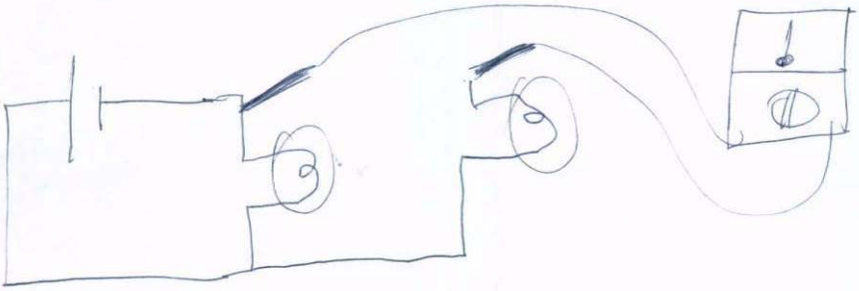
1)



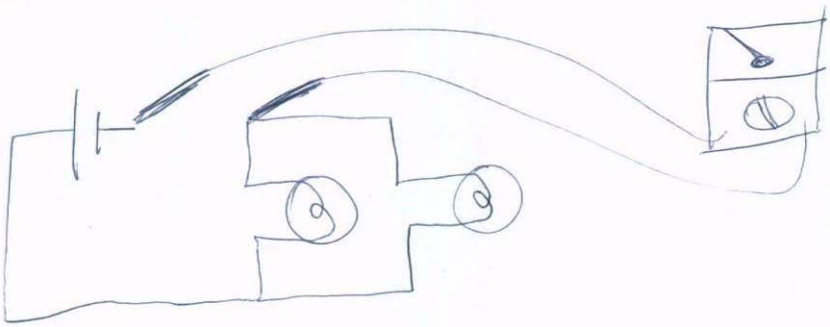
2)



3)



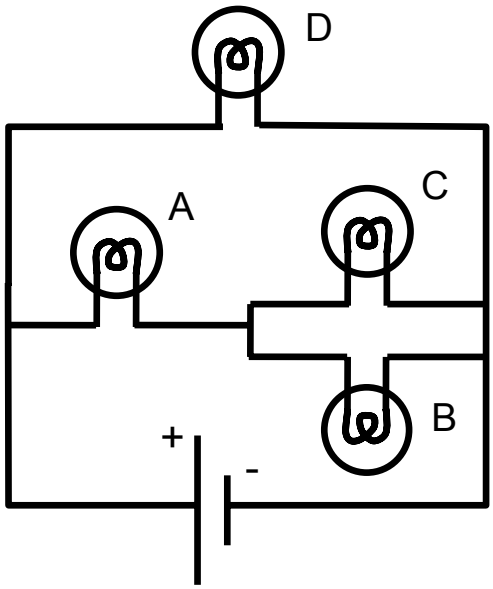
4)



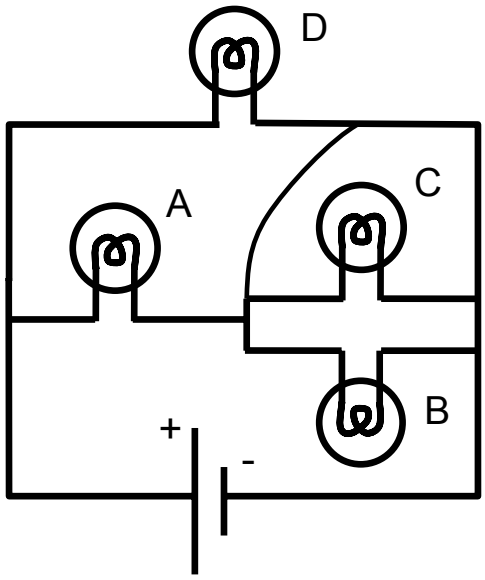
Apêndice H

TESTE

1 – Observe o diagrama abaixo. Sabendo que todas as lâmpadas têm a mesma resistência elétrica R = 2 Ω, se removermos a lâmpada B, o que ocorrerá com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.

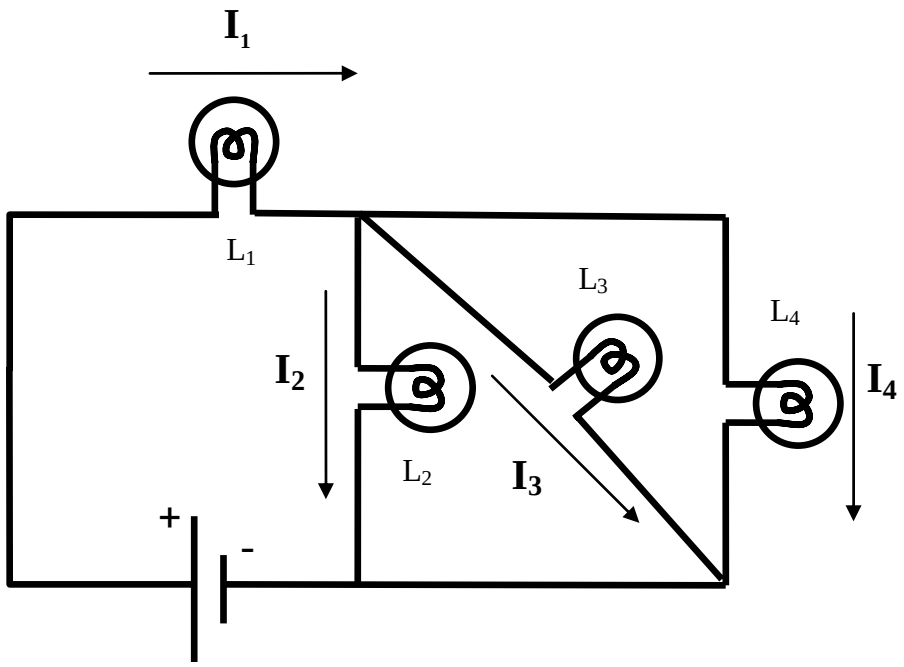


2 – Se adicionarmos um fio conforme abaixo, o que ocorre com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.



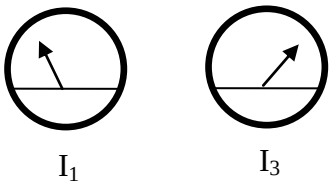
3 – Em um pisca-pisca de Natal, ao determinarmos a voltagem máxima admitida por uma lâmpada individual, verificamos que esta queima se aplicamos mais do que 2V. Então, explique como é possível ligarmos o pisca-pisca na rede elétrica de nossa casa e não queimá-lo.

Analisando o diagrama abaixo responda às questões seguintes

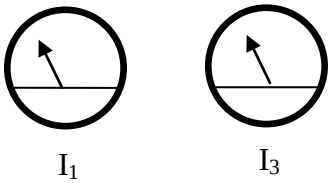


4 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e I_3, verificaremos a seguinte situação:

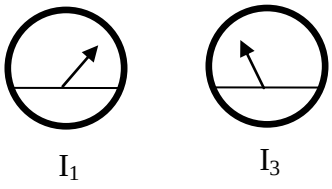
a)



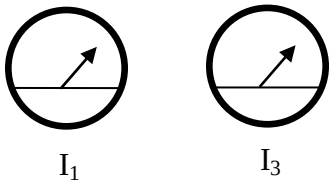
b)



c)

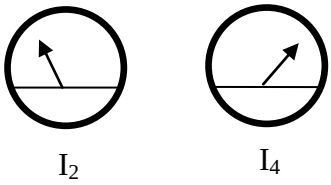


d)

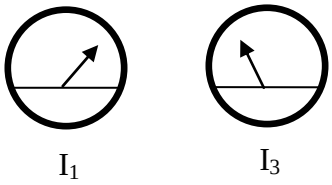


5 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_2 e I_4, verificaremos a seguinte situação:

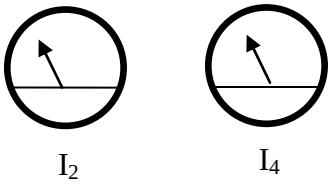
a)



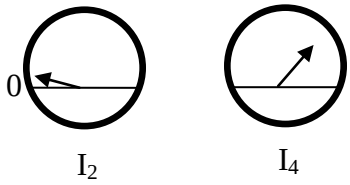
c)



b)

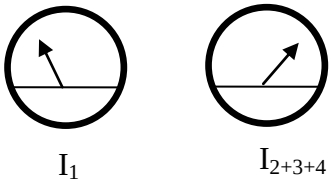


d)

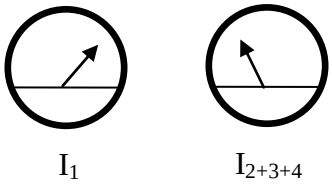


6 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e $I_2 + I_3 + I_4$, verificaremos a seguinte situação:

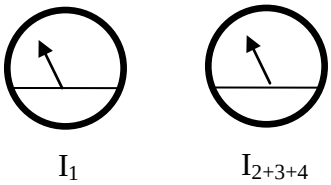
a)



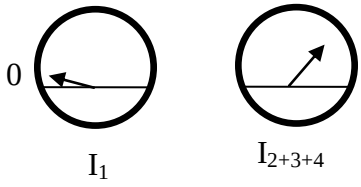
c)



b)

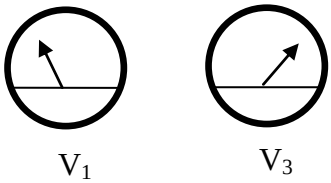


d)

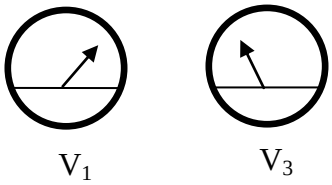


7 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_1 e L_3, verificaremos a seguinte situação:

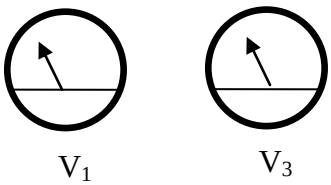
a)



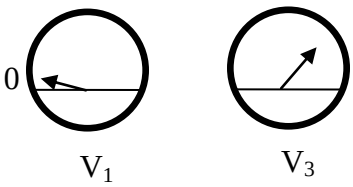
c)



b)

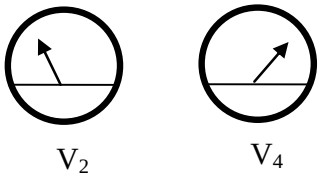


d)



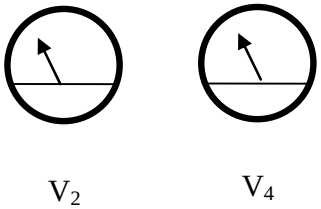
8 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_2 e L_4, verificaremos a seguinte situação:

a)



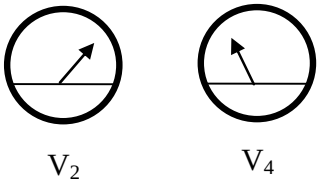
V_2 V_4

b)



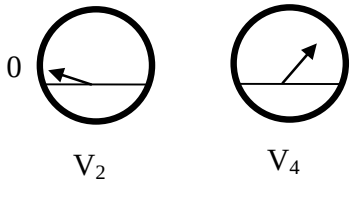
V_2 V_4

c)



V_2 V_4

d)



V_2 V_4

Apêndice I

Apêndice I-1- frente

Alunos: Marilenza, Norma, Thiago, Emanuel, Rodrigo, Roniel
números: 25 , 31 , 41 , 08 , 36 , 38.
3º "K"

Processo de ensino por questionamento

Folha de Experimento

Objetivo

Verificar os efeitos da associação de lâmpadas

Material

Lâmpadas, soquetes, fios e pilhas.

Montagem e procedimentos

Com as lâmpadas instaladas nos soquetes e utilizando os fios, conecte as lâmpadas entre si de diversas maneiras que julgar possíveis. Faça pelo menos 4 diferentes. Ligue cada associação realizada às pilhas e verifique o que acontece com cada lâmpada.

Questões

1 – Desenhe diagramas que representem as ligações realizadas e explique o que ocorreu com cada lâmpada.

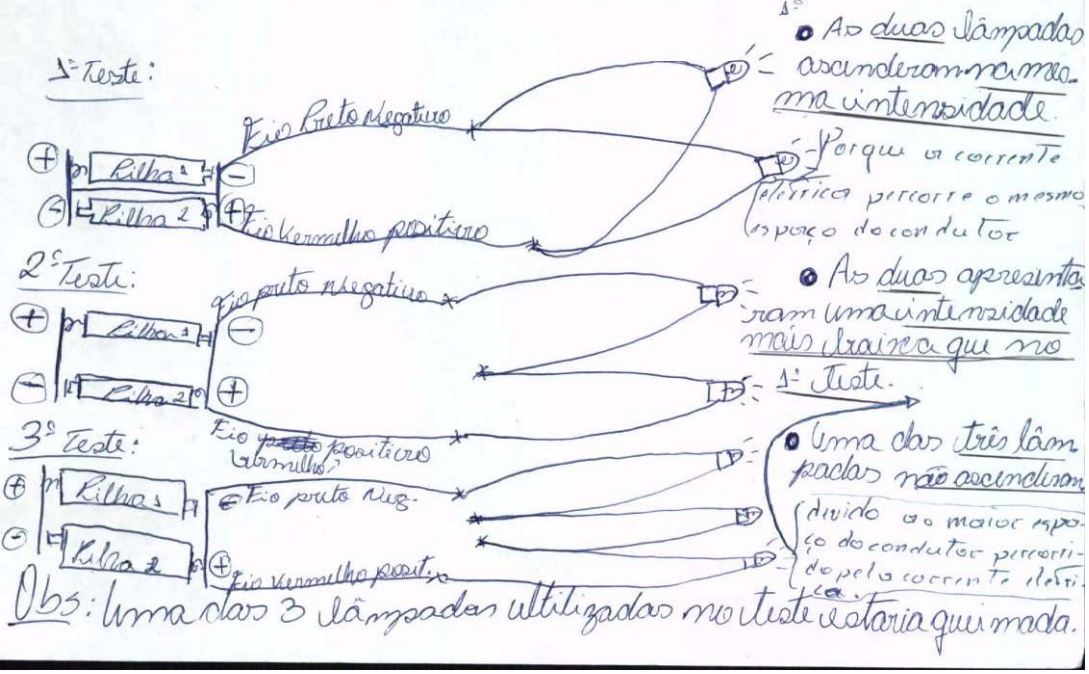
2 – Explique também, caso tenha ocorrido, o não acendimento ou a variação de brilho das lâmpadas.

3 – Nos diagramas desenhados, represente os caminhos percorridos pela corrente elétrica. Explique se e como isso pode influenciar no brilho das lâmpadas em cada tipo de associação.

4 – Sabendo que a potência elétrica é definida como o produto entre a voltagem e a corrente elétrica, ou seja,

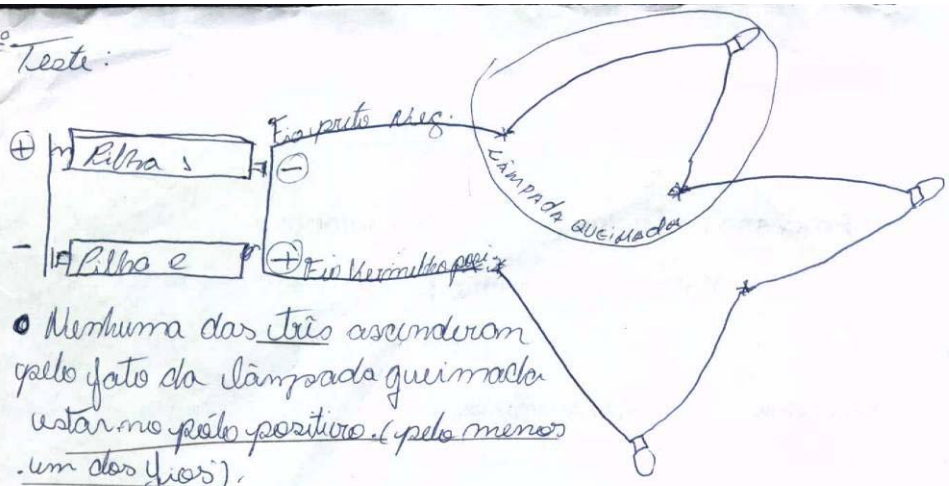
$$P = V \cdot I$$

explique as eventuais variações de brilho observadas nas lâmpadas.



Apêndice I-1- verso

4° Teste:



• Nenhuma das três acenderam pelo fato da lâmpada queimada estar no pólo positivo (pelo menos um dos fios).

TESTE - 2

3°) * 2 Volts - Sem nada estar ligado

2°) * 1,3 Volts - Com a lâmpada ligada ao medidor que por sua vez está ligado às pilhas.

3°) a) * 1,0 Volts - A lâmpada ligada a outra e os dois fios medidores ligados ao encontro dos fios* da bateria ou pilhas com os dos duas lâmpadas. * Preto e Vermelho

1°) * 0,4 Volts - A lâmpada ligada a outra e os dois fios medidores estão ligados aos fios pretos do medidor e o azul da lâmpada.

3° * 0,2 volts.

① 1 > 3 . ② 2 > 3

Apêndice I-2- frente

grupo: nºs 01 20
DH 22
13 23
14 02
17 40
19

3ª M 20/06/2007

Processo de ensino por questionamento

Folha de Experimento

Objetivo

Verificar os efeitos da associação de lâmpadas

Material

Lâmpadas, soquetes, fios e pilhas.

Montagem e procedimentos

Com as lâmpadas instaladas nos soquetes e utilizando os fios, conecte as lâmpadas entre si de diversas maneiras que julgar possíveis. Faça pelo menos 4 diferentes. Ligue cada associação realizada às pilhas e verifique o que acontece com cada lâmpada.

Questões

1 – Desenhe diagramas que representem as ligações realizadas e explique o que ocorreu com cada lâmpada.

2 – Explique também, caso tenha ocorrido, o não acendimento ou a variação de brilho das lâmpadas.

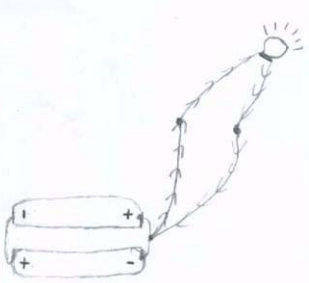
3 – Nos diagramas desenhados, represente os caminhos percorridos pela corrente elétrica. Explique se e como isso pode influenciar no brilho das lâmpadas em cada tipo de associação.

4 – Sabendo que a potência elétrica é definida como o produto entre a voltagem e a corrente elétrica, ou seja,

$$P = V \cdot I$$

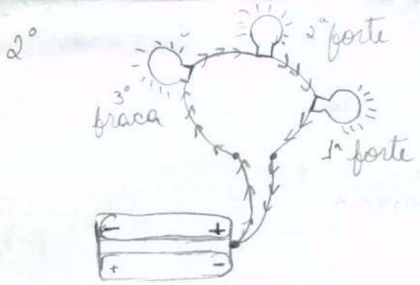
explique as eventuais variações de brilho observadas nas lâmpadas.

Resposta



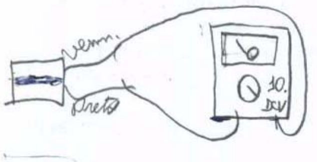
1º Todas as lâmpada individualmente acenderam devido a passagem de corrente elétrica entre os polos – e + da pilha em questão.

Apêndice I-2- verso

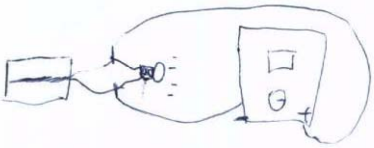


Todas as lâmpadas acenderam, devido à passagem de corrente elétrica entre elas vinda da pilha, só que o brilho entre elas diminuia conforme a distância aumentava diminuia a produção de eletrons. por conta das resistências.

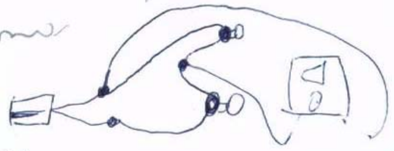
Ambos tera o mesmo brilho pos quando ocorre a deposição dos eletrons eles se dividirão igualmente porem ambos as lampadas tem um um brilho mais fraco do que se eu ligasse apenas uma



3º ± 2,5 V.



2º ± 2V



3º

~~±1,9 V~~ 1

se mantem estavel

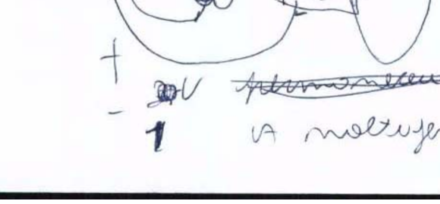
~~[illegible] voltagem~~

±

Ocorre uma queda voltagem.

① > < = } 2 ou 3

② { = > < } 3 ① = ≠ } 2+3



± 2V ~~aumenta estavel~~

1 A voltagem diminui

Apêndice I-3- frente

Processo de ensino por questionamento

Folha de Experimento

Objetivo

Verificar os efeitos da associação de lâmpadas

Material

Lâmpadas, soquetes, fios e pilhas.

Montagem e procedimentos

Com as lâmpadas instaladas nos soquetes e utilizando os fios, conecte as lâmpadas entre si de diversas maneiras que julgar possíveis. Faça pelo menos 4 diferentes. Ligue cada associação realizada às pilhas e verifique o que acontece com cada lâmpada.

Questões

1 – Desenhe diagramas que representem as ligações realizadas e explique o que ocorreu com cada lâmpada.

2 – Explique também, caso tenha ocorrido, o não acendimento ou a variação de brilho das lâmpadas.

3 – Nos diagramas desenhados, represente os caminhos percorridos pela corrente elétrica. Explique se e como isso pode influenciar no brilho das lâmpadas em cada tipo de associação.

4 – Sabendo que a potência elétrica é definida como o produto entre a voltagem e a corrente elétrica, ou seja,

$$P = V \cdot I$$

explique as eventuais variações de brilho observadas nas lâmpadas.

icomponentes.

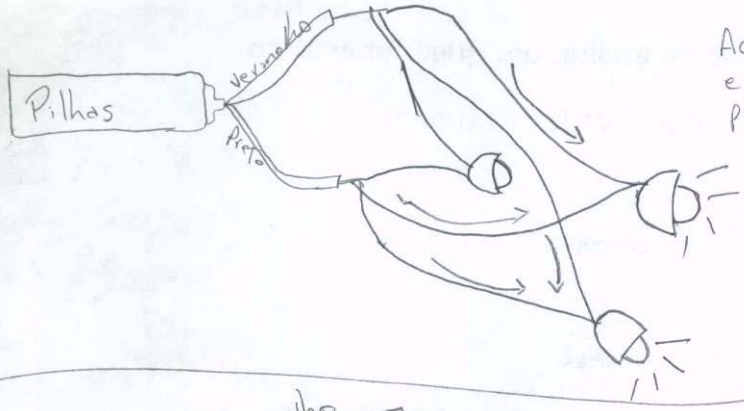
Rosimeire nº 39
Regina nº 34
Jacqueline nº 15
Mari nº 29
Renato nº 35
Rafael nº 33
Cerso nº 03

turma: 3º ano "K"

Apêndice I-3- verso

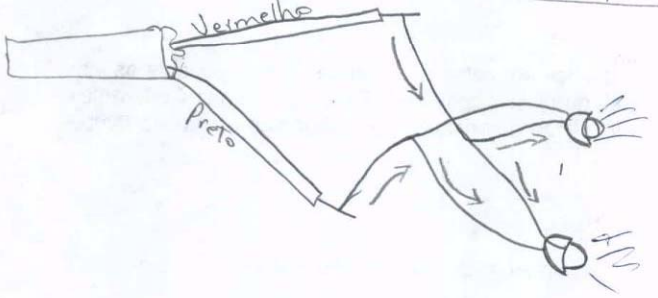
Respostas

1-



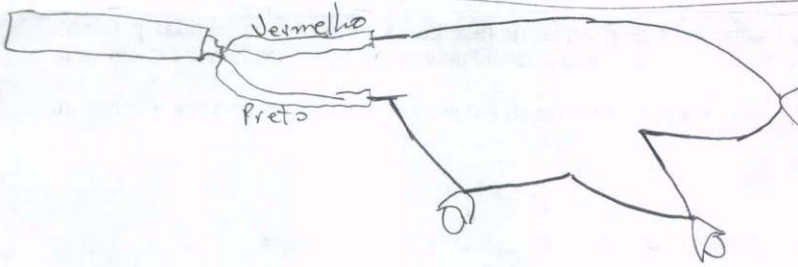
Acenderam duas e uma ficou desligada pois esta queimada

2-



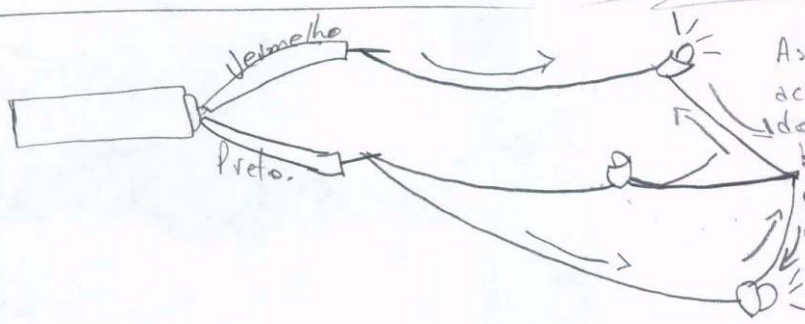
As duas acenderam

3.



Elas não acenderam pois ela estava queimada, assim fazendo com que não seja transmitida a energia para as outras

4)



As duas laterais acenderam e a do meio não, pois ~~liguei~~ liguei a queimada e a que esta funcionando com outra ligada as duas sendo ligada do outro fio

Apêndice I-4- frente

grupo nº 01 17 40
02 19 46
04 20
13 22
14 23

Processo de ensino por questionamento

Folha de Experimento

Objetivo

Verificar os efeitos da associação de lâmpadas

Material

Lâmpadas, soquetes, fios, pilhas e multiteste.

Montagem e procedimentos

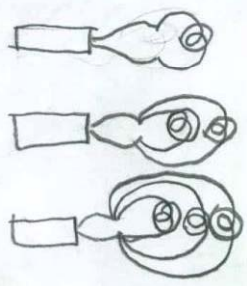
Com as lâmpadas instaladas nos soquetes e utilizando os fios, conecte as lâmpadas entre si das formas que foram conseguidas no experimento anterior. Meça a voltagem e a corrente em cada lâmpada.

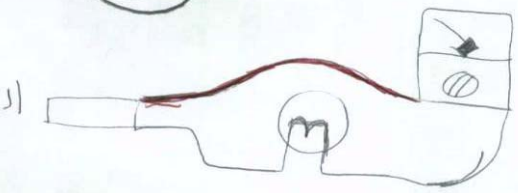
Questões

1 – Nos diagramas que representam as ligações realizadas, anote os valores de voltagem e corrente medidos e explique o que ocorreu com cada lâmpada.
2 – Explique também, caso tenha ocorrido, o não acendimento ou a variação de brilho das lâmpadas.
3 – Com base nos valores conseguidos, é possível relacioná-los com o brilho das lâmpadas? Explique sua afirmação.

ligação paralela

medida dos pilhas 1.9

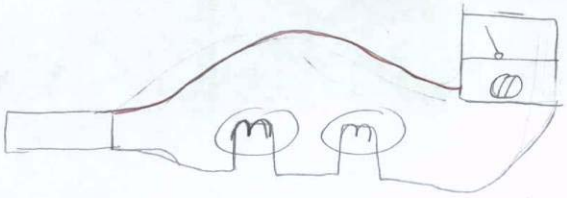




20 . 10 = 200 mA

Apêndice I-4- verso

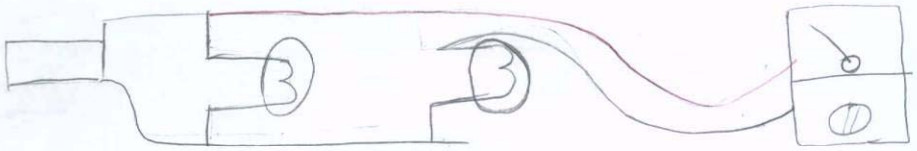
2)



Aproximadamente

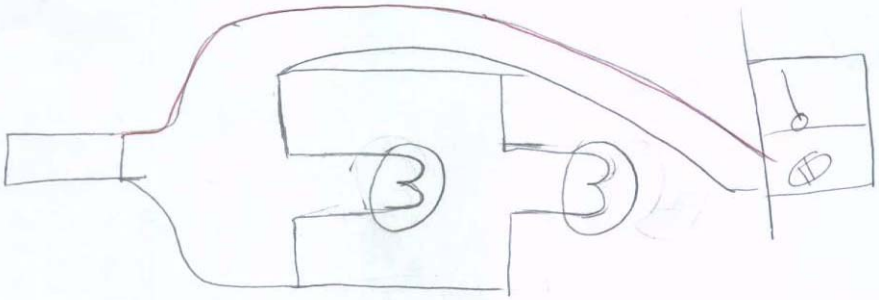
$20 \cdot 10 \simeq 200$ VCMA

3)



$20 \cdot 10 = 200$ VCMA

4)



Aproximadamente 40 VCMA

$40 \cdot 10 \simeq 400$

Apêndice I-5- frente

Processo de ensino por questionamento

Folha de Experimento

Objetivo

Verificar os efeitos da associação de lâmpadas

Material

Lâmpadas, soquetes, fios, pilhas e multiteste.

Montagem e procedimentos

Com as lâmpadas instaladas nos soquetes e utilizando os fios, conecte as lâmpadas entre si das formas que foram conseguidas no experimento anterior. Meça a voltagem e a corrente em cada lâmpada.

Questões

1 – Nos diagramas que representam as ligações realizadas, anote os valores de voltagem e corrente medidos e explique o que ocorreu com cada lâmpada.

2 – Explique também, caso tenha ocorrido, o não acendimento ou a variação de brilho das lâmpadas.

3 – Com base nos valores conseguidos, é possível relacioná-los com o brilho das lâmpadas? Explique sua afirmação.

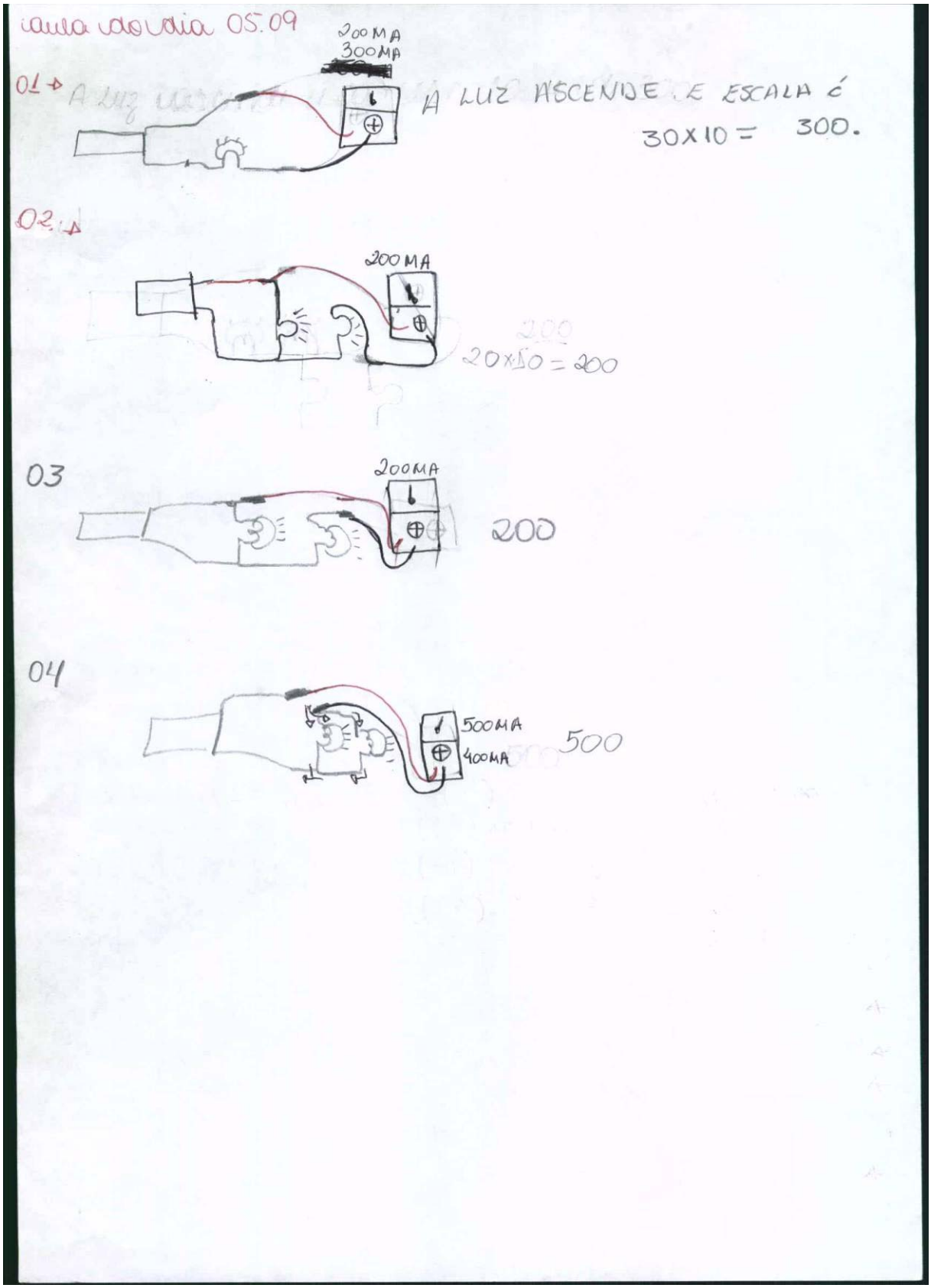
Rosimeire (39)
Regina (34)
Renato (35)
Nary (29)
Raphael (33).

Raueiano (25)
Reginaldo (44)
Wesley (27)
Fabio (10).

Turma 3º K

→ A voltagem das 2 pilhas deu 4.
→ Com uma das lâmpadas a voltagem foi 3.
→ Com as 2 lâmpadas a voltagem deu 2,5, uma pequena diferença.
→ Com as 3 lâmpadas a voltagem diminui um pouco.
Obs: As pilhas estavam fracas.

Apêndice I-5-verso



Apêndice I-6- frente

Turma 3º K

Componentes: Emanuel, Thiago, Norma, Rodrigo, Roniel, Mariluza

nºs: 08 44 31 36 38 25

Processo de ensino por questionamento

Folha de Experimento

Objetivo

Verificar os efeitos da associação de lâmpadas

Material

Lâmpadas, soquetes, fios, pilhas e multiteste.

Montagem e procedimentos

Com as lâmpadas instaladas nos soquetes e utilizando os fios, conecte as lâmpadas entre si das formas que foram conseguidas no experimento anterior. Meça a voltagem e a corrente em cada lâmpada.

Questões

1 – Nos diagramas que representam as ligações realizadas, anote os valores de voltagem e corrente medidos e explique o que ocorreu com cada lâmpada.

2 – Explique também, caso tenha ocorrido, o não acendimento ou a variação de brilho das lâmpadas.

3 – Com base nos valores conseguidos, é possível relacioná-los com o brilho das lâmpadas? Explique sua afirmação.

Teste 1) medidor na bateria sem as lampadas = 2,0 volts

Teste 2) medidor na bateria com 1 lampadas = 1,9 volts

Teste 3 (medidor na bateria com 2 lampadas = 1,2 volts

Teste 4 (medidor na bateria com 3 lampadas = 1,0 volts

05.09.2007

x10 = 200

- Teste 1 = 20 DCMA.
- Teste 2 = 20 DCMA → 200
- Teste 3 = 50 DCMA. → 500
- Teste 4 = ~~50 DCMA~~ 40 DCMA. → 400

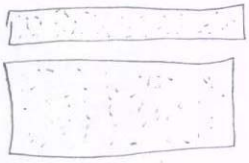
Apêndice J

Apêndice J-1

Claudiane 04
Josiane 19
Renato 35
Tamaíra 14

3° K

1- Aumentado o tamanho da área do condutor, a resistência diminuiu ou aumenta? Justifique
diminui, porque aumentado o espaço, a quantidade de elétrons dobra, logo gerando em maior quantidade.



2° Aumentando o comprimento do condutor e mantendo a sua área, a resistência será igual, maior ou menor do que o anterior?

menor, porque o numero de eletrons dobrou logo o processo não viria a ser tão dinâmico quanto antes, com uma quantidade de eletrons inferior, agora.

Apêndice J-2

Centro de Ensino Médio 417 Santa Maria - DF

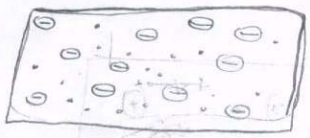
Alunas: Rosemeire S. nº 39 Jaqueline nº 15
Regina nº 34 Eliene nº 06
Narli nº 29

Turma: 3º K

Questões de Física

01 → aumentando a area do meu condutor eu aumento o diminuo a resistência elétrica? Justifique sua resposta

Aumenta, porque aumentando-se o condutor, aumenta-se os elétrons, que facilita a passagem de encr



02 → aumentando o comprimento do meu condutor e mantendo a sua area, a resistencia do condutor se igual, maior ou menor?

E menor, porque aumentando a quantidade de elétrons, fica mais fácil a passagem de corrente elétrica.

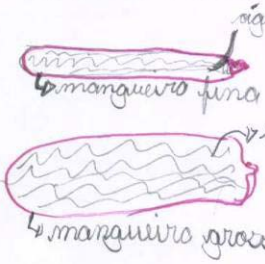
Apêndice J-3

Grupo: Elaine, Kelly, Nádia, Suziane 3º K

Nº: 05, 21, 28, 24.

① Aumentando a área do meu condutor a resistência aumenta ou diminui? Justifique?

aumenta, pois o número de átomo é maior, e se os elétrons estiverem livres e em um espaço maior eles tem maior facilidade de se movimentar



mais vista uma resistência menor.

$R = \frac{V}{I}$

② nessa situação se eu aumentar o comprimento do condutor e mantendo sua área; a resistência do condutor será maior, igual ou menor a situação anterior?

Apêndice J-4

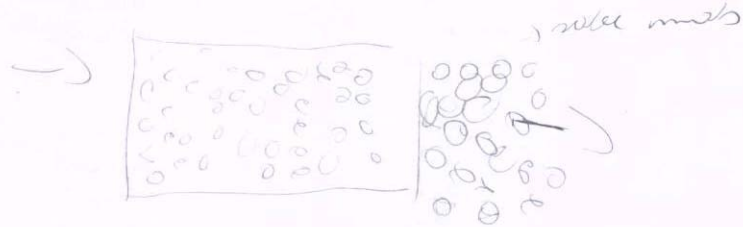
Trabalho de Física

Jaeme
Leda
Aldemiro

3°K

01 = Aumentando a área do meu condutor, se ele a resistência aumenta ou diminui?

Diminui, porque se eu possuir um campo menor eu terei menor quantidade de material logo, eu terei uma menor quantidade de energia, porém quando aumentar o campo eu terei maior disponibilidade de material logo terei mais energia.



02 = Aumentando o comprimento do condutor e mantendo sua área a resistência do condutor será igual maior ou menor?

A resistência vai aumentar pois quanto maior o espaço percorrido, mais energia ele vai perder pois ele irá entrar em atrito com a resistência e cada vez que ele entra em atrito ele irá perde um pouco de energia.

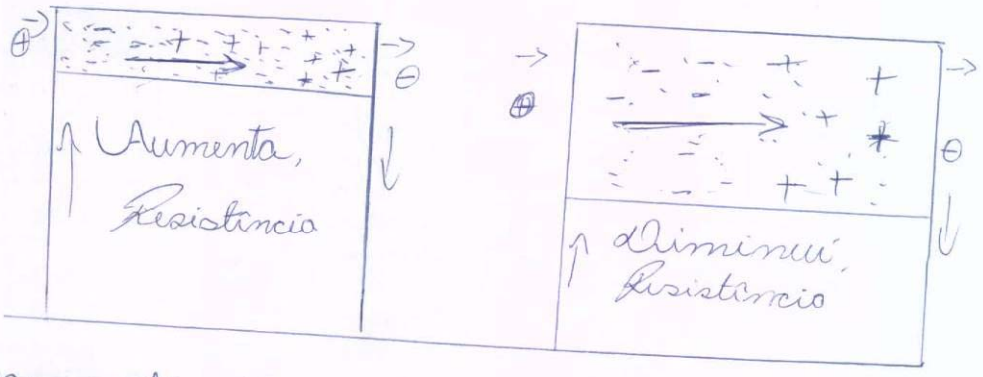
Apêndice J-5

Nomes: Roniel nº 38; Marilenza nº 25; Norma nº 3
nº 30 Norelaine Adriana nº 01.

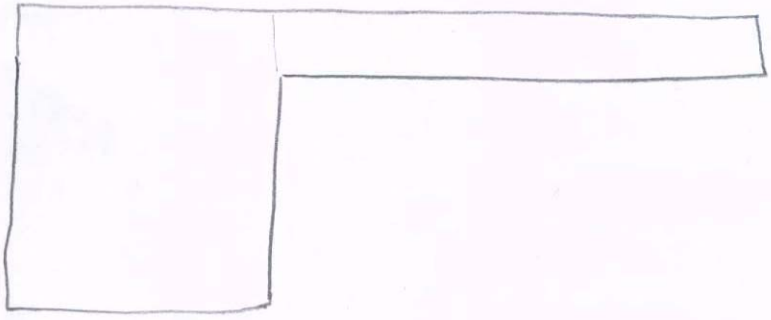
$R = \frac{V}{I}$

A Lei de Ohm. 3º K.

1. Diminuí; pelo fato de que, uma vez aumenta a ~~resistência~~ Condutor, aumenta o espaço pa as moléculas ficarem mais livres diminuím então a resistência uma vez que a corrente elét passa.



Nessa situação se eu amentar o comprimento do Condutor e mantendo a sua área a resistência do condutor será igual, Maior menor do que a situação do Anterior?

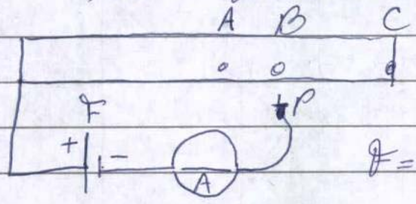


Apêndice J-6 - frente

Grupo: 3º K 01/06/07

*Daniel nº 38; Marilurza nº 25; Thiago nº 41; Norma nº 31; Nordaine nº 30, Adriana nº 01, Joseane nº 19, Janaína nº 14.

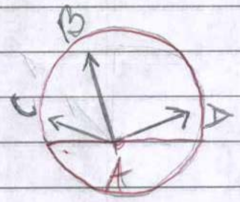
Medida de Resistência Elétrica.



F = Fonte de voltagem fixa.

① Com base em seus conhecimentos, indique no amperímetro a corrente circulará no condutor quando encostamos a ponta P nos pontos A, B e C. Justifique sua resposta:

A; B; C.



② Podemos utilizar esse dispositivo para medir a resistência elétrica do condutor? Explique como isso poderia ser feito.

Justificativa.

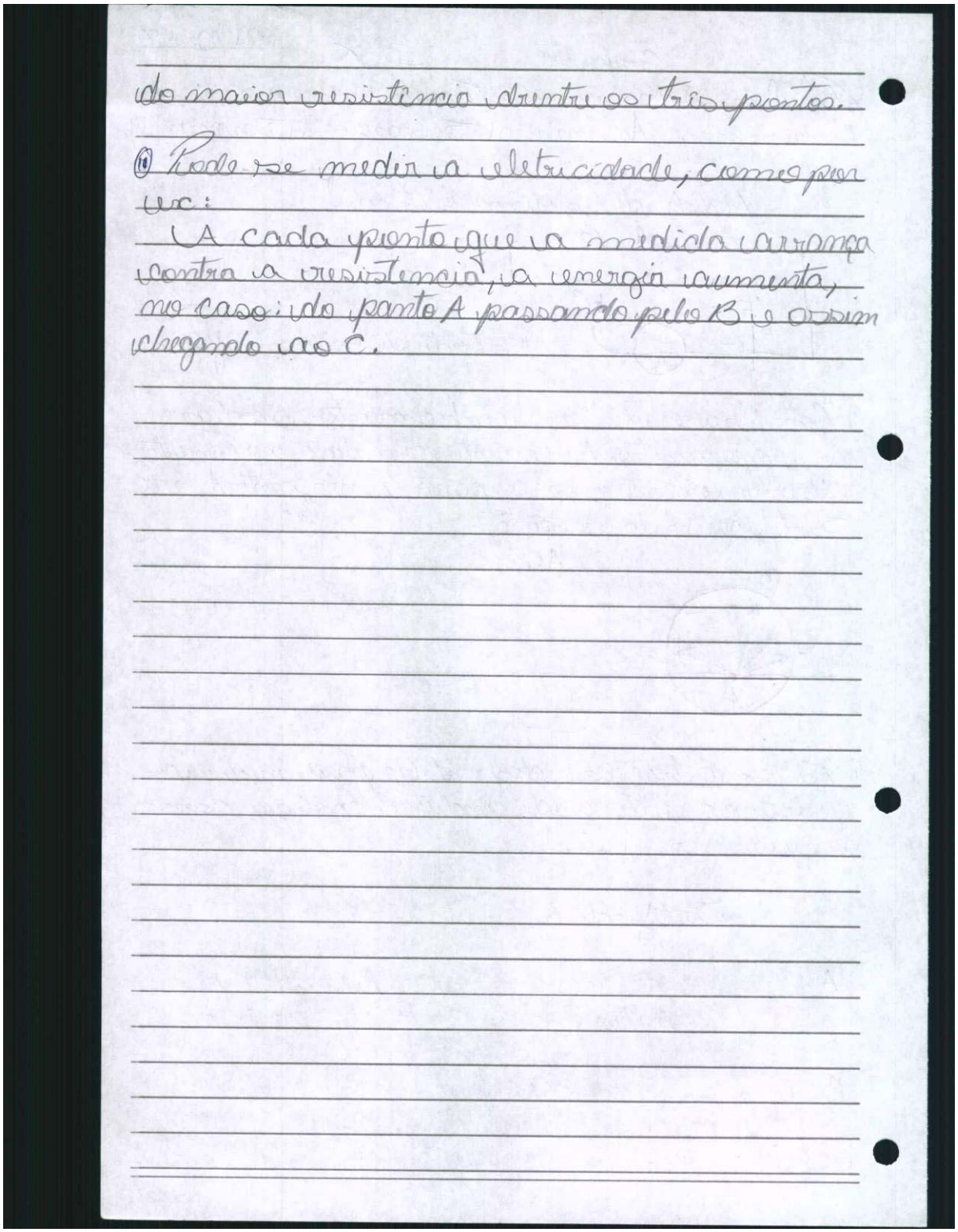
A: O espaço no amperímetro para A é maior, pois não oferece nenhuma resistência até o mesmo.

B: Do ponto A ao B já oferece uma resistência maior pois passa pelos dois pontos.

C: E assim sucessivamente até o terceiro ponto, oferecen-

credeal

Apêndice J-6 - verso



do maior resistência dentre os três pontos.

⑫ Pode-se medir a eletricidade, como por ex.:

A cada ponto que a medida carrega contra a resistência, a energia aumenta, no caso: do ponto A passando pelo B e assim chegando ao C.

Apêndice J-7 - frente

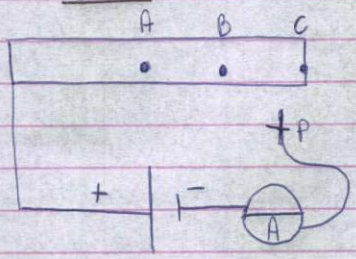
06 / 06 / 07

Liceu de ensino médio 417

Nome: Jaqueline, Rosimeire, Renato

Nº: 15, 39, 35

Turma: 3ºK



F = fonte com voltagem fixa.

* Com base em seus conhecimentos indique no comportamento corrente circulará no condutor quando encostamos o P nos pontos A, B e C. Justifique sua resposta.

* Podemos usar esse dispositivo para medir a resistência do condutor? Explique.

* O maior número de carga retira-se no ponto A, pois a carga faz um pequeno percurso do condutor encostando em poucos átomos aumentando assim a potência da carga.

Médio no ponto B e menor no C, pelo maior espaço do condutor aumentando então os elétrons do condutor diminuindo força da carga.

* Sim, colocando a ponta do fio ao longo do condutor.

Apêndice J-8 - frente

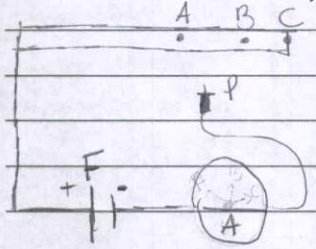
SMILINGÜIDO © Luz e Vida

06/06/2007

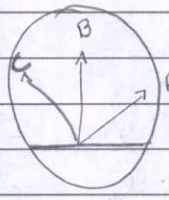
3º "K"

medida

①= com base em seus conhecimentos, indique no amperímetro a corrente circulará no condutor quando encostamos a Ponta P nos pontos A, B e C. justifique sua resposta?

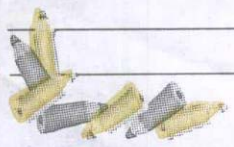


F = Fonte com voltagem Fixa



Nesse caso a cada ponto eu aumento o comprimento do condutor, com o aumento do condutor eu Terei uma maior quantidade de átomos, como estou mantendo a mesma voltagem a energia dos eletrons sempre será a mesma ou seja, se eu tenho uma maior quantidade de prótons neutros eu terei a maior quantidade como o eletron mantendo a mesma energia nos três pontos A, B e C, quanto maior resistência mais o meu eletron terá com que colidir e cada vez que ele colidi com algo ele vai perdendo ene energia.

②= podemos utilizar esse dispositivo para medir a resistência elétrica do condutor? explique com isso poderia ser feito.



credeal

Apêndice J-8 - verso

__/__/__

Basta simplismente colocar um medidor
no fio que entra outro no fio que sai ~~[illegible]~~
[illegible] assim eu empregarei uma voltagem
[illegible] e o primeiro medidor marcará a voltagem
que esta entrando então cada vez que eu
aumento ou diminuo a minha voltagem
eu olho o segundo medidor e ele mostrava
A corrente, a corrente eletrica que esta saindo
quanto menor a corrente eletrica marcada
maior a minha resistencia e quanto maior
a corrente eletrica marcada menor minha resistencia

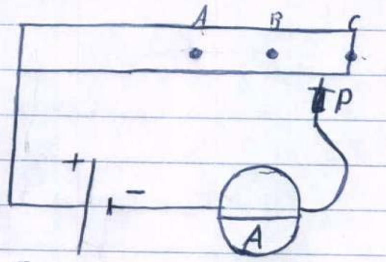
grupo: Aldemiro 02
Ismael 13
Josiane 17
Késia 22
Lêda 23

credeal

Apêndice J-9

DATA 01 / 06 / 2007

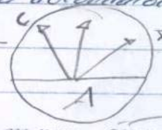
MEDIA DE RESISTENCIA ELÉTRICA



F = Fonte com voltagem fixa

→ Com base em seus conhecimento indique no amperímetro a corrente circulará no condutor quando encostamos o ponta P nos pontos A, B e C. Justifique sua resposta.

→ Podemos utilizar esse dispositivo para medir a resistência do condutor? explique como isso poderia ser feito.



→ maior potência no ponto A, pois a carga percorre menos espaço do condutor esbarrando em menos átomos aumentando a potência da carga.

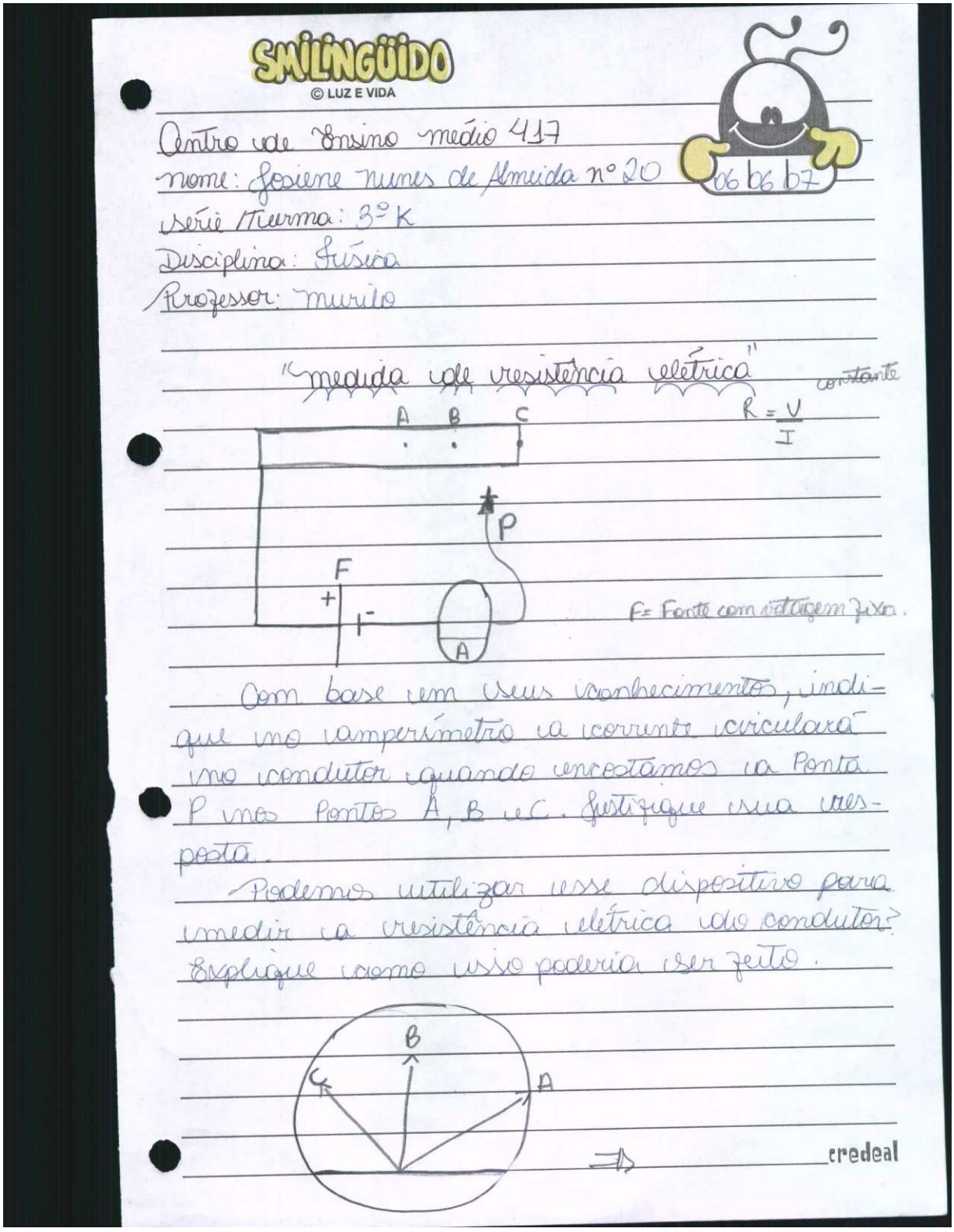
médio no ponto B, e menor no ponto C, devido ao maior espaço do condutor aumentando os elétrons do condutor diminuindo força da carga.

→ Sim. Colocando a ponta do fio ao longo do condutor

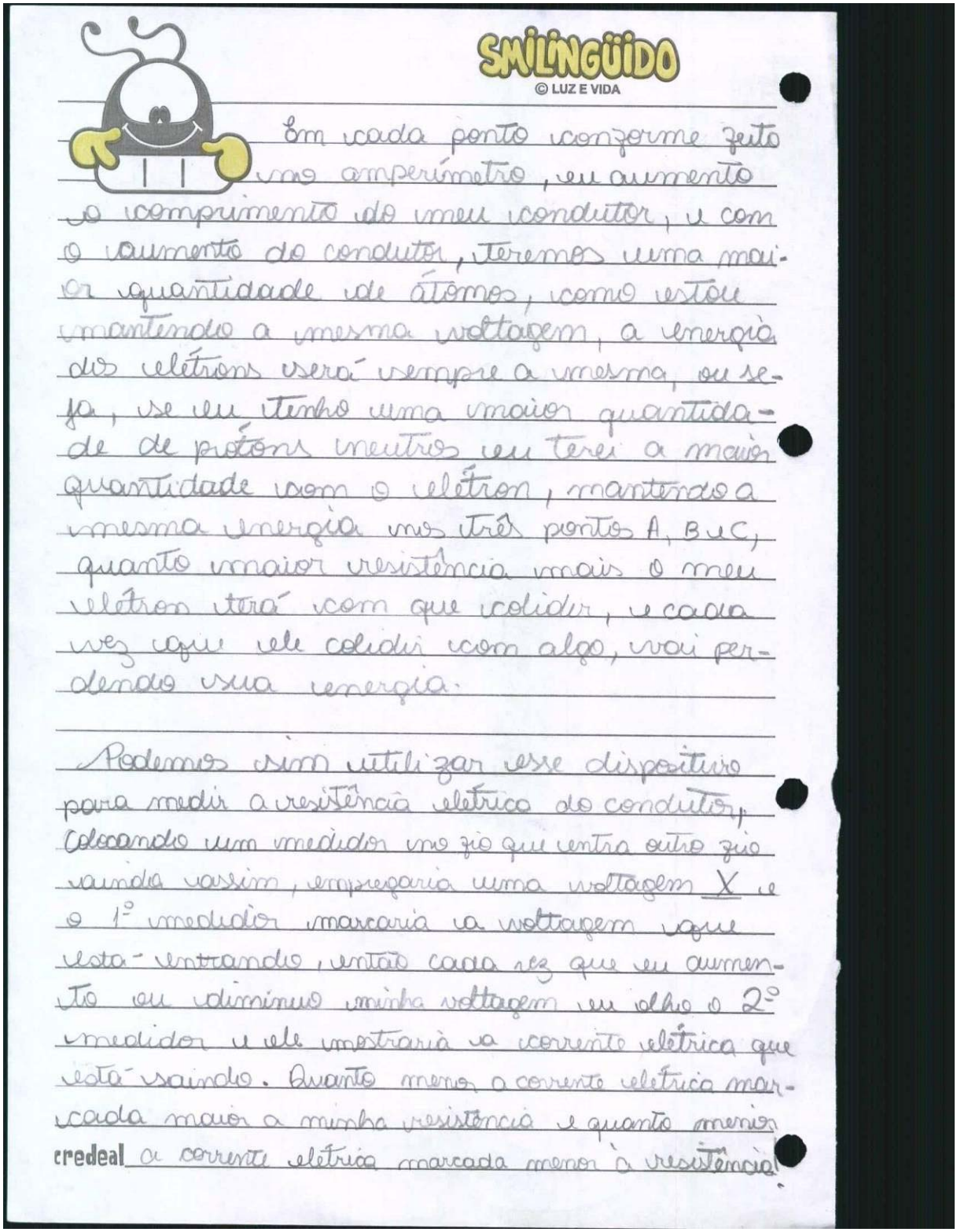
3º K prof: Murilo

Emanuel Alves Teixeira nº 08
Raphael Vieira nº 33
Regina Batista nº 34
Rodrigo Mota nº 36
[illegible] Eliene nº

Apêndice J-10 - frente



Apêndice J-10 - verso



Em cada ponto conforme feito no amperímetro, eu aumento o comprimento do meu condutor, e com o aumento do condutor, teremos uma maior quantidade de átomos, como estou mantendo a mesma voltagem, a energia dos elétrons será sempre a mesma, ou seja, se eu tenho uma maior quantidade de prótons neutros eu terei a maior quantidade com o elétron, mantendo a mesma energia nos três pontos A, B e C, quanto maior resistência mais o meu elétron terá com que colidir, e cada vez que ele colidir com algo, vai perdendo sua energia.

Podemos sim utilizar esse dispositivo para medir a resistência elétrica do condutor, Colocando um medidor no fio que entra outro fio saindo assim, empregaria uma voltagem X e o 1º medidor marcaria a voltagem que está entrando, então cada vez que eu aumento ou diminuo minha voltagem eu olho o 2º medidor e ele mostraria a corrente elétrica que está saindo. Quanto menor a corrente elétrica marcada maior a minha resistência e quanto menor credeal a corrente elétrica marcada menor a resistência.

Apêndice K

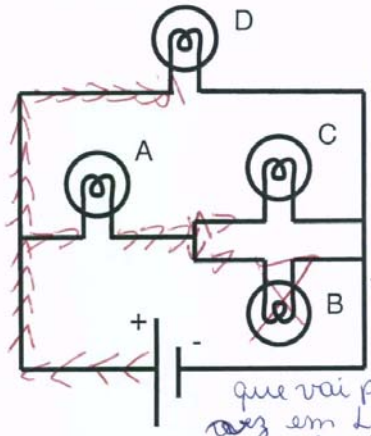
Apêndice K-1A

Aldemiro : 02
Joeane : 17

3º "K"

TESTE

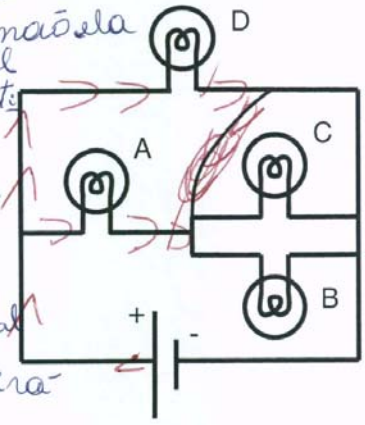
1 – Observe o diagrama abaixo. Sabendo que todas as lâmpadas têm a mesma resistência elétrica R = 2 Ω, se removermos a lâmpada B, o que ocorrerá com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.



Se mantém constante, a corrente elétrica sempre parte do + pro −, nesse caso a corrente parti do polo + segue e se dividi, uma parte para LA e resto para LD. a parte que vai para LA se dividi outra vez em LC e LB, se eu tirar a lâmpada LB vai interferir na carga elétrica que vai para C e logo na que vai pra LA e LD.

2 – Se adicionarmos um fio conforme abaixo, o que ocorre com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.

Se mantém. A corrente elétrica independente do fio ou não ela seguirá seu pulso normal levando a mesma quantidade de energia para A e D, porém se colocar o fio ele vai vi após a A e D logo ele não interfere no curso normal da corrente só interfirira no brilho da C e B.

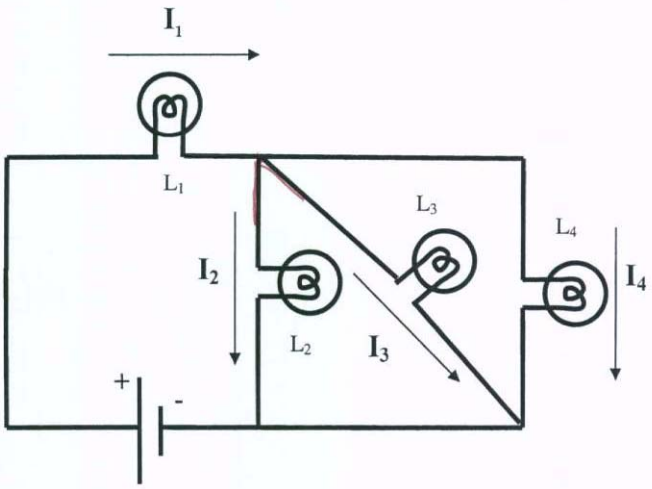


Apêndice K-1B

Se eu ligar apenas uma ela não aguenta, porem se eu ligar em série, de acordo que eu for colocando as lâmpadas vou somando a voltagem de cada uma até chegar a uma voltagem que ela risista no nosso caso 220 V. ✓

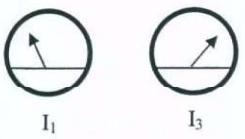
3 – Em um pisca-pisca de Natal, ao determinarmos a voltagem máxima admitida por uma lâmpada individual, verificamos que esta queima se aplicamos mais do que 2V. Então, explique como é possível ligarmos o pisca-pisca na rede elétrica de nossa casa e não queimá-lo.

Analisando o diagrama abaixo responda às questões seguintes

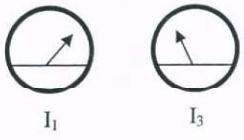


4 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e I_3, verificaremos a seguinte situação:

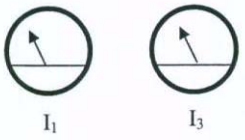
a)



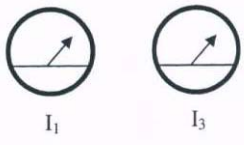
~~c)~~ ✓

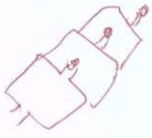


b)



d)

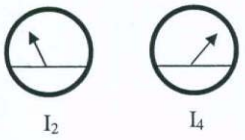




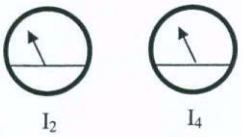
Apêndice K-1C

5 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_2 e I_4, verificaremos a seguinte situação:

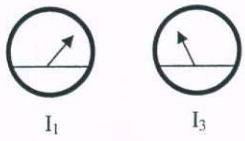
a)



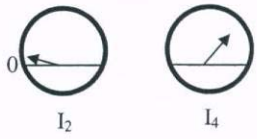
b)



c)

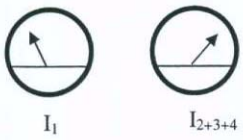


d)

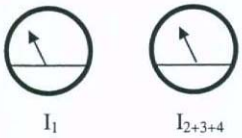


6 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e $I_2 + I_3 + I_4$, verificaremos a seguinte situação:

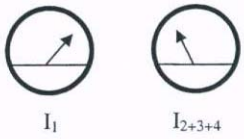
a)



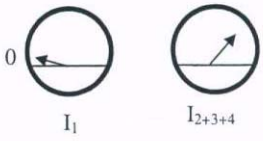
b)



c)

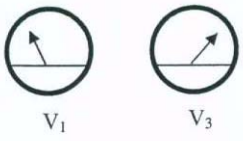


d)

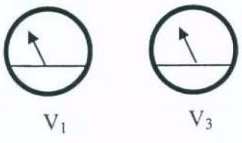


7 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_1 e L_3, verificaremos a seguinte situação:

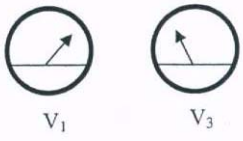
a)



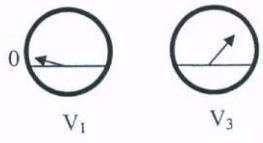
b)



c)



d)



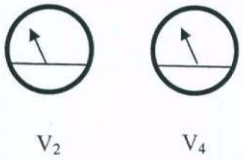
Apêndice K-1D

8 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_2 e L_4, verificaremos a seguinte situação:

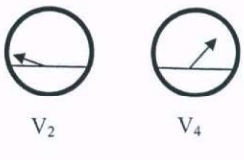
a)

c)

b)



d) 0

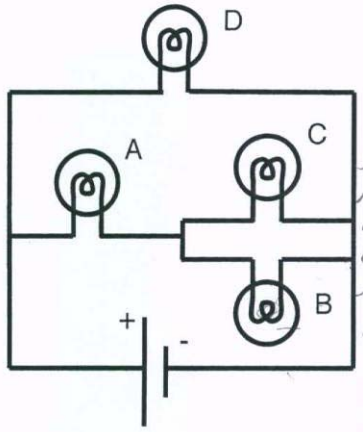


Apêndice K-2A

T. 3ºK Jessica nº 19
Silvana nº 40

TESTE

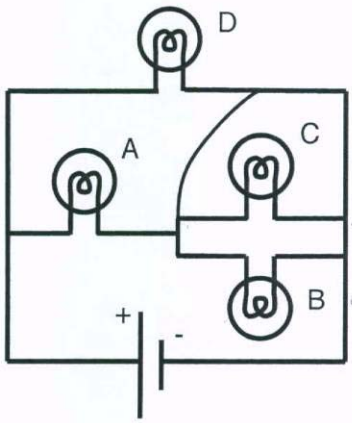
1 – Observe o diagrama abaixo. Sabendo que todas as lâmpadas têm a mesma resistência elétrica R = 2 Ω, se removermos a lâmpada B, o que ocorrerá com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.



X

O brilho do A e D aumenta, pois na medida que as lampadas são ligadas uma na outra logo o brilho é o mesmo e ao remover uma delas o brilho torna mais intenso.

2 – Se adicionarmos um fio conforme abaixo, o que ocorre com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.



X

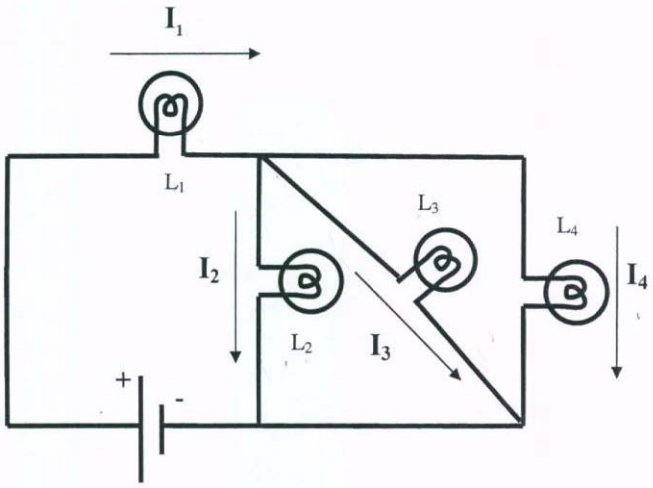
Ela se mantem pois o fio não altera apenas vai transportar a corrente elétrica entre uma a outra lampada.

Apêndice K-2B

Por que a carga elétrica é transportada de uma lâmpada para outra, seguindo aleatóriamente

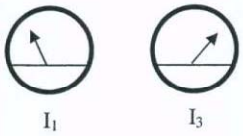
3 – Em um pisca-pisca de Natal, ao determinarmos a voltagem máxima admitida por uma lâmpada individual, verificamos que esta queima se aplicamos mais do que 2V. Então, explique como é possível ligarmos o pisca-pisca na rede elétrica de nossa casa e não queimá-lo.

Analisando o diagrama abaixo responda às questões seguintes

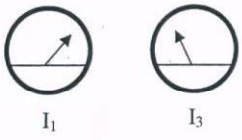


4 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e I_3, verificaremos a seguinte situação:

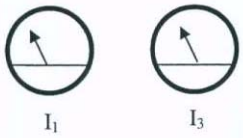
a)



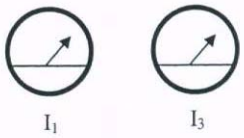
c)



b)



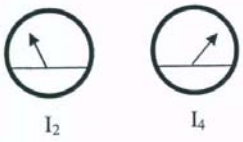
d)



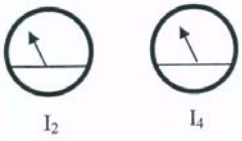
Apêndice K-2C

5 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_2 e I_4, verificaremos a seguinte situação:

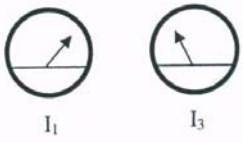
a)



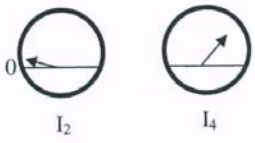
b)



c)

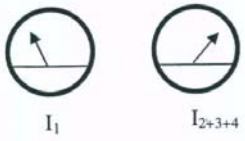


d)

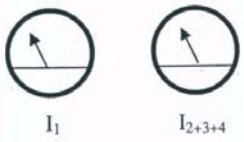


6 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e $I_2 + I_3 + I_4$, verificaremos a seguinte situação:

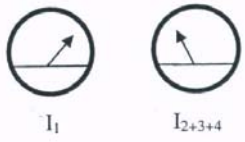
a)



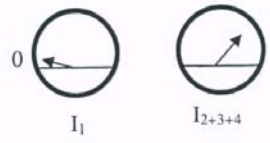
b)



c)

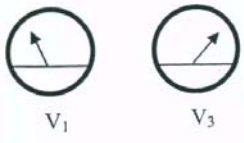


d)

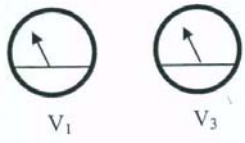


7 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_1 e L_3, verificaremos a seguinte situação:

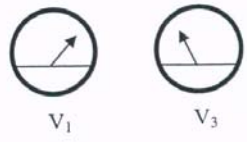
a)



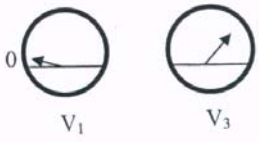
b)



c)



d)



Apêndice K-2D

8 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_2 e L_4, verificaremos a seguinte situação:

a)

V_2 V_4

b)

V_2 V_4

c)

V_2 V_4

d) 0

V_2 V_4

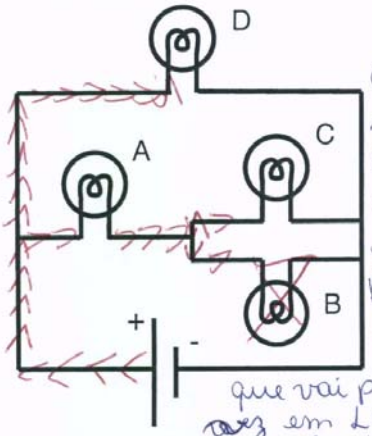
Apêndice K-3A

Aldemiro : 02
Joecme : 17

3º "K"

TESTE

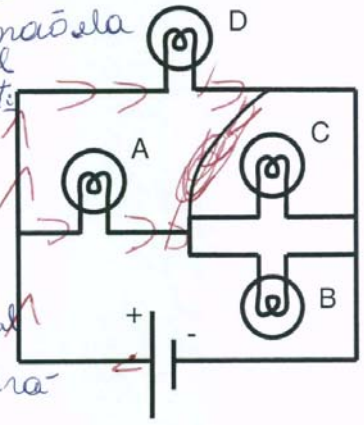
1 – Observe o diagrama abaixo. Sabendo que todas as lâmpadas têm a mesma resistência elétrica R = 2 Ω, se removermos a lâmpada B, o que ocorrerá com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.



mantém constante, a corrente elétrica sempre parte do + pro −, nesse caso a corrente parti do polo + segue e se dividi, uma parte para LA e resto para LD. a parte que vai para LA se dividi outra vez em LC e LB, se eu tirar a lâmpada LB vai interferir na carga elétrica que vai para C e não na que vai pra LA e LD.

2 – Se adicionarmos um fio conforme abaixo, o que ocorre com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.

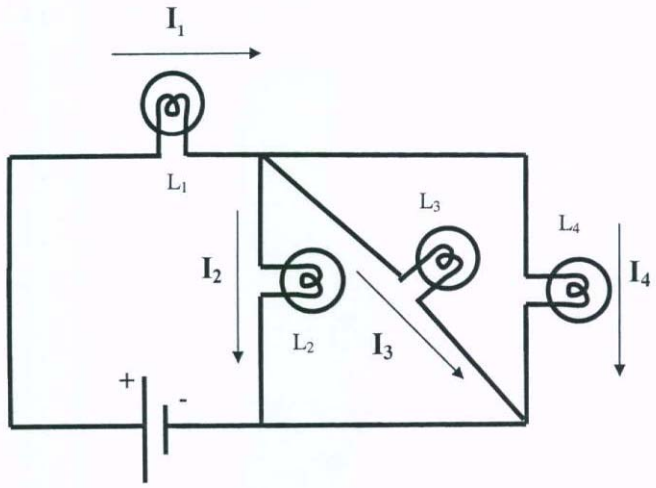
Se mantém. A corrente elétrica independente do fio ou não ela seguirá seu pulso normal levando a mesma quantidade de energia para A e D, porém se colocar o fio ele vai vi após a A e D logo ele não interfere no curso normal da corrente só interfirirá no brilho da C e B.



Apêndice K-3B

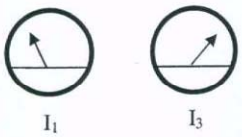
3 – Em um pisca-pisca de Natal, ao determinarmos a voltagem máxima admitida por uma lâmpada individual, verificamos que esta queima se aplicamos mais do que 2V. Então, explique como é possível ligarmos o pisca-pisca na rede elétrica de nossa casa e não queimá-lo. Porque ele absorve somente a voltagem que necessita.

Analisando o diagrama abaixo responda às questões seguintes

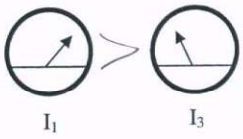


4 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e I_3, verificaremos a seguinte situação:

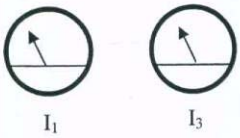
a)



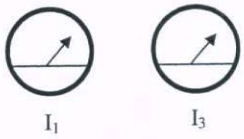
c)



b)

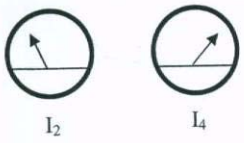


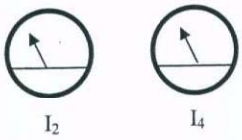
d)

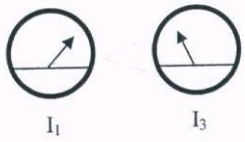


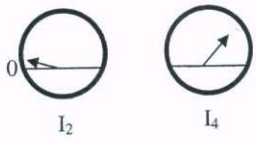
Apêndice K-3C

5 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_2 e I_4, verificaremos a seguinte situação:

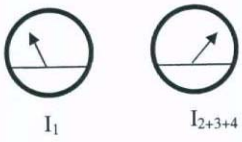
a) 

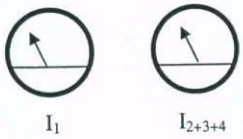
b) 

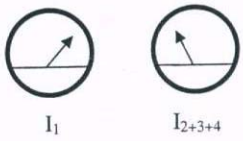
c) 

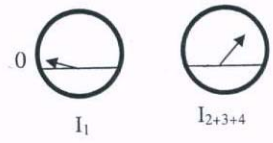
d) 

6 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e $I_2 + I_3 + I_4$, verificaremos a seguinte situação:

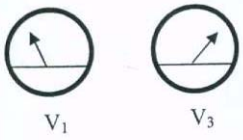
a) 

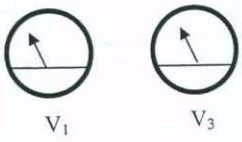
b) 

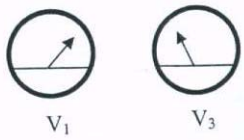
c) 

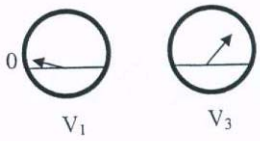
d) 

7 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_1 e L_3, verificaremos a seguinte situação:

a) 

b) 

c) 

d) 

Apêndice K-3D

8 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_2 e L_4, verificaremos a seguinte situação:

a)

V_2 V_4

c)

V_2 V_4

b)

V_2 V_4

d) 0

V_2 V_4

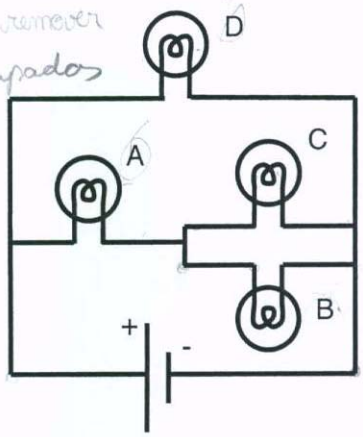
Apêndice K-4A

nome Josiv de Souza nº 10
nome: Edilene carlos nº 06

TESTE

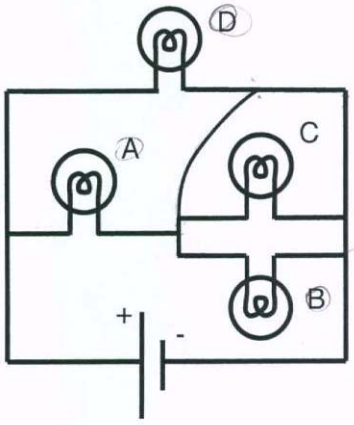
1 – Observe o diagrama abaixo. Sabendo que todas as lâmpadas têm a mesma resistência elétrica R = 2 Ω, se removermos a lâmpada B, o que ocorrerá com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.

Mantêm, porque se remover a lâmpada B as lâmpadas A, C, D se mantem em serie



X

2 – Se adicionarmos um fio conforme abaixo, o que ocorre com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.



mantém porque o circuito mantém fechado.

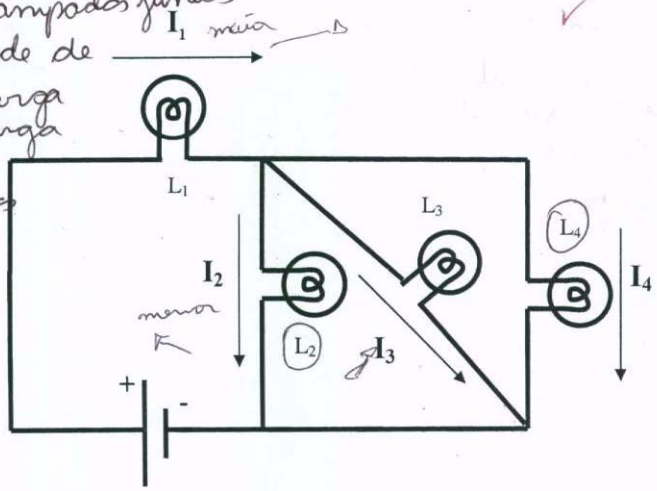
X

Apêndice K-4B

3 – Em um pisca-pisca de Natal, ao determinarmos a voltagem máxima admitida por uma lâmpada individual, verificamos que esta queima se aplicamos mais do que 2V. Então, explique como é possível ligarmos o pisca-pisca na rede elétrica de nossa casa e não queimá-lo.

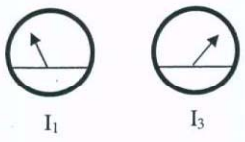
Uma lâmpada só não aguenta mais que 2V então todas as lâmpadas juntas tem a capacidade de aguentar uma carga maior onde a carga se alto divido entre as lâmpadas

Analisando o diagrama abaixo responda às questões seguintes

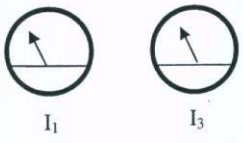


4 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e I_3, verificaremos a seguinte situação:

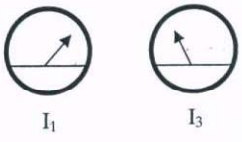
a)



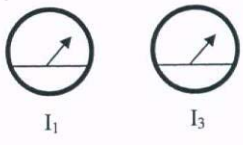
b)



c)



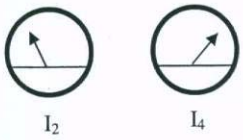
d)



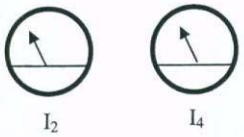
Apêndice K-4C

5 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_2 e I_4, verificaremos a seguinte situação:

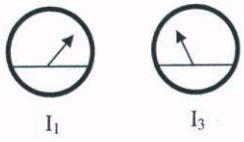
a)



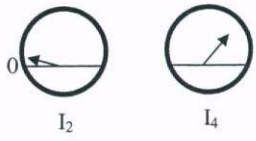
b)



c)

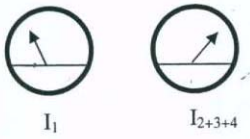


d)

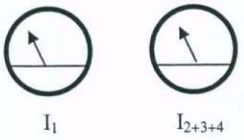


6 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e $I_2 + I_3 + I_4$, verificaremos a seguinte situação:

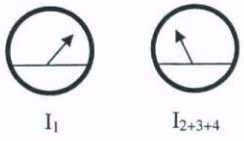
a)



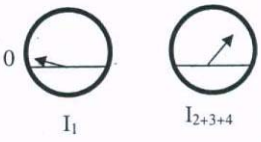
b)



c)

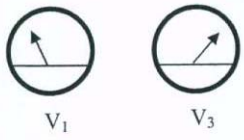


d)

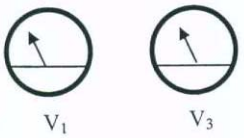


7 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_1 e L_3, verificaremos a seguinte situação:

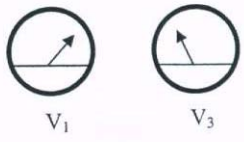
a)



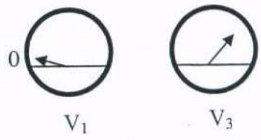
b)



c)



d)



Apêndice K-4D

8 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_2 e L_4, verificaremos a seguinte situação:

a)

V_2 V_4

b)

V_2 V_4

c)

V_2 V_4

d) 0

V_2 V_4

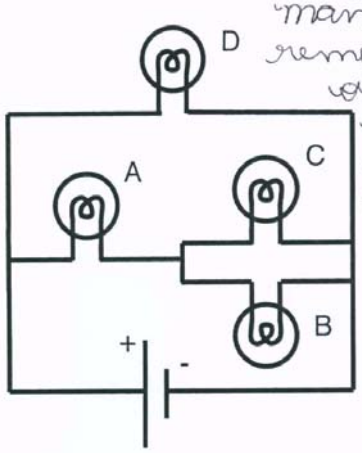
Apêndice K-5A

Narly nº 29
Renato nº 35

3º K

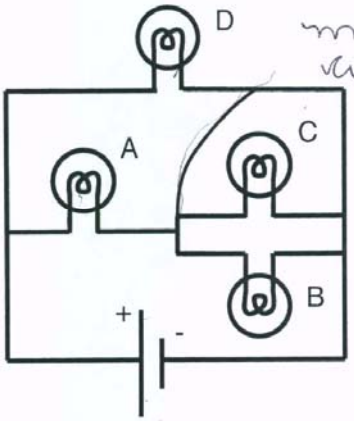
TESTE

1 – Observe o diagrama abaixo. Sabendo que todas as lâmpadas têm a mesma resistência elétrica R = 2 Ω, se removermos a lâmpada B, o que ocorrerá com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.



mantém, porque removendo a B a outras lâmpadas ficam em série e suas cargas continuam sendo a mesma.

2 – Se adicionarmos um fio conforme abaixo, o que ocorre com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.

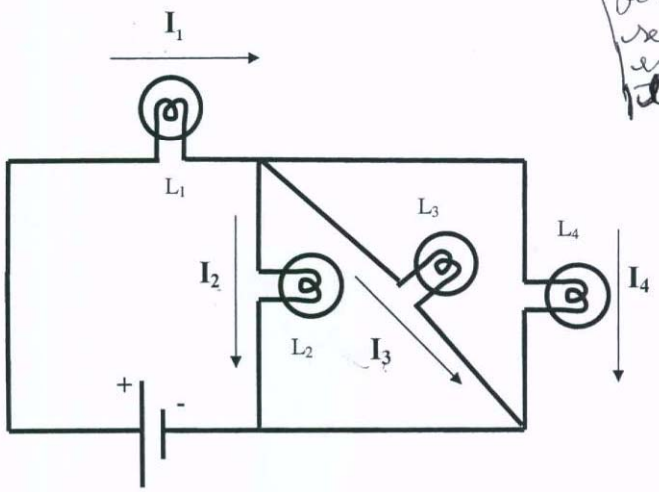


mantém, porque o circuito continua fechado.

Apêndice K-5B

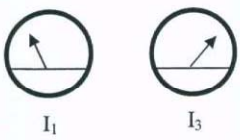
3 – Em um pisca-pisca de Natal, ao determinarmos a voltagem máxima admitida por uma lâmpada individual, verificamos que esta queima se aplicamos mais do que 2V. Então, explique como é possível ligarmos o pisca-pisca na rede elétrica de nossa casa e não queimá-lo. A lâmpada não suportará a rede elétrica da nossa casa porque a carga é muito grande agora um pisca-pisca suportará porque essa carga será dividida entre todas as lâmpadas

Analisando o diagrama abaixo responda às questões seguintes

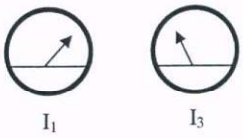


4 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e I_3, verificaremos a seguinte situação:

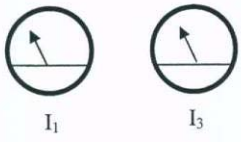
a)



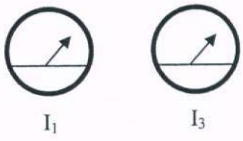
(X)



b)



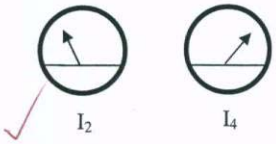
d)



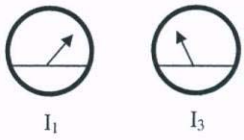
Apêndice K-5C

5 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_2 e I_4, verificaremos a seguinte situação:

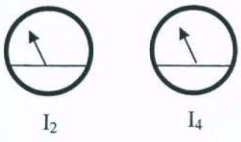
a)



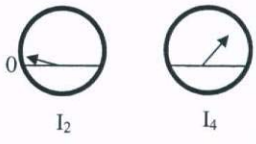
c)



b)

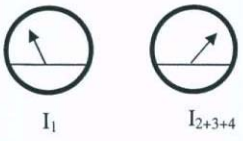


d)

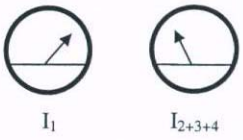


6 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e $I_2 + I_3 + I_4$, verificaremos a seguinte situação:

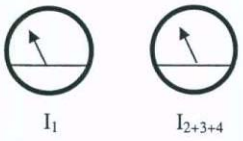
a)



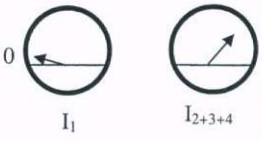
c)



b)

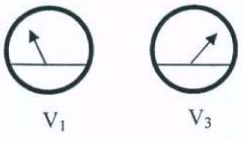


d)

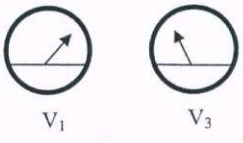


7 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_1 e L_3, verificaremos a seguinte situação:

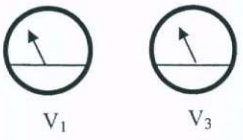
a)



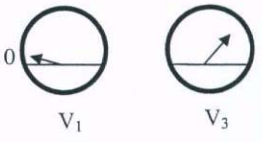
c)



b)



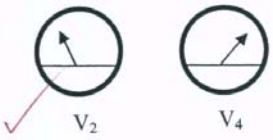
d)



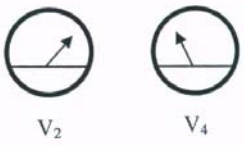
Apêndice K-5D

8 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_2 e L_4, verificaremos a seguinte situação:

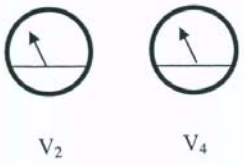
a)



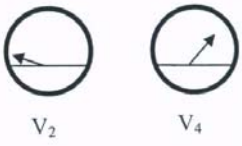
c)



~~b)~~



d)



Apêndice K-6A

Alunos: Marileusa, Thiago
números: 25 , 41

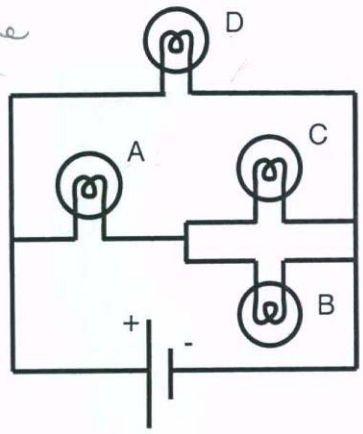
3º "K"

TESTE

1 – Observe o diagrama abaixo. Sabendo que todas as lâmpadas têm a mesma resistência elétrica R = 2 Ω, se removermos a lâmpada B, o que ocorrerá com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.

R = Se mantém. Porque o ponto de partida passa primeiro pela lâmpada A e D.

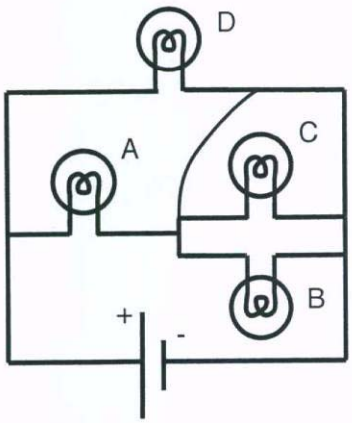
X



2 – Se adicionarmos um fio conforme abaixo, o que ocorre com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.

R = Diminui. Porque se adicionarmos mais um fio a corrente elétrica vai passar pelo fio que foi adicionado.

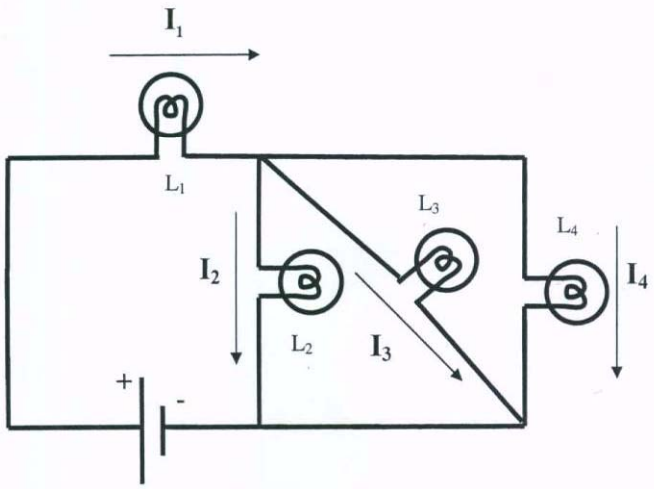
X



Apêndice K-6B

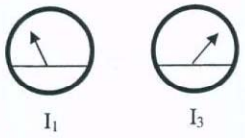
3 – Em um pisca-pisca de Natal, ao determinarmos a voltagem máxima admitida por uma lâmpada individual, verificamos que esta queima se aplicamos mais do que 2V. Então, explique como é possível ligarmos o pisca-pisca na rede elétrica de nossa casa e não queimá-lo.

Analisando o diagrama abaixo responda às questões seguintes

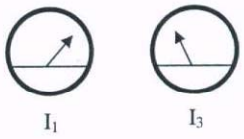


4 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e I_3, verificaremos a seguinte situação:

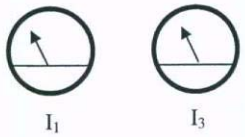
a)



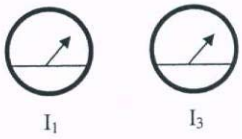
c)



b)



d)



Apêndice K-6C

5 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_2 e I_4, verificaremos a seguinte situação:

a)

c)

b)

d)

6 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e $I_2 + I_3 + I_4$, verificaremos a seguinte situação:

a)

c)

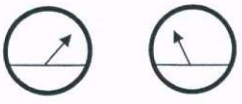
b)

d)

7 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_1 e L_3, verificaremos a seguinte situação:

a)

c)



b)

d)

Apêndice K-6D

8 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_2 e L_4, verificaremos a seguinte situação:

a)

b)

c)

d)

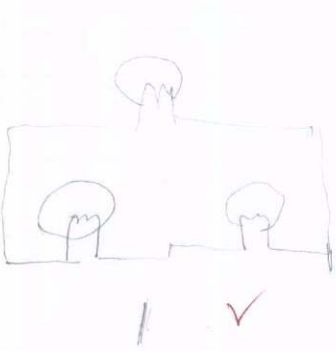
Apêndice K-7A

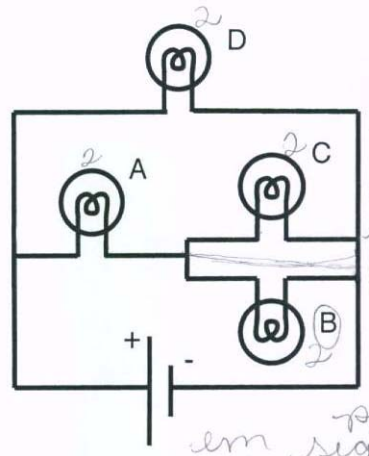
3º "K"

Regina 34 Laída 23

TESTE

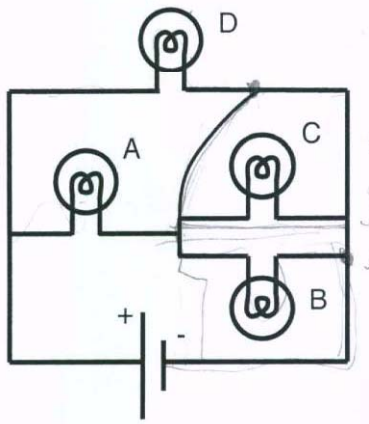
1 – Observe o diagrama abaixo. Sabendo que todas as lâmpadas têm a mesma resistência elétrica R = 2 Ω, se removermos a lâmpada B, o que ocorrerá com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.





a D vai ficar com a mesma resistência e mantendo o mesmo brilho, pois já a lâmpada A pode vir a cair um pouquinho do seu brilho pois esta ligada em sequência com a letra C

2 – Se adicionarmos um fio conforme abaixo, o que ocorre com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.



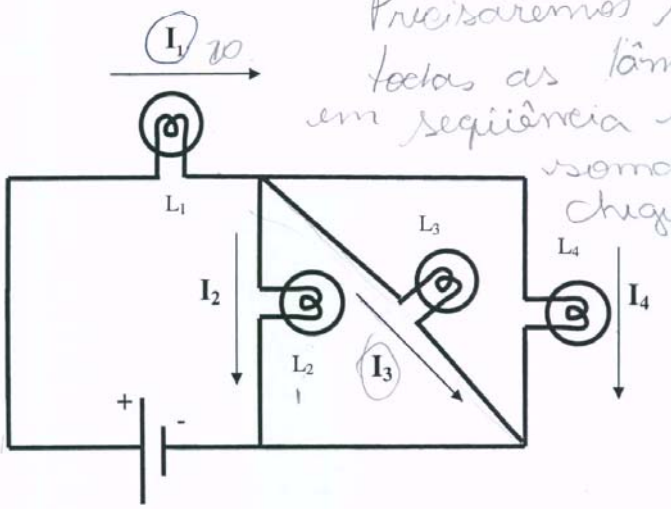
vão possuir o mesmo brilho. E aumentar a voltagem. pois estavam ligada em paralelos.

Apêndice K-7B

3 – Em um pisca-pisca de Natal, ao determinarmos a voltagem máxima admitida por uma lâmpada individual, verificamos que esta queima se aplicamos mais do que 2V. Então, explique como é possível ligarmos o pisca-pisca na rede elétrica de nossa casa e não queimá-lo.

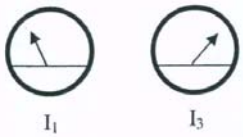
Precisaremos ligar ✓ todas as lâmpadas em sequência para, que somando todas chegue até 220V

Analisando o diagrama abaixo responda às questões seguintes

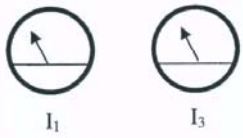


4 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e I_3, verificaremos a seguinte situação:

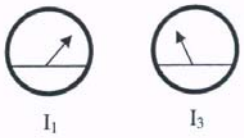
a) ✗



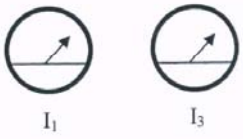
b) ✗



c)



d)

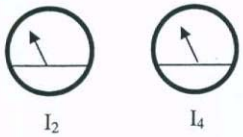


Apêndice K-7C

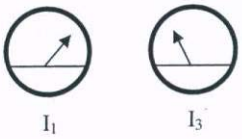
5 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_2 e I_4, verificaremos a seguinte situação:

a)

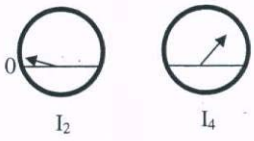
b)



c)

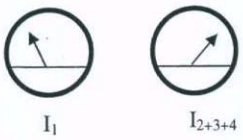


d)

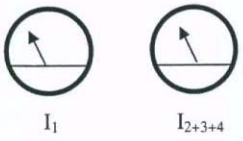


6 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e $I_2 + I_3 + I_4$, verificaremos a seguinte situação:

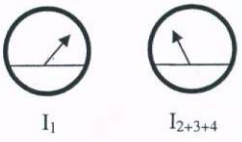
a)



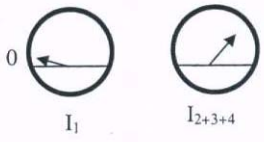
b)



c)

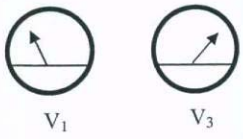


d)

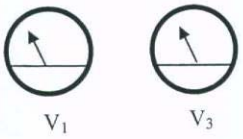


7 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_1 e L_3, verificaremos a seguinte situação:

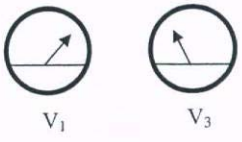
a)



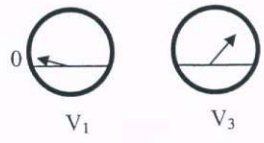
b)



c)



d)



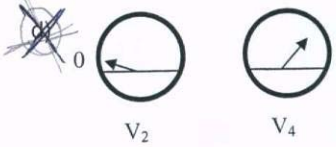
Apêndice K-7D

8 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_2 e L_4, verificaremos a seguinte situação:

a)

b)

c)



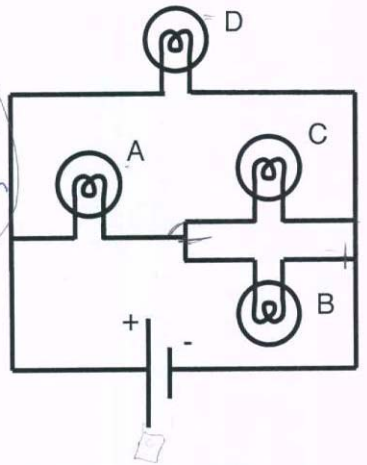
Apêndice K-8A

NOME: LUCIANO Nº: 45
NOME: REGINALDO Nº 44
SERIE/TURMA 3º "K"

TESTE

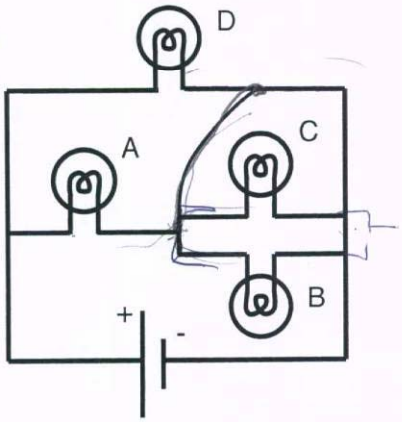
1 – Observe o diagrama abaixo. Sabendo que todas as lâmpadas têm a mesma resistência elétrica R = 2 Ω, se removermos a lâmpada B, o que ocorrerá com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.

O Brilho irá se manter, pois se remover a lâmpada B as lâmpadas A, C e D irão ficar em série.



2 – Se adicionarmos um fio conforme abaixo, o que ocorre com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.

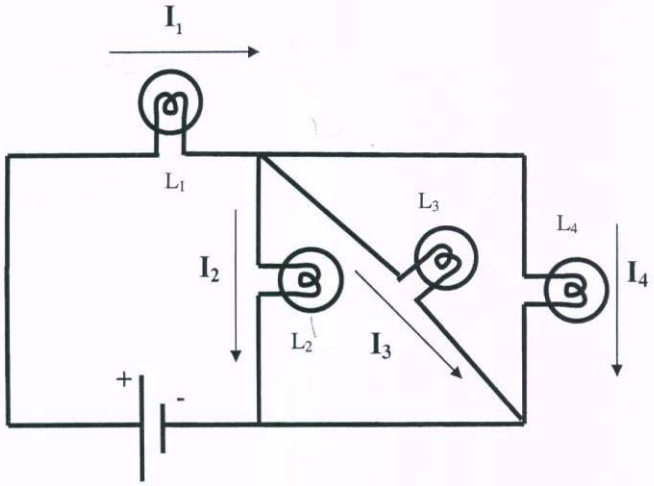
A e D não diminuirão, porque as correntes não se dividirão.



Apêndice K-8B

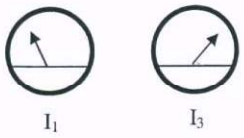
3 – Em um pisca-pisca de Natal, ao determinarmos a voltagem máxima admitida por uma lâmpada individual, verificamos que esta queima se aplicamos mais do que 2V. Então, explique como é possível ligarmos o pisca-pisca na rede elétrica de nossa casa e não queimá-lo. É através do uso de um fusível

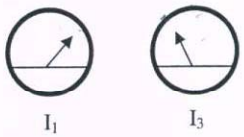
Analisando o diagrama abaixo responda às questões seguintes



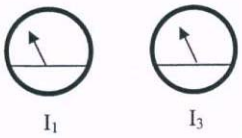
4 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e I_3, verificaremos a seguinte situação:

a)

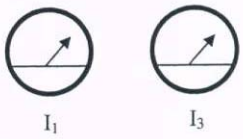




b)



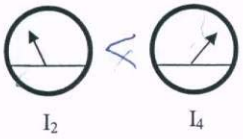
d)



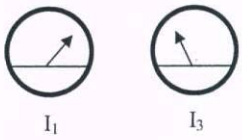
Apêndice K-8C

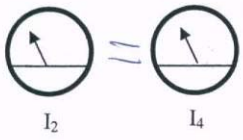
5 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_2 e I_4, verificaremos a seguinte situação:

a)

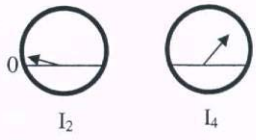


c)



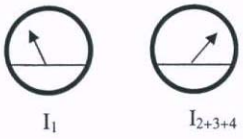


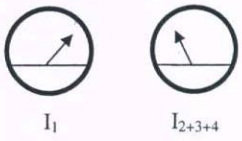
d)



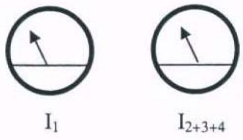
6 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e $I_2 + I_3 + I_4$, verificaremos a seguinte situação:

a)

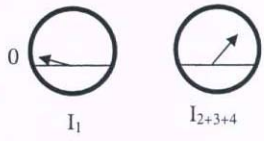




b)

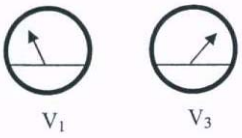


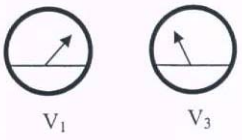
d)



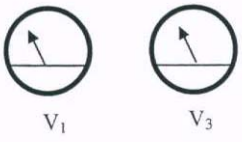
7 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_1 e L_3, verificaremos a seguinte situação:

a)

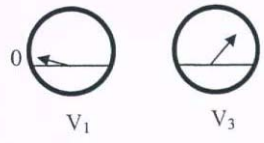




b)



d)



Apêndice K-8D

8 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_2 e L_4, verificaremos a seguinte situação:

a)

V_2 V_4

c)

V_2 V_4

b)

V_2 V_4

d) 0

V_2 V_4

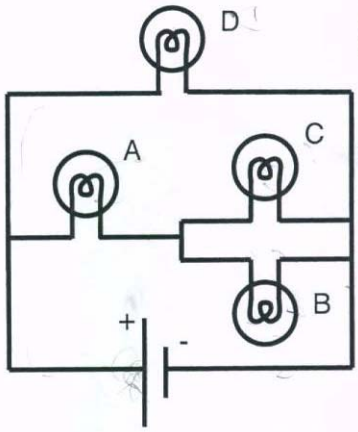
Apêndice K-9A

Nome = Elaine Henrique
Nome = Raphael Vieira
Nº 05 Nº 33

3º K

TESTE

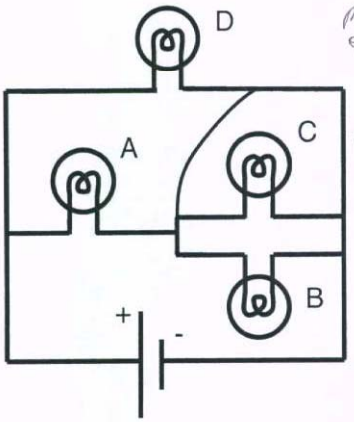
1 – Observe o diagrama abaixo. Sabendo que todas as lâmpadas têm a mesma resistência elétrica R = 2 Ω, se removermos a lâmpada B, o que ocorrerá com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.



Ela se mantém, pois a corrente elétrica saída do ponto inicial chega com a mesma força, pois caso a lâmpada A e B queimasse aumentaria a força da lâmpada B e C.

X

2 – Se adicionarmos um fio conforme abaixo, o que ocorre com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.



Ela se mantém, pois o fio vai pegar energia depois das lampadas, caso interferisse uma das lâmpadas uma delas diminuiria.

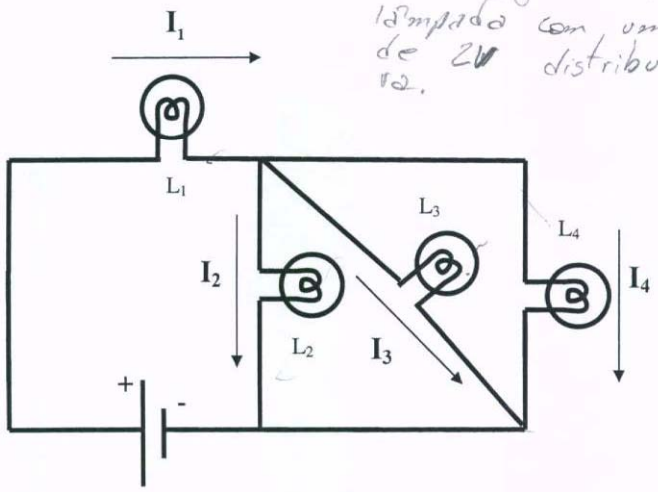
X

Apêndice K-9B

3 – Em um pisca-pisca de Natal, ao determinarmos a voltagem máxima admitida por uma lâmpada individual, verificamos que esta queima se aplicamos mais do que 2V. Então, explique como é possível ligarmos o pisca-pisca na rede elétrica de nossa casa e não queimá-lo.

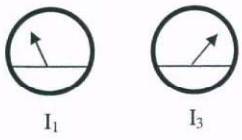
Caso liguemos apenas uma lâmpada com uma voltagem de 2V distribuida ela queimará.

Analisando o diagrama abaixo responda às questões seguintes

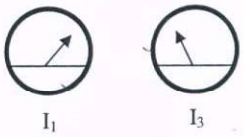


4 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e I_3, verificaremos a seguinte situação:

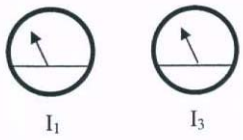
a)



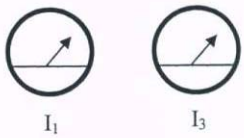
c)



b)



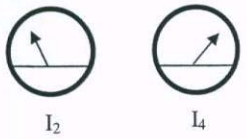
d)



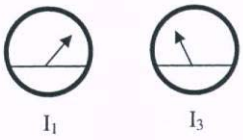
Apêndice K-9C

5 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_2 e I_4, verificaremos a seguinte situação:

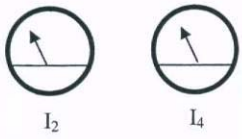
a)



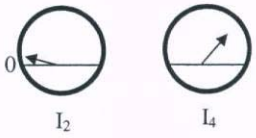
c)



b)

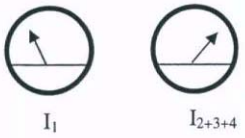


d)

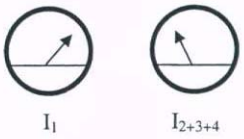


6 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e $I_2 + I_3 + I_4$, verificaremos a seguinte situação:

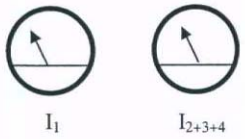
a)



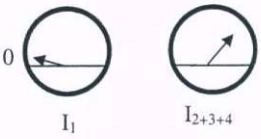
c)



b)

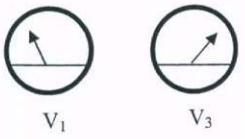


d)

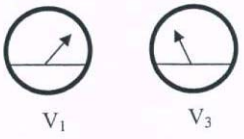


7 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_1 e L_3, verificaremos a seguinte situação:

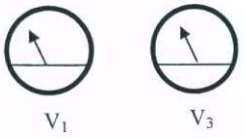
a)



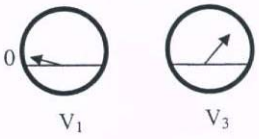
c)



b)



d)



Apêndice K-9D

8 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_2 e L_4, verificaremos a seguinte situação:

a)

c)

b)

d)

Apêndice K-10A

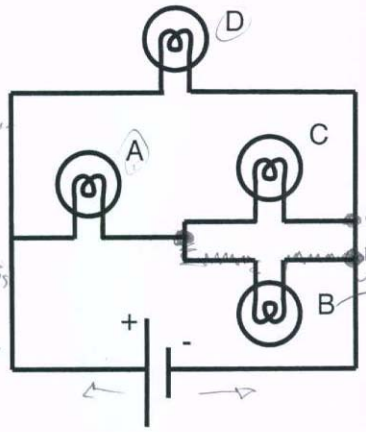
5º K Emanuel nº 8
Rodrigo nº 36

TESTE

1 – Observe o diagrama abaixo. Sabendo que todas as lâmpadas têm a mesma resistência elétrica R = 2 Ω, se removermos a lâmpada B, o que ocorrerá com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.

Se mantem

Porque tirando a lampada B o circuito até as lampadas A e D diminuis mas a carga ira mesma



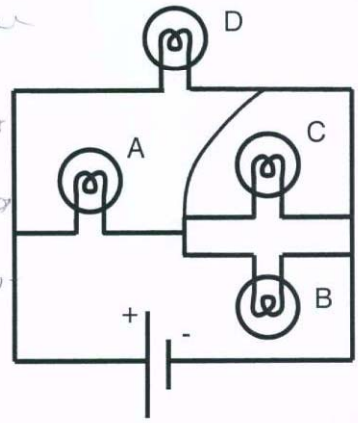
força

X

2 – Se adicionarmos um fio conforme abaixo, o que ocorre com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.

Se mantem porque

não o fio não influenciar no passagem da carga elétrica para as lampadas A e D



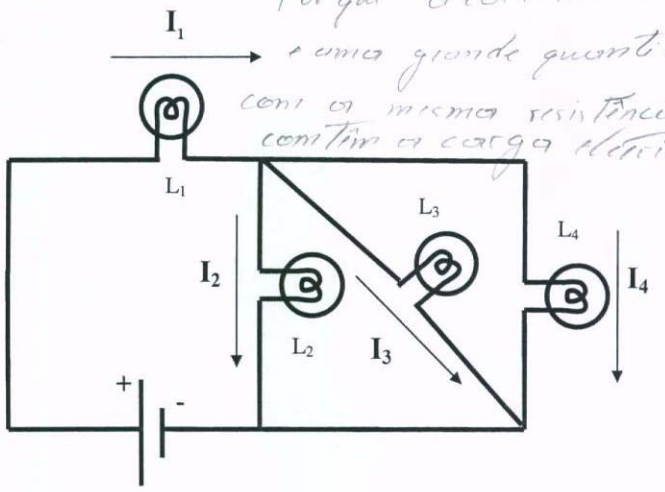
X

Apêndice K-10B

3 – Em um pisca-pisca de Natal, ao determinarmos a voltagem máxima admitida por uma lâmpada individual, verificamos que esta queima se aplicamos mais do que 2V. Então, explique como é possível ligarmos o pisca-pisca na rede elétrica de nossa casa e não queimá-lo.

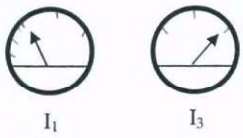
Porque a corrente é continua e uma grande quantidade de lampadas com a mesma resistência elétrica contém a carga elétrica.

Analisando o diagrama abaixo responda às questões seguintes

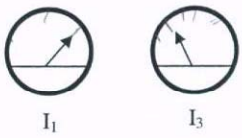


4 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e I_3, verificaremos a seguinte situação:

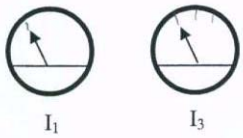
a)



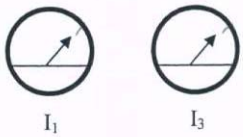
c)



b)

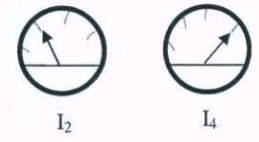


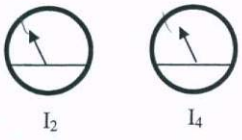
d)

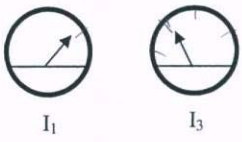


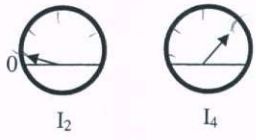
Apêndice K-10C

5 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_2 e I_4, verificaremos a seguinte situação:

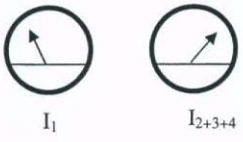
a) 

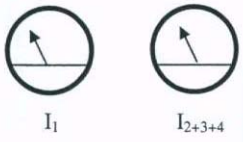
b) 

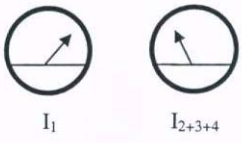
c) 

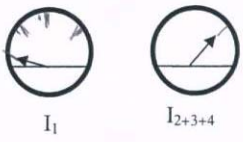
d) 

6 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e $I_2 + I_3 + I_4$, verificaremos a seguinte situação:

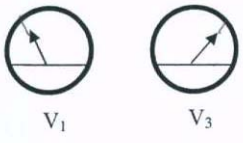
a) 

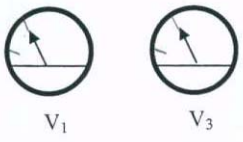
b) 

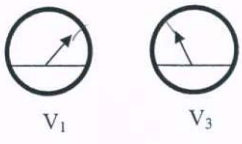
c) 

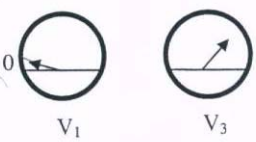
d) 

7 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_1 e L_3, verificaremos a seguinte situação:

a) 

b) 

c) 

d) 

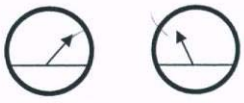
Apêndice K-10D

8 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_2 e L_4, verificaremos a seguinte situação:

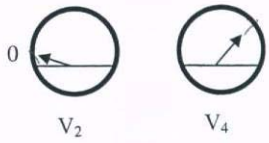
a)

b)

c)



d)

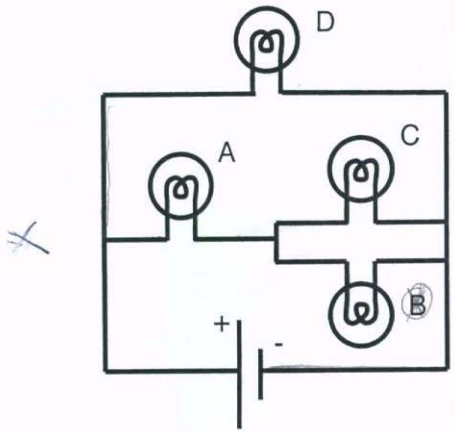


Apêndice K-11A

Nome: Norma Leilya
Série: 3° turma: K

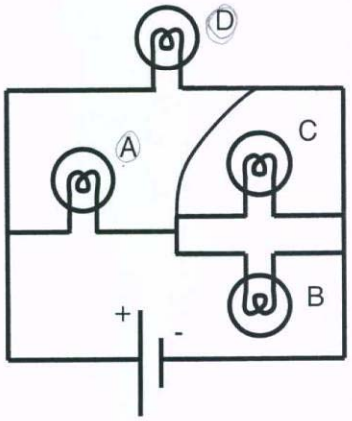
TESTE

1 – Observe o diagrama abaixo. Sabendo que todas as lâmpadas têm a mesma resistência elétrica R = 2 Ω, se removermos a lâmpada B, o que ocorrerá com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.



se mantém
R = 2 Ω
A+ → B−
?
X

2 – Se adicionarmos um fio conforme abaixo, o que ocorre com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.

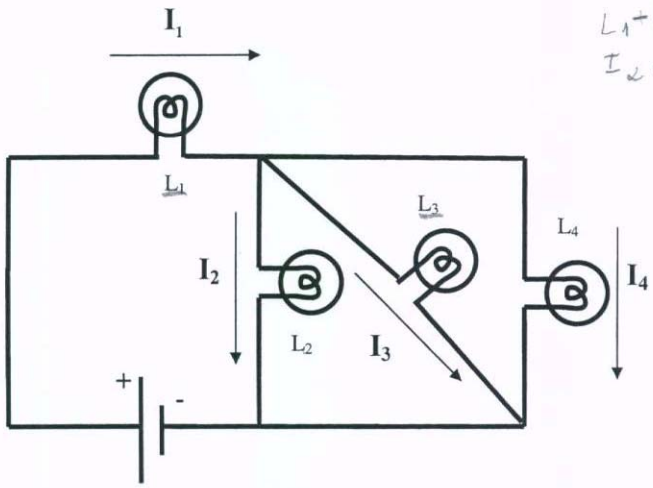


Ela aumenta
R = 2 Ω
A + B+
X

Apêndice K-11B

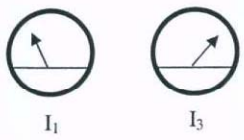
3 – Em um pisca-pisca de Natal, ao determinarmos a voltagem máxima admitida por uma lâmpada individual, verificamos que esta queima se aplicamos mais do que 2V. Então, explique como é possível ligarmos o pisca-pisca na rede elétrica de nossa casa e não queimá-lo.

Analisando o diagrama abaixo responda às questões seguintes

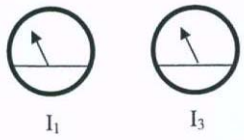


4 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e I_3, verificaremos a seguinte situação:

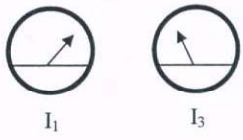
a)



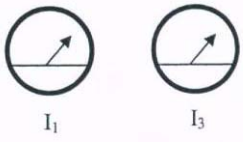
b)



c)



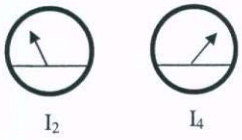
d)



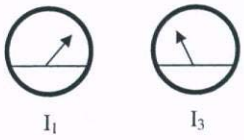
Apêndice K-11C

5 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_2 e I_4, verificaremos a seguinte situação:

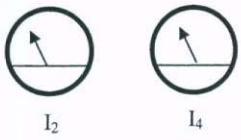
a)



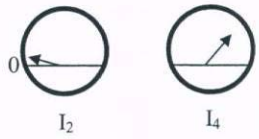
c)



b)

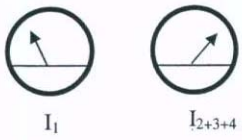


d)

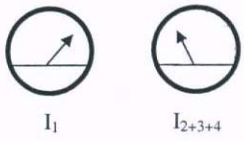


6 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e $I_2 + I_3 + I_4$, verificaremos a seguinte situação:

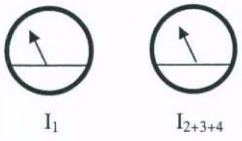
a)



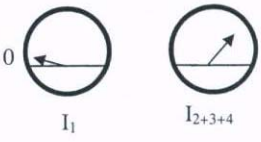
c)



b)

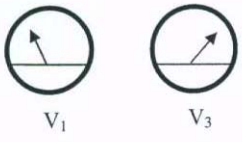


d)

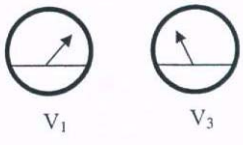


7 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_1 e L_3, verificaremos a seguinte situação:

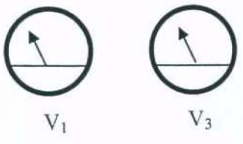
a)



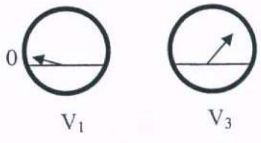
c)



b)



d)



Apêndice K-11D

8 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_2 e L_4, verificaremos a seguinte situação:

a)

V_2 V_4

c)

V_2 V_4

b)

V_2 V_4

d) 0

V_2 V_4

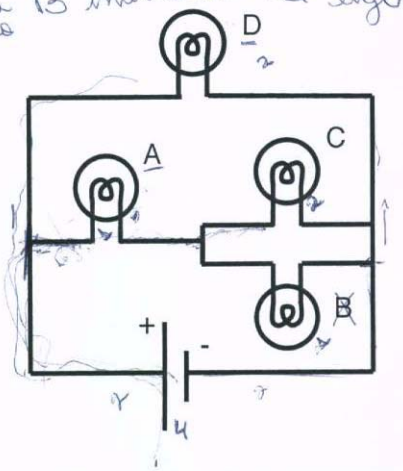
Apêndice K-12A

Késia Lane
22
3K

TESTE

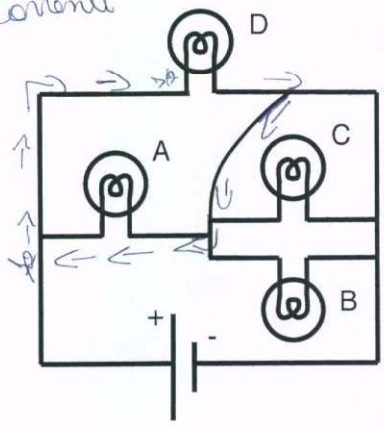
1 – Observe o diagrama abaixo. Sabendo que todas as lâmpadas têm a mesma resistência elétrica R = 2 Ω, se removermos a lâmpada B, o que ocorrerá com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.

irão acender com o mesmo brilho pois a corrente B interrompe a ligação se ligada pode ofuscar o brilho das outras correntes



2 – Se adicionarmos um fio conforme abaixo, o que ocorre com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.

irão se manter pois será formada uma corrente

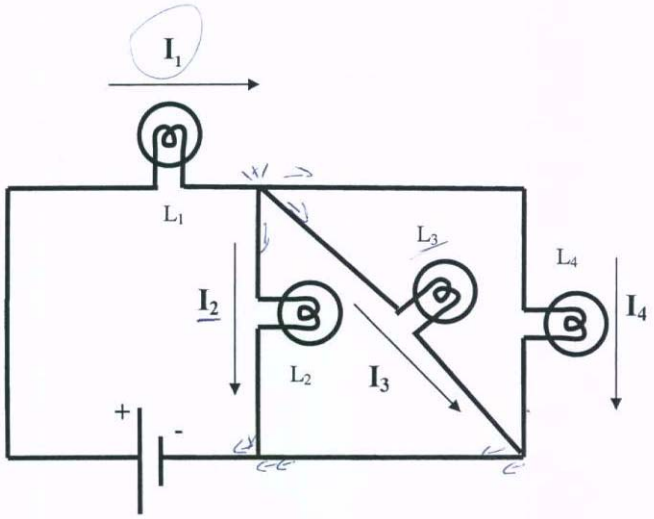


Apêndice K-12B

3 – Em um pisca-pisca de Natal, ao determinarmos a voltagem máxima admitida por uma lâmpada individual, verificamos que esta queima se aplicamos mais do que 2V. Então, explique como é possível ligarmos o pisca-pisca na rede elétrica de nossa casa e não queimá-lo.

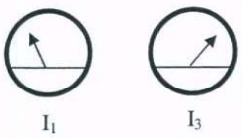
O total da energia inicial é dividida pela quantidade de lâmpadas

Analisando o diagrama abaixo responda às questões seguintes

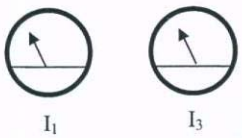


4 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e I_3, verificaremos a seguinte situação:

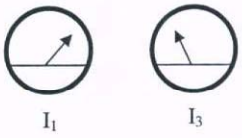
a)



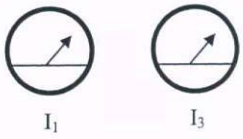
b)



c)



d)



Apêndice K-12C

5 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_2 e I_4, verificaremos a seguinte situação:

a)

c)

b)

d)

6 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e $I_2 + I_3 + I_4$, verificaremos a seguinte situação:

a)

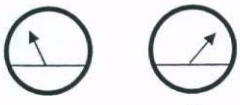
c)

b)

d)

7 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_1 e L_3, verificaremos a seguinte situação:

a)



c)

b)

d)

Apêndice K-12D

8 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_2 e L_4, verificaremos a seguinte situação:

a)

V_2 V_4

b)

V_2 V_4

c)

V_2 V_4

d)

0

V_2 V_4

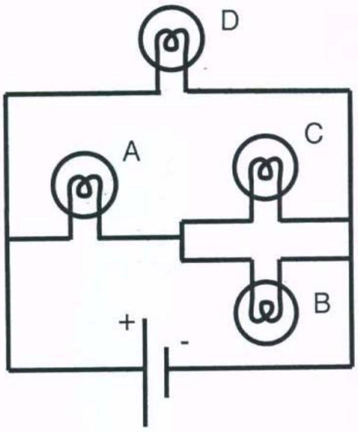
Apêndice K-13A

Alunas: Lauziane Lisboa nº: 24
Nádia de Souza nº: 28

3º K

TESTE

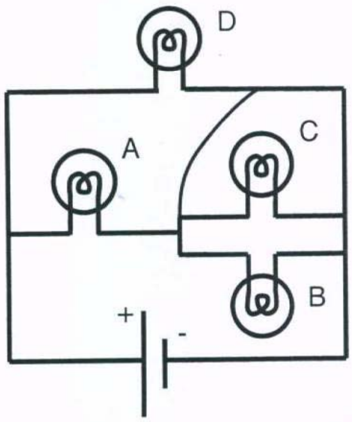
1 – Observe o diagrama abaixo. Sabendo que todas as lâmpadas têm a mesma resistência elétrica R = 2 Ω, se removermos a lâmpada B, o que ocorrerá com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.



Ela mantém energia, porque Todos tem a mesma resistência elétrica.

X

2 – Se adicionarmos um fio conforme abaixo, o que ocorre com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.



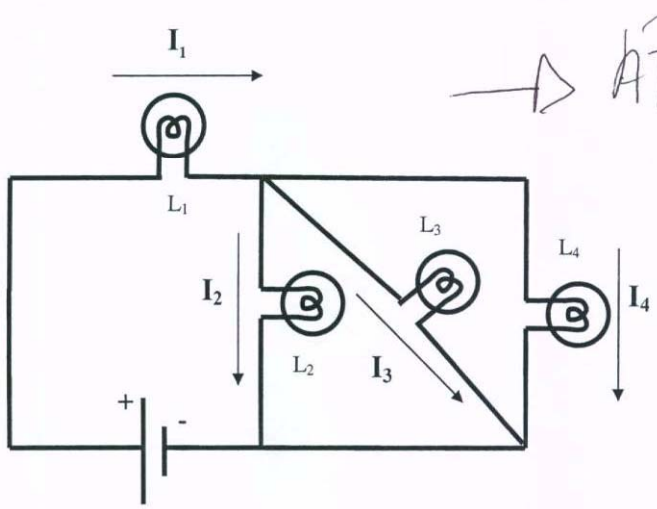
X

Ela diminui porque vai puxar mais energia das lâmpadas A e D, fazendo com que a frequência das lâmpadas diminuirem de acordo com que se adiciona o fio.

Apêndice K-13B - frente

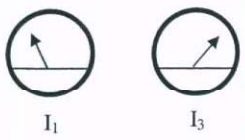
3 – Em um pisca-pisca de Natal, ao determinarmos a voltagem máxima admitida por uma lâmpada individual, verificamos que esta queima se aplicamos mais do que 2V. Então, explique como é possível ligarmos o pisca-pisca na rede elétrica de nossa casa e não queimá-lo.

Analisando o diagrama abaixo responda às questões seguintes

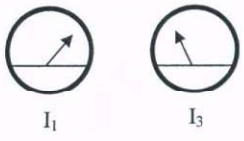


4 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e I_3, verificaremos a seguinte situação:

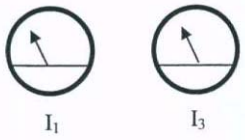
a)



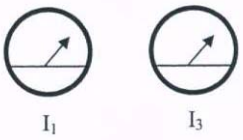
c)



b)



d)



Apêndice K-13B - verso

(3) Bem, no inicio dá dando a entender que se ligarmos somente uma lâmpada com a voltagem de 2V ela queimará, mas, quando ligamos o Pisca - Pisca a frequência é distribuída para mais de 100 lâmpadas então a voltagem ficará distribuindo uma para outros, então será meio improvável ela queimar mais não impossível.

Apêndice K-13C

5 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_2 e I_4, verificaremos a seguinte situação:

a)

I_2 I_4

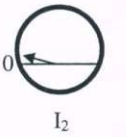
b)

I_2 I_4

c)

I_1 I_3

d)



0

I_2 I_4

6 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e $I_2 + I_3 + I_4$, verificaremos a seguinte situação:

a)

I_1 I_{2+3+4}

b)

I_1 I_{2+3+4}

c)

I_1 I_{2+3+4}

d)

0

I_1 I_{2+3+4}

7 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_1 e L_3, verificaremos a seguinte situação:

a)

V_1 V_3

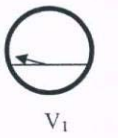
b)

V_1 V_3

c)

V_1 V_3

d)



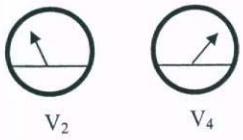
0

V_1 V_3

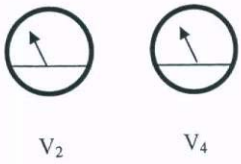
Apêndice K-13D

8 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_2 e L_4, verificaremos a seguinte situação:

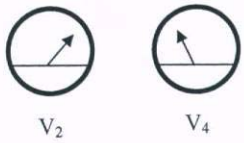
a)



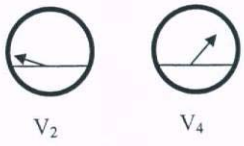
b)



c)



d)

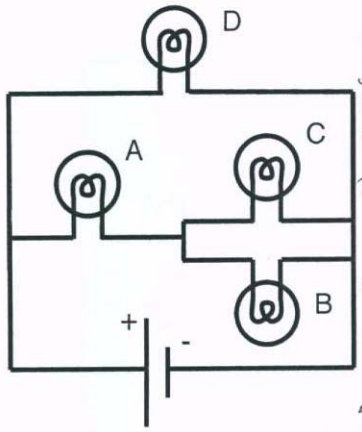


Apêndice K-14A - frente

Adriana Abreu. nº 01 3ºK
Ronil Rodrigues nº 38

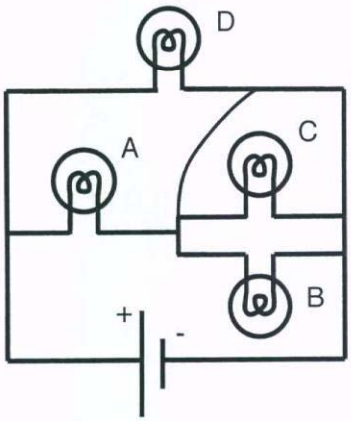
TESTE

1 – Observe o diagrama abaixo. Sabendo que todas as lâmpadas têm a mesma resistência elétrica R = 2 Ω, se removermos a lâmpada B, o que ocorrerá com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.



Ela almenta pelo fato de que a lâmpada 'D' está ligada ao circuito negativo C e B e ao positivo A, logo a carga aumentará.

2 – Se adicionarmos um fio conforme abaixo, o que ocorre com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.



Se mantém pois conserva o circuito fechado.

Apêndice K-14A - verso

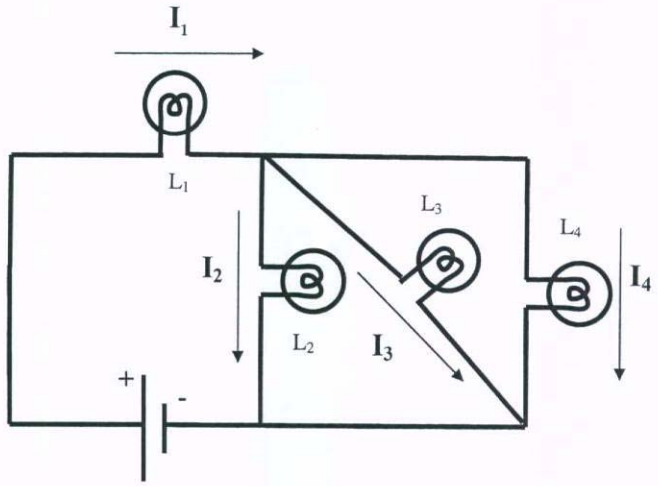
Resposta 3 => Se uma lâmpada contém 2 V, por isso ela queima, pois não aguenta a carga da tomada; Vamos supor 250 V; Logo a união das outras lâmpadas que formam o pisca-pisca, suporta a voltagem da tomada.

X

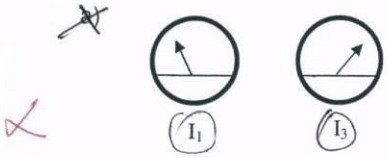
Apêndice K-14B

3 – Em um pisca-pisca de Natal, ao determinarmos a voltagem máxima admitida por uma lâmpada individual, verificamos que esta queima se aplicamos mais do que 2V. Então, explique como é possível ligarmos o pisca-pisca na rede elétrica de nossa casa e não queimá-lo.

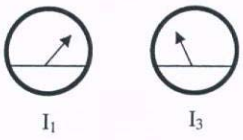
Analisando o diagrama abaixo responda às questões seguintes



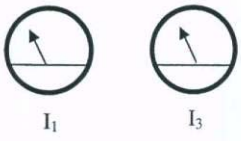
4 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e I_3, verificaremos a seguinte situação:



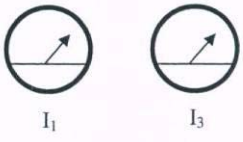
c)



b)



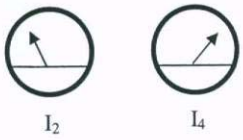
d)



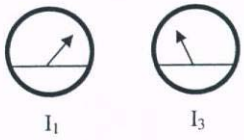
Apêndice K-14C

5 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_2 e I_4, verificaremos a seguinte situação:

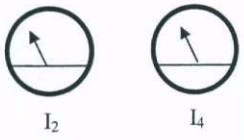
a)



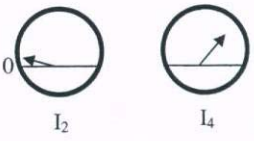
c)



b)

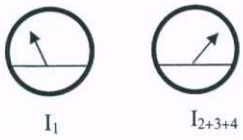


d)

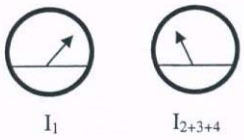


6 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e $I_2 + I_3 + I_4$, verificaremos a seguinte situação:

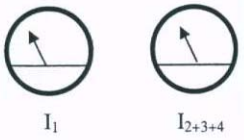
a)



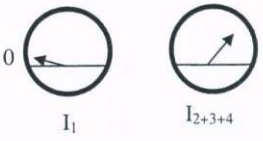
c)



b)

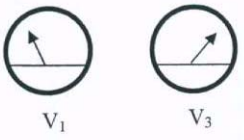


d)

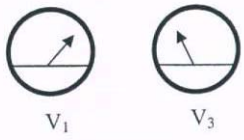


7 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_1 e L_3, verificaremos a seguinte situação:

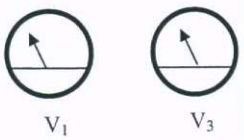
a)



c)



b)

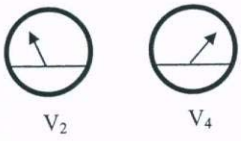


d)

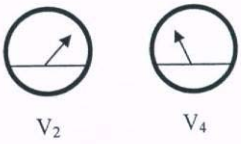
Apêndice K-14D

8 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_2 e L_4, verificaremos a seguinte situação:

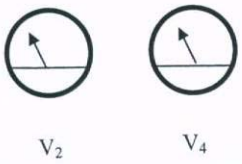
a)



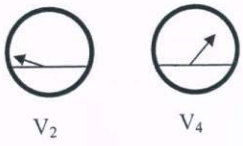
c)



b)



d) 0



Apêndice K-15A

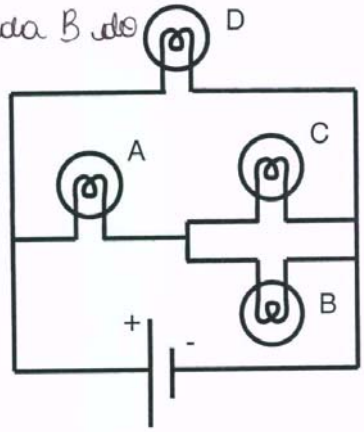
Dupla: Ismael Neves nº 13
Josiane Nunes nº 20

3º K

TESTE

1 – Observe o diagrama abaixo. Sabendo que todas as lâmpadas têm a mesma resistência elétrica R = 2 Ω, se removermos a lâmpada B, o que ocorrerá com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.

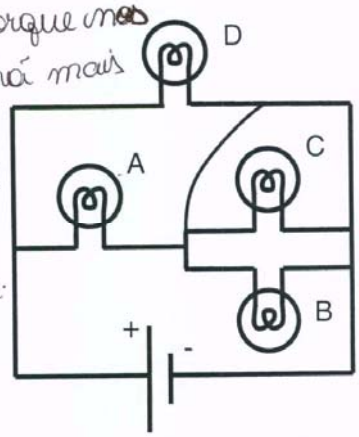
Se removermos a lâmpada B do diagrama, o brilho dela aumentará, pois quanto menos lâmpadas ligadas num circuito, mais corrente elétrica circulará.



X

2 – Se adicionarmos um fio conforme abaixo, o que ocorre com o brilho das lâmpadas A e D? Indique se ela aumenta, diminui ou se mantém. Explique seu raciocínio.

O brilho se mantém, porque nas lâmpadas A e D não há mais nenhuma lâmpada, ligada exclusivamente nelas, sendo assim a carga não é alterada.



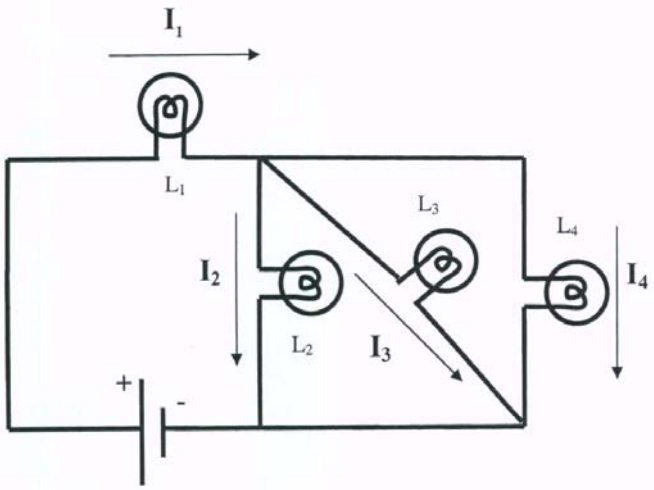
X

Apêndice K-15B

A carga elétrica utilizada neste pisca-pisca tem que ser igual ou inferior à 2V, que é a carga que suportada pela lâmpada. Por isso para não queimá-la devemos aplicar somente 2V. ✗

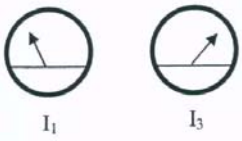
3 – Em um pisca-pisca de Natal, ao determinarmos a voltagem máxima admitida por uma lâmpada individual, verificamos que esta queima se aplicamos mais do que 2V. Então, explique como é possível ligarmos o pisca-pisca na rede elétrica de nossa casa e não queimá-lo.

Analisando o diagrama abaixo responda às questões seguintes

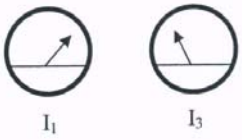


4 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e I_3, verificaremos a seguinte situação:

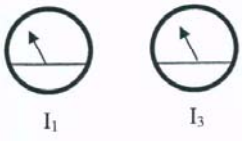
a)



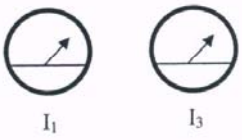
c)



b)



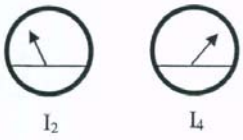
d)



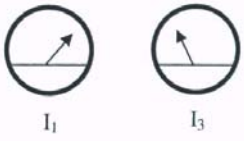
Apêndice K-15C

5 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_2 e I_4, verificaremos a seguinte situação:

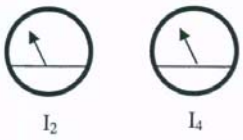
a)



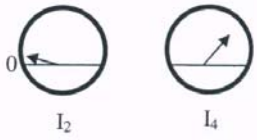
c)



b)



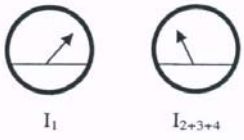
d)



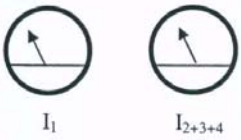
6 – Se colocarmos um amperímetro para medir as correntes I_1 e $I_2 + I_3 + I_4$, verificaremos a seguinte situação:

a)

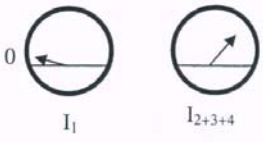
c)



b)



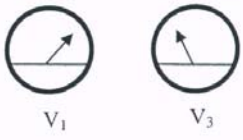
d)



7 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_1 e L_3, verificaremos a seguinte situação:

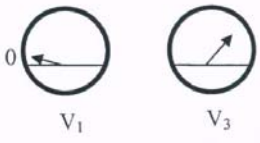
a)

c)



b)

d)



Apêndice K-15D

8 – Se colocarmos um voltimetro para medir as voltagens em L_2 e L_4, verificaremos a seguinte situação:

a)

V_2 V_4

c)

V_2 V_4

b)

V_2 V_4

d) 0

V_2 V_4

Apêndice L

Apêndice L

Este apêndice trata-se do Cd-rom contendo o material elaborado neste trabalho, constituindo o produto educacional produzido e que será de livre distribuição para professores do Ensino Médio. O conteúdo deste CD também poderá ser acessado através da página do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências no endereço http://www.unb.br/ppgec/dissertacoes.htm.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo