



**Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu**  
**Mestrado Profissional em Ensino de Ciências**  
Campus Nilópolis

Ramsés Rufino de Oliveira

**A EXPERIMENTAÇÃO COMO INSTRUMENTO FACILITADOR DA**  
**APRENDIZAGEM EM TÓPICOS DE ELETRICIDADE NO ENSINO MÉDIO:**

Uma Proposta

Nilópolis – RJ.  
2013

Ramsés Rufino de Oliveira

**A EXPERIMENTAÇÃO COMO INSTRUMENTO FACILITADOR DA  
APRENDIZAGEM EM TÓPICOS DE ELETRICIDADE NO ENSINO MÉDIO:**

Uma Proposta.

Dissertação de mestrado apresentado como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. João Alberto Mesquita Pereira

Nilópolis – RJ.  
2013

Ramsés Rufino de Oliveira

**A EXPERIMENTAÇÃO COMO INSTRUMENTO FACILITADOR DA  
APRENDIZAGEM EM TÓPICOS DE ELETRICIDADE NO ENSINO MÉDIO:**

Uma Proposta.

Dissertação de mestrado apresentado como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências.

Data de aprovação: 28/02/2013.

---

Prof. Dr. João Alberto Mesquita Pereira – IFRJ (orientador)

---

Prof. Dr. Alexandre Lopes de Oliveira – IFRJ

---

Prof. Dr. Leonardo Mondaini – UNIRIO

Nilópolis – RJ.  
2013

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus professores no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, pelos ensinamentos e por partilhar de suas experiências. Tenham a certeza que, nossos encontros semanais contribuíram de forma inequívoca para o meu aprimoramento enquanto educador.

Em especial, ao meu orientador, Dr. João Alberto Mesquita Pereira, agradeço por ter aceitado o desafio, e por sua infinita paciência e compreensão.

À Direção do Colégio Leopoldina da Silveira por permitir e apoiar o desenvolvimento deste projeto didático.

À professora Andréia Luiza Garcia que gentilmente cedeu suas turmas da terceira série para que eu pudesse desenvolver este projeto.

À minha família, pelo apoio e incentivo.

**OLIVEIRA, Ramsés R. A EXPERIMENTAÇÃO COMO INSTRUMENTO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM EM TÓPICOS DE ELETRICIDADE NO ENSINO MÉDIO: Uma Proposta.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis, Nilópolis, RJ, 2012.

## **RESUMO**

O ensino tradicional de física tem se mostrado pouco eficaz, os resultados, pelo menos aqueles obtidos no sistema público de ensino, têm recebido críticas por sua incapacidade em preparar os estudantes para prosseguir os estudos nas carreiras científicas, por não cumprir adequadamente seu papel de formar cidadãos críticos, e pelo fato de que o conhecimento que os estudantes exibem ao deixar a escola é fragmentado e de aplicação limitada. Na intenção de contribuir para a melhora do ensino de física, elaboramos um projeto didático que sugere a experimentação, numa perspectiva construtivista, como uma estratégia de ensino para tópicos de eletricidade. Para tanto, propusemos experiências que, apresentando questões abertas, permitem ao estudante questionar, formular e concluir, elaborando um processo próprio de aprendizagem que supera a simples assimilação de conhecimentos prontos, o que permite uma aprendizagem significativa e duradoura. Esta dissertação adota o estudo de caso como estratégia de pesquisa, no contexto de um Colégio Estadual no município do Rio de Janeiro buscamos identificar concepções e dificuldades apresentadas por alunos da terceira série do ensino médio em parte do conteúdo de eletricidade. A partir da análise dos dados, procuramos evidências que pudessem validar nossa intervenção didática. Além disso, a natureza exploratória da pesquisa fez surgir da prática cotidiana elementos necessários para prosseguir em pesquisas futuras, num ciclo que faz repensar a escola e as práticas docentes.

**OLIVEIRA, Ramsés R. EXPERIMENTATION AS A FACILITATOR TOOL OF LEARNING IN TOPICS OF ELECTRICITY IN HIGH SCHOOL: a proposal.** Masters Dissertation. Pos-Graduate Program Stricto Sensu, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis, Nilópolis, RJ, 2012.

### **ABSTRACT**

The traditional teaching of physics has proven ineffective, the results, at least those obtained in the public school system, have received criticism for its inability to prepare students to pursue studies in science careers by not adequately fulfill their role of educating critical citizens, and by the fact that the knowledge the students to leave school exhibit is fragmented and of limited application. In order to contribute to the improvement of teaching physics, worked out a didactical project that suggests the experimental teaching in a constructivist perspective, as a teaching strategy to topics of electricity. Therefore, we proposed that experience, featuring open questions allow students to ask questions, formulate and conclude by developing itself a process of learning that surpasses the mere acquisition of knowledge ready, allowing for significant and lasting learning. This dissertation adopts the case study as a research strategy in the context of a State School in the city of Rio de Janeiro seek to identify concepts and difficulties presented by third graders from high school in part of the contents of electricity. From the data analysis, we seek evidence that could validate our didactic intervention. In addition, the exploratory nature of the research has raised the daily practice elements necessary to pursue in future research, a cycle that makes rethink school and teaching practices.

## SUMÁRIO

1.	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
2.	<b>O CURRÍCULO DE CIÊNCIAS</b> .....	5
3.	<b>TEORIA DO CONHECIMENTO</b> .....	16
4.	<b>METODOLOGIA</b> .....	22
4.1	<b>AVALIAÇÃO</b> .....	23
5.	<b>ABORDAGEM DA ELETRODINÂMICA A PARTIR LUZ INTERNA DO AUTOMÓVEL</b> .....	24
5.1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	24
5.2.2	<b>Avaliação diagnóstica</b> .....	27
5.2.2	<b>Levantamento das concepções prévias</b> .....	28
5.3	<b>FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b> .....	32
5.3.1	<b>A Corrente elétrica</b> .....	32
5.3.2	<b>Circuito elétrico e Componentes do circuito elétrico</b> .....	33
5.3.3	<b>Instrumentos de medidas elétricas</b> .....	34
5.3.4	<b>Simbologia para componentes e instrumentos elétricos</b> .....	40
5.4	<b>AVALIAÇÃO FORMATIVA</b> .....	37
5.4.1	<b>Ficha de montagem do circuito elétrico simples (Experimento 1)</b> .....	37
5.4.2	<b>Ficha de montagem do circuito elétrico série (Experimento 2)</b> .....	38
5.4.3	<b>Ficha de montagem do circuito elétrico paralelo (Experimento 3)</b> .....	40
5.4.4	<b>Desafio</b> .....	41
6.	<b>ABORDAGEM DA ELETRICIDADE A PARTIR DOS FARÓIS DO AUTOMÓVEL</b> .....	42
6.1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	42
6.2	<b>AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA</b> .....	43
6.3	<b>FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b> .....	46
6.3.1	<b>Lei de Ohm</b> .....	46
6.3.2	<b>Associação de resistores</b> .....	50
6.3.3	<b>Potência em um elemento do circuito elétrico</b> .....	52
6.4	<b>AVALIAÇÃO FORMATIVA</b> .....	54
6.4.1	<b>Desafio</b> .....	54
7.	<b>DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA</b> .....	55
7.1	<b>O CONTEXTO DA PESQUISA</b> .....	55
7.2	<b>A METODOLOGIA DA PESQUISA</b> .....	57
7.3	<b>DADOS E DISCUSSÕES</b> .....	59
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	72
	<b>APÊNDICE A (Produto Instrucional)</b> .....	74
	<b>APÊNDICE B (Questionário de Concepções Espontâneas)</b> .....	76
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	78

## 1. INTRODUÇÃO

*A questão primordial não é o que sabemos, mas como sabemos.*

*(Aristóteles)*

Por que os alunos não aprendem a ciência que lhes é ensinada?

Aparentemente os alunos aprendem cada vez menos e têm menos interesse pelo que aprendem. Para POZO e CRESPO (2009) grande parte da dificuldade de aprendizagem em ciências é consequência das práticas escolares de solução de problemas, pois, estas tendem a estar centradas em tarefas rotineiras ou delimitadas, com escasso significado científico, do que em verdadeiros problemas com conteúdo científico. Essa perda de sentido do conhecimento científico não só limita sua utilidade ou aplicabilidade por parte dos alunos, mas também seu interesse ou relevância. O que se traduz na falta de motivação ou interesse pela aprendizagem da disciplina ministrada, além de uma escassa valorização de seus saberes.

É sabido e notório que a maioria dos alunos do ensino médio cursa a física por mera imposição do currículo, com muito pouco ou nenhuma motivação, havendo, talvez em decorrência disso, significativo número de evasões, reprovações e freqüentemente o questionamento do “onde iremos aplicar isso?”

Aliás, esta questão da aplicação prática da teoria – desde a antiguidade – suscitou dúvidas. Hygino (1990) relata que Euclides, em 300 a.C., numa de suas aulas no museu de Alexandria, após demonstrar o primeiro teorema da geometria, foi interrompido por uma pergunta sobre a utilidade daquilo. Depois de tentar convencer aquele discípulo (ao que parece sem êxito) do valor intrínseco do conhecimento, chamou seu escravo e lhe disse: “*Dê uma moeda a esse jovem, para que ele possa ter proveito com o que está aprendendo*”.

Também fora da sala de aula a descrença na utilidade das teorias parece constante. Ainda segundo Hygino, Michael Faraday, em 1840, durante uma conferência, mostrou que um magneto introduzido no miolo de uma bobina ligada a um galvanômetro fazia a agulha deste instrumento mover-se num sentido; e, quando retirado, no sentido contrário. Ao final, um dos presentes se aproximou e comentou: “Senhor Faraday, o comportamento da bobina e do magneto foi interessante, mas qual sua possível utilidade?” Faraday respondeu-lhe, educadamente: “*Senhor, qual a utilidade de um recém-nascido?*” Ocorre que destas experiências resultaram os geradores elétricos que, meio século depois, começariam a produzir eletricidade farta e barata (Hygino, 1990).



Mas não são somente estas velhas dúvidas quanto à utilidade dos conteúdos ensinados que imobilizam a escola do nosso tempo. Alguns outros fatores para isso contribuem. Há alguns anos, Happer (1996) analisando os males que acometem o sistema educacional, afirmou:

*“A escola hoje é um mundo à parte, fechado e protegido, separado da vida. Um mundo de ritos imutáveis, de silêncio e imobilidade, onde os papéis de cada um estão previamente determinados – o aluno cala, obedece, é julgado; o professor sabe, ordena, decide, julga, anota, pune – cujo percurso é uma corrida de obstáculos. Um mundo de conteúdos estranhos, atomizados, compartimentados e rigidamente hierarquizados, que não têm qualquer significação nem qualquer utilidade imediata para os alunos”.*

Este é, em rápidas pinceladas, o contexto com que nos deparamos quando a questão é o ensino de Física. Talvez em função disto, verifica-se que muitos estudantes ao concluírem o ensino médio não se lembram de quase nada que estudaram nos anos anteriores, mostrando que há um grande abismo entre o que o professor ensina e o que o aluno aprende (CARVALHO, 2006).

Como reverter esse quadro, ou seja, como tornar interessante a Física a ponto de alimentar a curiosidade do aluno em querer estudá-la?

Acreditamos que a resposta a essa indagação passa por uma intervenção didática que altere a forma como são transmitidos os conteúdos, que aguace a curiosidade do aluno quanto ao fenômeno observado, tornando-o questionador, participante e reflexivo.

Nessa linha de raciocínio, Carvalho (2006) complementa: “o aluno deve de alguma maneira ver algo de estimulante nas aulas de ciências e compreendê-las como uma forma diferente de falar e pensar sobre o mundo que o cerca”. Portanto, a ciência é muito mais do que os conteúdos ensinados nas teorias, ela deve ser entendida como uma cultura que possui suas próprias regras, valores e linguagem, cultura essa, que tem a obrigação de ser introduzida aos alunos pela escola.

Por esse motivo, o desafio da escola deve ser como transmitir a ciência promovendo a enculturação<sup>1</sup> científica e fazendo com que os estudantes gostem, entendam e valorizem o conhecimento científico transmitido. Nesse contexto, Carvalho (2006) destaca que é importante a elaboração de currículos e projetos em ensino de ciências, que devem ser estruturados de modo a possibilitar o engajamento reflexivo dos estudantes em assuntos científicos que sejam do seu interesse e preocupação.

---

<sup>1</sup> Enculturação é o processo através do qual uma pessoa aprende as exigências da cultura na qual ela está inserida, e adquire valores e comportamentos que são tidos como apropriados ou necessários naquela cultura (fonte: CARVALHO, 2006).

Pelo que foi até aqui exposto, ao refletir sobre o processo ensino-aprendizagem, especificamente no que se refere ao ensino de Física, deve-se ter em mente que para promover em nossos alunos uma aprendizagem significativa, precisamos fazer mais do que substituir as idéias prévias por teorias mais consistentes. Precisamos, ao mesmo tempo, despertar neles o interesse pelo conteúdo de ciências que será ensinado, dando significado ao que lhes é ensinado.

Com esse propósito, abraçamos o desafio de elaborar um projeto didático que melhore a relação ensino-aprendizagem para alunos inseridos no Ensino Médio regular; nesse sentido, buscamos desenvolver uma atividade didática motivadora, que leve o aluno a valorizar o tema trabalhado, e que dê significado ao conteúdo. Isso só será possível se houver relação entre os fenômenos que estudam e o universo que o aluno vivencia. Além disso, temos também por objetivo explorar um diálogo constante entre o professor, o aluno e o conhecimento, buscando dar ao aluno uma formação ampla nas competências relativas ao currículo de Física.

A atividade que desenvolvemos, de caráter investigativo, foge da metodologia das aulas tradicionais, buscando motivar nossos alunos a construir seu conhecimento de forma significativa. A prática da sala de aula, assim elaborada, passa a apresentar uma nova concepção de ensino, na qual sempre que possível introduzimos a experimentação como parte da aula. As questões abertas levantadas na experimentação permitem a reflexão e o debate, buscando gerar atitudes nos estudantes que os tornem cidadãos mais partícipes e reflexivos.

Esta dissertação é o registro das etapas necessárias para validar a aplicação didática do projeto proposto no parágrafo anterior. Assim, como o leitor já deve ter tomado ciência, na introdução apresentamos a nossa motivação e nossos objetivos.

O projeto didático proposto, é para ser desenvolvido em um bimestre, por isso, para priorizar uma abordagem contextualizada, foi necessária a reestruturação do conteúdo. Por conseguinte, sentimos a necessidade de embasamento teórico para a elaboração de um currículo que atenda as demandas da nossa proposta didática. Por isso, no segundo capítulo apresentamos uma discussão sobre o currículo de ciências, a qual nos traz reflexões sobre a importância dos conteúdos atitudinais.

Buscando entender como o conhecimento, que elaboramos no currículo, se estabelece na mente dos nossos alunos, no terceiro capítulo, fizemos uma revisão bibliográfica sobre a Teoria do conhecimento.

O quarto capítulo contém uma breve introdução da metodologia que pretendemos desenvolver. Enquanto, o conteúdo e os procedimentos para conduzir cada experimentação

estão descritos nos capítulos 5 e 6, sempre acompanhados de comentários embasados na literatura especializada.

No capítulo 7, apresentamos o contexto em que se realizou a pesquisa e uma breve revisão bibliográfica sobre a metodologia da pesquisa empregada para dar cientificidade à nossa intervenção didática. Além disso, apresentamos os dados extraídos das diversas fontes que exploramos e uma discussão dos resultados preliminares obtidos da aplicação do nosso projeto.

## 2. O CURRÍCULO DE CIÊNCIAS

Segundo Pozo e Crespo (2009), a verdadeira motivação pela ciência é descobrir o interesse, o valor de aproximar-se do mundo, indagando sobre sua estrutura e natureza, descobrir o interesse de fazer-se perguntas e procurar as próprias respostas. Neste caso, o valor de aprender é intrínseco àquilo que se aprende, e não alheio a isso.

Assim, a motivação intrínseca surgiria quando o que leva o aluno a esforçar-se é compreender o que estuda, dar-lhe significado.

Quando o que motiva o aprendizado é o desejo de aprender, seus efeitos sobre os resultados obtidos parecem ser mais sólidos e consistentes do que quando a aprendizagem é impulsionada por motivos extrínsecos.

Ainda segundo Pozo e Crespo (2009), a motivação intrínseca requer que o aluno sinta uma ampla margem de autonomia em seu aprendizado e na definição de suas metas, e que sinta que faz parte de uma comunidade de aprendizagem, na qual outras pessoas compartilham e interiorizam os mesmos valores.

*Os motivos intrínsecos estão tipicamente mais vinculados com um aprendizado construtivo, à procura do significado e do sentido daquilo que fazemos (NOVAK e GOWIN, 1984).*

Mas como fomentar este interesse intrínseco nos alunos do ensino médio? Para Claxton (1994) “motivar é mudar as prioridades de uma pessoa”, seria então, questão de partir dos interesses e preferências dos alunos para gerar outros novos. Deste modo, o ensino deve a partir dos interesses dos alunos, buscar a conexão com seu mundo cotidiano com a finalidade de transcendê-lo, de ir além, e introduzi-los, quase sem que eles percebam, na tarefa científica.

Torna-se, portanto, necessário projetar um ensino que gere essas atitudes e os motivos. Diversos autores (Alonso Tapia, Huertas et al., apud Pozo e Crespo, 2009) destacam que essas estratégias didáticas de motivação devem estar baseadas na identificação de centros de interesse, no trabalho cooperativo, na autonomia e na participação ativa dos alunos, envolvendo mudanças substanciais na própria organização das atividades escolares, mostrando que a motivação não é algo que está ou não está no aluno, mas que é resultado da interação social na sala de aula.

Ainda segundo os autores, outras formas de melhorar a motivação são aumentar a expectativa de êxito dos alunos nas tarefas, uma avaliação que ajude o aluno a compreender o porquê de não aprender, quais são suas dificuldades de aprendizagem e que o ajude a

controlar seu próprio aprendizado será um fator essencial de sua motivação. Ao invés de uma nota sem comentários, é importante que a avaliação tenha um valor informativo e reflexivo, de modo que o aluno atribua seus fracassos a fatores modificáveis, que ele possa controlar (a estratégia de estudo, o esforço realizado, seus conhecimentos etc), e não a fatores incontroláveis ou alheios a si próprio (a sorte, a dificuldade da disciplina, sua capacidade intelectual, etc.).

Desse modo, podemos declarar que *a motivação não apenas é causa, mas também consequência da aprendizagem. Sem aprendizagem também não há motivação* (grifo nosso).

Se quisermos ajudar os alunos não só a aprender e fazer ciência, mas a compreender o que estão fazendo e aprendendo, se queremos transferir para eles este controle e esse conhecimento, será necessário que nós mesmos compreendamos melhor quais habilidades e competências são requeridas para fazer ciência e aprendê-la; em resumo, que tenhamos uma idéia mais precisa de qual é a estrutura do currículo de ciências que necessitamos para desenvolver a aprendizagem significativa em Física.

Com esse propósito, se faz necessário investigar quais são as metas estabelecidas pelos currículos oficiais para a educação em ciências. Segundo Borges (2002), as metas que mais comumente expressam aquilo que os estudantes devem aprender são:

- 1) adquirir conhecimento científico;
- 2) aprender os processos e métodos das ciências;
- 3) compreender as aplicações da ciência, especialmente as relações entre ciência e sociedade, e ciência-tecnologia-sociedade.

Portanto, de acordo com Borges (2002), as metas para o ensino de ciências, reconhecidas como legítimas pelos professores, deveriam permitir aos alunos compreender os métodos utilizados pelos cientistas para a produção de novos conhecimentos e entender a ciência como uma das forças transformadoras do mundo. Essa última meta está em consonância com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio, que propõe:

“(...) o ensino de ciências deve propiciar ao educando compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade” (BRASIL, 1999).

Com um olhar menos local, temos Jiménez et al. (1997; apud Pozo e Crespo, 2009) que estabelecem cinco metas ou finalidades que devem ser desenvolvidas pelo currículo de ciências:

- a) A aprendizagem de conceitos e a construção de modelos;
- b) O desenvolvimento de habilidades cognitivas e de raciocínio científico;

- c) O desenvolvimento de habilidades experimentais e de resolução de problemas;
- d) O desenvolvimento de atitudes e valores;
- e) A construção de uma imagem da ciência.

Ao traduzir essas metas em conteúdos concretos do ensino de ciência, por meio dos quais seriam desenvolvidas nos alunos as capacidades correspondentes a essas finalidades, na análise de Pozo e Crespo (2009), encontraríamos assim três tipos de conteúdos, que correspondem aos três tipos de dificuldades de aprendizagem.

**Tabela 1** – Conteúdos curriculares

Tipos de conteúdos	Mais específicos		Mais gerais
Conceituais	Fatos/dados	conceitos	Princípios
Procedimentais	Técnicas		Estratégias
Atitudinais	Atitudes	normas	Valores

A aprendizagem de conceitos e a construção de modelos vão requerer a superação das dificuldades de compreensão e envolve trabalhar os conteúdos conceituais.

O desenvolvimento de habilidades cognitivas, de raciocínio científico, de habilidades e de resolução de problemas vai requerer que os conteúdos procedimentais ocupem um lugar relevante no ensino de ciências, e teriam como objetivo maior tornar os alunos partícipes dos próprios processos de construção e apropriação do conhecimento científico, o que envolve, também, superar limitações específicas no aprendizado tanto de técnicas ou destrezas como, principalmente, de estratégias de pensamento e aprendizagem.

Por sua vez, o desenvolvimento de atitudes e valores, de acordo com Pozo e Crespo (2009), vai exigir que os conteúdos atitudinais sejam reconhecidos explicitamente como uma parte constitutiva do ensino das ciências, e deve promover não apenas atitudes ou condutas específicas, mas também normas que regulem essas condutas.

A finalidade de promover uma imagem da ciência é, de certa maneira, transversal a todas as anteriores e deve ser desenvolvido por meio de todos os conteúdos mencionados, ajudando os alunos não só a identificar as características do conhecimento científico, mas principalmente, a diferenciar e valorar esse saber em comparação com outros tipos de discurso e de conhecimento social. Por isso, construir uma imagem da ciência requer não apenas conhecer os fatos, conceitos e princípios que caracterizam a ciência, ou a forma como o discurso científico analisa, estuda e interroga a realidade, mas também adotar uma determinada atitude nessa aproximação e adotar certos valores em sua análise.

Neste ponto os autores nos levam a uma confrontação entre a ênfase que se tem dado no desenvolvimento das habilidades, em detrimento da atitude.

De fato, habitualmente, nos currículos de ciências, a partir dos anos finais do ensino fundamental e do ensino médio a formação em atitudes praticamente não tem relevância se comparada com o treinamento em habilidades ou, principalmente, com o ensino de conteúdos conceituais. Tanto assim que, o que geralmente se avalia é o conhecimento conceitual e, em menor medida, o procedimental, mas as atitudes dos alunos praticamente não são levadas em conta, talvez porque se encaixam mal; ou melhor, não se encaixam na tradicional forma de avaliação, a prova.

Isso é congruente com as metas tradicionais, basicamente seletivas, da educação científica, que é dirigida à transmissão de conhecimentos conceituais, deixando relegados outros aspectos formativos mais gerais.

As atitudes praticamente não têm sido objeto de ensino explícito; e, contudo, as atitudes dos alunos, sua forma de se comportar na sala de aula, seus valores, são alguns dos elementos que mais incomodam os professores, um dos sinais mais evidentes e incômodos da crise que se verifica na educação.

Por estes motivos, Pozo e Crespo (2009) enfatizam que as atitudes constituem uma das principais dificuldades para o ensino e o aprendizado das ciências.

Quando se pergunta a professores de ciências pelos problemas que mais os inquietam em seu trabalho docente, raramente citam como primeira preocupação que os alunos não consigam diferenciar entre peso e massa, por exemplo, ou que não sejam capazes de fazer cálculos proporcionais; o que geralmente mencionam é a falta de fé na educação dos alunos, o pouco valor que concedem ao conhecimento e, sobretudo, a falta de interesse pela ciência e pela aprendizagem.

O objetivo da educação em atitudes deve ser, como nos outros conteúdos, promover mudanças o mais estáveis e gerais possíveis, seu sucesso vai requerer a concretização desses propósitos (como promover cooperação, interesse pela ciência, curiosidade e espírito de indagação, rigor e precisão, atitude crítica e reflexiva, etc).

Os conteúdos atitudinais se diferenciam em três componentes: as atitudes, propriamente ditas, (componente comportamental) referem-se a regras ou padrões de conduta, disposição para comportar-se de modo consistente. O conhecimento das normas (componente cognitivo) estaria constituído pelas idéias ou crenças sobre como é preciso comportar-se. E, finalmente, os valores (ou dimensão afetiva) seriam referidos ao grau em que foram interiorizados ou assumidos os princípios que regem o funcionamento dessas normas (POZO e CRESPO, 2009).

Tradicionalmente, o ensino de ciências tenta promover nos alunos uma atitude científica, ou seja, tem tentado que eles adotem, como forma de aproximar-se dos problemas, os métodos de indagação e experimentação normalmente atribuídos à ciência. Essa atitude de indagação e curiosidade já existe naturalmente nas crianças, desde que elas são muito pequenas e, portanto, tudo o que é preciso fazer é mantê-la viva e enriquecê-la com o ensino de métodos adequados de aproximação à realidade.

Assim, vemos que a motivação pode, também, ser entendida como um processo de mudança de atitudes.

Para Pozo e Crespo (2009), uma das formas mais diretas de fazer com que aumente o interesse dos alunos pelo aprendizado da ciência é conseguir que aprendam mais nas aulas de ciências, para isso, também é necessário considerar as dificuldades específicas colocadas pelo aprendizado de procedimentos e de conceitos científicos.

O conhecimento científico, tal como é ensinado nas salas de aula, continua sendo sobretudo um conhecimento conceitual. Não em vão o verbo que melhor define o que os professores fazem durante a aula continua sendo o verbo explicar, e os que definem o que fazem os alunos são, no melhor dos casos, escutar e copiar (POZO e CRESPO, 2009).

Ainda, segundo os autores, boa parte do ensino de ciência, especialmente no que se refere à Física, esteve dedicado a treinar os alunos em algoritmos e técnicas de quantificação; geralmente esses conteúdos foram tratados como se fossem mais um conteúdo conceitual, no qual a questão fundamental continua sendo explicar aos alunos o que devem fazer e não proporcionar a eles uma ajuda específica para que aprendam a fazê-lo.

Em uma sociedade em que os conhecimentos e as demandas formativas mudam com tanta rapidez, é essencial que os futuros cidadãos sejam aprendizes eficazes e flexíveis, que contem com procedimentos e capacidades de aprendizagem que lhes permitam adaptar-se a essas novas demandas.

Por isso, as novas necessidades formativas geradas pela sociedade da informação, fazem com que aprender a aprender seja, em nível global, uma das metas essenciais da educação, devendo ser desenvolvida em todas as áreas e níveis.

O conhecimento procedimental (saber fazer) tem, do ponto de vista psicológico, uma natureza diferente daquela do conhecimento declarativo ou verbal (saber dizer). A moderna psicologia cognitiva da aprendizagem mostrou que são, na verdade, dois tipos de conhecimento, adquiridos por meio de processos diferentes e, até certo ponto, independentes (POZO, 1989, 1996a; apud POZO e CRESPO, 2009). A idéia básica dessa distinção é que as pessoas dispõem de duas formas diferentes, e nem sempre relacionadas, de conhecer o



mundo. Essa distinção apresentada pelos autores permite dar um significado psicológico preciso a divergência entre o que podemos dizer e o que podemos fazer:

O conhecimento declarativo é facilmente verbalizado, pode ser adquirido por exposição verbal e geralmente é consciente. Por outro lado, nem sempre somos capazes de verbalizar o conhecimento procedimental, ele é adquirido mais eficazmente por meio da ação e às vezes ocorre de maneira automática, sem que sejamos conscientes dele.

Para Coll e Valls (1992, apud POZO e CRESPO, 2009), os procedimentos são entendidos nos novos currículos como seqüências de ações dirigidas a atingir uma meta.

Os diferentes tipos de procedimentos podem ser situados ao longo de um “continuum” de generalidade e complexidade que iria das simples técnicas e destrezas até as estratégias de aprendizagem e raciocínio. Enquanto a técnica seria uma rotina automatizada devido à prática repetida, as estratégias envolvem um planejamento e uma tomada de decisão sobre os passos que serão seguidos. As estratégias seriam compostas, portanto, de técnicas e envolveriam usá-las deliberadamente em função dos objetivos da tarefa (POZO e CRESPO, 2009).

A execução de uma estratégia (por exemplo, formular e comprovar uma hipótese sobre a influência da resistência elétrica oferecida pelo material condutor na intensidade da corrente elétrica que flui num circuito elétrico puramente resistivo) requer dominar técnicas mais simples (de isolar variáveis, dominar os instrumentos para medir a intensidade da corrente elétrica, a d.d.p. e a resistência elétrica, ou registrar e declarar por escrito o que foi observado). De fato, o uso eficaz de uma estratégia depende, em grande medida, do domínio das técnicas que dela fazem parte. Por isso, o ensino de estratégias não só não é contraposto a um bom domínio de técnicas ou rotinas automatizadas pelos alunos senão que, pelo contrário, deve apoiar-se nisso (Ibidem), de modo que, o domínio estratégico de uma tarefa vai exigir que previamente haja um domínio técnico, sem o qual a estratégia não será possível.

Pozo e Crespo (2009) estabelecem um paralelismo entre o tipo de procedimento utilizado pelo aluno (técnica ou estratégia) e o tipo de tarefa escolar que enfrenta (exercício ou problema). Em outras palavras, as técnicas serviriam para enfrentar exercícios, tarefas rotineiras sempre iguais (uma vez explicada a regra de três, resolver dez problemas aplicando o conhecimento adquirido), as estratégias seriam necessárias para resolver problemas, se entendemos por problema uma situação relativamente aberta em que sabemos onde estamos e onde queremos ir, mas não exatamente como chegar lá.

Por exemplo, calcular a área de um polígono a partir de uma fórmula é um exercício, calculá-la sem a fórmula é um problema.

O conhecimento procedimental é mais difícil de avaliar do que o conhecimento conceitual, uma vez que sempre se domina gradualmente e, portanto, é mais difícil discriminar entre os diferentes níveis de domínio alcançado.

De início seguimos estritamente os passos estabelecidos nas instruções, e somente quando dominamos bem a técnica estamos em condições de inventar soluções próprias para os problemas que encontramos ou mesmo para aqueles que nós mesmos vamos criando (Ibidem, p.55).

Alguns trabalhos (MONEREO et al., 1994; POZO, 1996; apud POZO e CRESPO, 2009) destacam que o aprendizado de estratégias requer transferir o controle das tarefas para os alunos, modificando notavelmente a função didática do professor.

Em poucos casos aparece tão claramente, como no treinamento em estratégias, a idéia de que a função última de todo professor – e seu verdadeiro sucesso educacional – consiste em tornar-se cada vez mais desnecessário, porque o aluno vai conseguindo fazer sozinho o que antes somente conseguia fazer com ajuda do professor (POZO e CRESPO, 2009).

“Se a intenção é que os alunos se apropriem do conhecimento científico e desenvolvam uma autonomia no pensar e no agir, é importante conceber a relação de ensino e aprendizagem como uma relação entre sujeitos, em que cada um, a seu modo e com determinado papel, está envolvido na construção de uma compreensão dos fenômenos naturais e suas transformações, na formação de atitudes e valores humanos. Dizer que o aluno é sujeito de sua aprendizagem significa afirmar que é dele o movimento de ressignificar o mundo, isto é, de construir explicações norteadas pelo conhecimento científico” (BRASIL, 2000).

Por tudo isso, hoje em dia o ensino de ciências precisa ter como objetivos prioritários a prática de ajudar os alunos a aprender e a fazer ciência, ou, em outras palavras, ensinar aos alunos procedimentos para a aprendizagem de ciências. Desse modo, tanto a definição social de professores e alunos quanto sua atividade profissional estão mudando, e com essas mudanças o que é preciso fazer nas aulas torna-se mais complicado.

Com essa perspectiva torna-se relevante que se reflita sobre o papel do professor no ensino de Ciências na educação básica, pois *“ao professor cabe selecionar, organizar e problematizar conteúdos de modo a promover um avanço no desenvolvimento intelectual do aluno, na sua construção como ser social”* (BRASIL, 2000).

Cabe também ao professor ter consciência da liberdade para a elaboração do currículo, no sentido de ser uma construção coletiva e permanente e que implica a co-responsabilidade de todos os membros da comunidade escolar, os quais têm, então, a oportunidade de escolher os conteúdos e elaborar projetos que privilegiem os valores e atitudes fundamentais na formação de pessoas educadas, que Zoller (1993) define como sendo pessoas que tenham:

- Capacidade de formular perguntas usando habilidades de raciocínio e pensamento crítico, sabendo resolver problemas e tomar decisões, habilidades necessárias para o estudo de disciplinas e também para as situações cotidianas com características interdisciplinares;
- O conhecimento básico importante para estas situações;
- A habilidade de selecionar e aplicar informações relevantes e habilidades que levem a atitudes reflexivas e responsáveis;
- Motivação e autoconfiança para agir sensatamente e com responsabilidade.

Mendes et al. (2012) validam o que os professores todos já sabemos, nas escolas públicas brasileiras os recursos didáticos mais comuns para o ensino de ciências são aulas expositivas, “lousa e giz”. Simulação computacional e atividades experimentais, na maioria das escolas, são raras. Os autores também destacam que *“esse tipo de ensino baseado em aulas expositivas pode, entre outras coisas não desejáveis, gerar desinteresse em aprender ciências”*. Como consequência disso, o nível de aprendizagem é baixo e a taxa de repetência elevada.

A partir do que foi até aqui exposto, formulamos o pressuposto de que se contextualizarmos o ensino de ciências, mais especificamente, o ensino de eletricidade, não tratando a ciência como algo isolado ao cotidiano, obteremos dos nossos alunos uma aprendizagem significativa em Física, no tópico abordado.

Abraçamos o desafio de elaborar um projeto que permita um ensino de qualidade para os alunos do Ensino Médio regular. Com este trabalho esperamos dar alguma contribuição à realização de uma aprendizagem significativa em alguns tópicos de eletricidade contidos no currículo oficial do Ensino Médio, com esse propósito acreditamos que usar o sistema elétrico de um automóvel para ilustrar o conceito de circuito elétrico e os fenômenos correlatos pode funcionar muito bem.

Tendo como diretriz a realização de uma aprendizagem significativa, procuramos valorizar o processo da cognição através do qual o universo de significados do indivíduo tem origem. Segundo Moreira (1993), a construção cognitiva se dá pela organização, relacionamento e hierarquização da informação recebida. Dessa forma, a nova informação adquire significados para o aprendiz por interação com alguma informação relevante já existente na estrutura cognitiva do aprendiz com certo grau de estabilidade, clareza e diferenciação. Mas se deve observar que a interação não é com qualquer conhecimento

prévio, e sim com um conhecimento especificamente relevante para a nova aprendizagem. Assim, a idéia central é a de que, o fator isolado mais importante na aprendizagem é o conhecimento prévio do aluno.

Vale ressaltar que esse complexo organizado de conceitos e idéias não é uma estrutura estática nem arbitrária. À medida que ocorre a aprendizagem significativa, a estrutura cognitiva está constantemente se modificando. Está aí a construção. É uma construção que o aprendiz faz, porque é ele que atribui significados aos objetos e eventos; é ele que estabelece relações significativas entre conceitos, idéias e proposições. É o aprendiz que constrói e organiza seus subsunçores<sup>2</sup>.

Além disto, a construção do conhecimento se dá através de conceitos, idéias, proposições e suas inter-relações, não precisando obrigatoriamente passar pela descoberta do conhecimento.

A prática pedagógica diária pouco tem levado em conta a reflexão crítica sobre o que vem a ser o conhecimento (LUCKESI, 2011). Portanto, para conduzir de maneira eficiente a prática pedagógica, precisamos compreender o que é conhecimento.

---

<sup>2</sup> Subsunçores: Um subsunçor é um conceito, uma idéia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva do aprendiz que serve de 'ancoradouro' a uma nova informação, permitindo ao indivíduo atribuir-lhe significado (fonte: PEDUZZI, 1992).

### 3. TEORIA DO CONHECIMENTO

Na prática docente, muitas vezes se exercita o ensino sem se perguntar o que é o conhecimento, seu sentido, seu significado. Para um exercício satisfatório do ensino, é importante possuir uma teoria do conhecimento, a qual Luckesi (2011) traduz como sendo o entendimento do que vem a ser o conhecimento, seu processo, seu modo de ser, de tal forma que tenhamos a possibilidade de utilizá-lo da melhor maneira possível em nossas atividades docentes.

No século XVII, o filósofo inglês John Locke argumentou que a mente seria, um "quadro em branco" sobre o qual é gravado o conhecimento, cuja base é a sensação, ou seja, todo o processo do conhecer, do saber e do agir é aprendido pela experiência, pela tentativa e erro.

O cenário que Kant encontrou da epistemologia no século XVIII era bastante controverso. De um lado o racionalismo, Leibniz e Wolf, se opondo ao empirismo de David Hume; e, em meio a estas correntes filosóficas, a física de Newton que mostrava a potencialidade da junção do empirismo com o racionalismo.

O Racionalismo acreditava ser possível conhecimento universal e necessário contando tão somente com o uso da razão, não necessitando de experimentos. Já os empiristas limitavam o conhecimento aos domínios da experiência, com isso não conseguiam estabelecer o valor universal e necessário das leis científicas, e se os racionalistas chegavam ao dogmatismo, os empiristas caíam no ceticismo (CAMARGOS, 2009).

A filosofia de Kant, formulada na sua principal obra, a "Crítica da Razão Pura", torna-se uma teoria do conhecimento por ter como objetivo a determinação de princípios que governam o entendimento humano e os limites de sua aplicação. Com esse propósito ele passa em revista as duas principais correntes filosóficas de seu tempo, o racionalismo e o empirismo, a fim de determinar na construção do conhecimento quanto deve ser consignado aos fatores estritamente racionais, e quanto aos fatores resultantes da experiência.

O empirismo é caracterizado pelo conhecimento científico, quando a sabedoria (idéias) é adquirida por percepções. O empirismo relaciona percepções concretas, representações gerais e conceitos, como no seguinte exemplo: A criança vê/vive a experiência concretamente (Ex: o calor do fogo); constrói uma representação mental (vê o fogo e sabe que queima); elabora um conceito (o fogo é quente e queima).

Mas se é verdade que os conhecimentos derivam da experiência, alguns há, no entanto, que não têm essa origem exclusiva, pois poderemos admitir que o nosso conhecimento

empírico seja um composto daquilo que recebemos das impressões e daquilo que a nossa faculdade cognoscitiva lhe adiciona (estimulada somente pelas impressões dos sentidos) (KANT, 1996).

Surge desse modo uma questão que não se pode resolver à primeira vista: será possível um conhecimento independente da experiência e das impressões dos sentidos?

A corrente filosófica do empirismo tende a negar a Metafísica, porque esta trata das possibilidades de intuição, do conhecimento para além das coisas apreendidas pelos sentidos, para além da experiência, e formula proposições às quais se chega pelo raciocínio, pela razão.

O *racionalismo* tem a razão como suprema fonte e teste do conhecimento, sustentando que a realidade, ela mesma, tem uma estrutura lógica inerente. Para o racionalismo existe uma classe de verdades que o intelecto pode intuir diretamente, além do alcance da percepção sensível.

A razão, por iluminar o real e perceber as conexões e relações que o constituem, é a capacidade de apreender ou de ver as coisas em suas articulações ou interdependência em que se encontram umas com as outras.

Cabe aqui esclarecer que o conhecimento obtido devido a fatores estritamente racionais, ou seja, sem apelo a experiência, são denominados “a priori”; distintos destes, temos o conhecimento “a posteriori”, que deriva da experiência.

No entanto, essa classificação não abrange todo o significado da questão proposta já que há conhecimentos que emergem indiretamente da experiência; portanto, não devem ser classificados como conhecimentos “a priori”.

Como exemplo de conhecimento que emerge indiretamente da experiência temos a seguinte proposição: *se alguém escava os alicerces de uma casa, “a priori” poderá esperar que ela desabe, sem precisar observar a experiência da sua queda, pois, praticamente, já sabe que todo corpo abandonado no ar sem sustentação cai ao impulso da gravidade.* Assim, pela classificação exposta acima, esse conhecimento é nitidamente empírico. Pois, embora não tenha sido realizada uma experiência para comprovar que a casa cai, induz-se o resultado a partir de experiências anteriores.

Consideraremos, portanto, conhecimento “a priori”, todo aquele que seja adquirido independente de qualquer experiência. Em oposição a esses, temos àqueles que só o são “a posteriori”, ou seja, obtidos por meio da experiência.

Kant achou que o velho racionalismo dogmático havia dado muita ênfase aos elementos *a priori* do conhecimento e que, por outro lado, a filosofia empírica de David Hume tinha ido muito longe quando reduziu todo conhecimento a elementos empíricos ou *a*

*posteriori*. Portanto, ele se propõe passar o conhecimento em revista em ordem a determinar quanto dele deve ser consignado aos fatores *a priori* ou estritamente racionais, e quanto aos fatores *a posteriori* resultantes da experiência.

Toda proposição ou juízo consiste num sujeito lógico do qual se diz algo, e um predicado, que é aquilo que se diz desse sujeito. Kant, como os filósofos aristotélicos, diferenciava modos de pensar, ou seja, as proposições ou juízos, em *analíticos* e *sintéticos*.

Os juízos *analíticos* são o resultado de se tomar parte do sujeito como predicado, sem referência imediata à experiência. Todos os juízos analíticos são *a priori*, porque a ligação, o nexos neles, é percebida sem apelo à experiência. Os juízos analíticos, dizem algo de que não se pode fugir de admitir, conclusão obrigatória, contra o que não se pode levantar uma contradição, como na afirmação: "A casa verde é casa". Por isso, os juízos analíticos são sempre verdadeiros, visto que não dizem mais como predicado que aquilo que já está no sujeito mesmo, são universais porque o que dizem é independente de tempo e lugar, e são necessários porque não podem ser de outro modo. São, pois, como dito anteriormente, *a priori*, não tem sua origem na experiência, razão pura. Conforme o exemplo, uma casa é uma casa, mesmo que não exista nenhuma casa no mundo.

A proposição analítica torna-se um juízo óbvio, tautológico. Como o juízo analítico fica dentro dos conceitos da mesma proposição, e nada avança além dos dados desses conceitos, o juízo analítico não faz avançar o conhecimento (KANT, 1996).

Os juízos *sintéticos*, diferentemente, são aqueles em que não se pode chegar à verdade por pura análise de suas proposições. Os juízos sintéticos, as proposições sintéticas, são resultado de se "juntar" (síntese) os fatos, ou dados, da experiência. Ainda de acordo com os aristotélicos, todos os juízos sintéticos são *a posteriori*, porque eles são dependentes da experiência.

Os juízos sintéticos são feitos com fundamento na experiência, na percepção sensível. Todas as proposições resultantes da experiência do mundo são sintéticas. Como, por exemplo, quando dizemos: "As ondas eletromagnéticas produzem em nós a sensação do calor e igualmente dilatam os corpos".

As proposições ou juízos sintéticos unem o conceito expresso pelo predicado ao conceito do sujeito, e nos informam alguma coisa de novo. Na proposição "A casa é verde", preciso ver a casa para confirmar que é, de fato, verde (No caso "A casa verde é verde", um juízo analítico, eu não precisaria da experiência para saber que a casa é verde porque isto já está expresso no próprio sujeito "casa verde").

A teoria kantiana é uma tentativa original e vigorosa de superar e sintetizar as duas correntes filosóficas fundamentais da modernidade: o racionalismo e o empirismo. Nela percebe-se o quanto o dado da experiência é extremamente importante, contudo, Kant não descarta a possibilidade racionalista, mas as une, as sintetiza. Junta os juízos sintéticos a posteriori do conhecimento empírico e os juízos analíticos a priori do conhecimento racionalista. Nasce, então, os juízos sintéticos a priori e o idealismo transcendental kantiano (COBRA, 2012).

Kant entendia que as verdades da experiência não eram menos verdade só porque derivavam da experiência. Elas eram *a posteriori* a primeira vez, mas de algum modo se tornavam *a priori* no sentido de que, independentemente de novas experiências, a razão já lhes dava um tratamento *a priori* como verdades; como na proposição: *Todo corpo abandonado no ar sem sustentação cai*.

Os juízos sintéticos são tomados como a base do conhecimento científico, o qual se baseia na observação. A generalização de fatos observados referentes a um fenômeno, que lhe dão sentido cronológico, lógico e causal se tornam leis que pretendem ser verdadeiras todo o tempo, e universais – porque o que dizem é independente de tempo e lugar. Portanto, tais juízos teriam que ser conhecimento *sintético a priori*, porque, uma vez suas leis estabelecidas pela observação, passam a ser universais e independentes da experiência.

Efetivamente, Newton havia demonstrado, na Física, a possibilidade de reduzir a fórmulas matematicamente exatas as leis fundamentais da natureza. A matemática fornece um brilhante exemplo do que poderíamos fazer independentemente da experiência, nos conhecimentos a priori (KANT, 1996). A ciência está, portanto, constituída por juízos *a priori* que são sintéticos, e não juízos analíticos (COBRA, 2012). Corrobora com essa conclusão a observação de Camargos (2009): “Kant descobriu os juízos sintéticos a priori foi na ciência newtoniana, a qual partindo da observação e experimentação chegava a verdades universais e necessárias”.

Na "Crítica da Razão Pura", Kant introduz um conceito novo na Metafísica: o de *intuição sensível*. A intuição sensível é a condição para que o ato do conhecimento se faça segundo juízos sintéticos que são também *a priori*, apesar de obtidos fora da análise conceitual própria da razão pura, uma vez que resultam da intuição exercida sobre a observação e a experiência, e somente poderiam ser particulares e momentâneos.

Abrindo na razão esse comportamento da intuição sensível, Kant fez importantes correções. A Metafísica deixou de considerar intuição de racionalidade apenas a intuição de causa e efeito, para validar as verdades de razão, e admitiu que existiam outras formas de



intuição que podiam garantir também verdades de razão. A correção indispensável é que era preciso admitir todas as formas de intuição racionais, não apenas a de relação de causa e efeito, mas também a de quantidade, a de qualidade, e a de modalidade, e por meio de todas elas, é claro, o espírito intuía verdades de razão.

Segundo Kant (apud COBRA, 2012) as análises de conceitos não irão produzir verdades além de puras tautologias, quando o que, de fato, conduz a um conhecimento novo são as verdades sintéticas, por via da *intuição sensível*.

O juízo causal é sintético, intuído da experiência e, por ser intuição, é também verdade de razão. Por isso gera conhecimento *a priori, necessário*, do mesmo modo que os conhecimentos a priori intuídos das proposições analíticas (COBRA, 2012). Por exemplo: *Uma criança vê uma bola sendo arremessada (causa) e olha na direção de quem atirou a bola (efeito)*. Como a criança liga um fato com o outro? Porque ela possui, a priori, a categoria de causalidade, que a permite conhecer. Desse modo, Kant (1996) assume que só podemos pensar as coisas em uma relação de causa e efeito porque a causalidade está no sujeito, não no mundo.

Por conseguinte, achamo-nos de posse de certos conhecimentos “a priori”, construídos sem apelo à experiência, razão pura. Segundo Kant (1996), não é só nos juízos, pois também nos conceitos encontramos uma origem “apriorística” de alguns.

Temos uma multiplicidade de sensações dos objetos do mundo, como cor, cheiro, calor, textura, etc. Essas sensações são o que podemos chamar de matéria do fenômeno, ou seja, o conteúdo da experiência. Mas para que todas estas impressões tenham algum sentido e entrem no campo do cognoscível (daquilo que se pode conhecer), elas precisam, em primeiro lugar, serem colocadas em formas a priori da intuição, que são o espaço e o tempo (SALATIEL, 2009).

Realmente, subtraindo do nosso conceito empírico de um corpo tudo quanto possui de empírico: a cor, a dureza, o peso, e a própria impenetrabilidade, e ficará o espaço que (ora vazio) ele ocupava e que não pode ser suprimido.

Estas formas puras da intuição, o espaço e o tempo, surgem antes de qualquer representação mental do objeto, já existem na estrutura da cognição humana. Antes que se possa pensar a palavra "cadeira", a cadeira deve ser apresentada, recebida, na forma a priori do espaço e do tempo. Este é o primeiro passo para que se possa conhecer algo.

Sem a intuição de tempo os dados, fornecidos pela sensibilidade, apareceriam ao entendimento sem a noção de "antes, agora e depois" nem mesmo pode-se dizer que

chegariam ao entendimento de maneira simultânea porque simultaneidade é um conceito que envolve a noção de tempo.

Sem a intuição de espaço os objetos seriam dados sem relação a nenhum referencial "longe, distante, etc." igualmente não poderiam ser apresentados todos "juntos", no "mesmo lugar" pois aí já está implícita a noção de espaço.

Portanto, podemos dizer que graças a intervenção das intuições puras de tempo e espaço há a classificação e ordenação das informações fornecidas pela sensibilidade; estes dados agora tornam-se passíveis de serem processados e organizados pelo entendimento (categorias: quantidade, qualidade, relação, modalidade), somente após este processo pode-se dizer que aparece o conhecimento (CAMARGOS, 2009). Esta é a primeira condição para o conhecimento (KANT, 1996).

A conclusão é de que é impossível conhecer os objetos externos sem ordená-los em uma forma espacial, e de que nossa percepção interna destes mesmos objetos fica impossível sem uma forma temporal. Além disso, vale destacar que espaço e tempo são propriedades subjetivas, isto é, atributos do sujeito e não da coisa-em-si.

Kant (1996) resume assim as duas principais fontes de conhecimento no sujeito<sup>3</sup>:

- A *sensibilidade*, por meio da qual os objetos são dados na *intuição*.
- O *entendimento*, por meio do qual os objetos são pensados nos *conceitos*.

Assim, devemos ter em mente que todos os conhecimentos, isto é, todas as representações conscientemente referidas a um objeto, são intuições ou conceitos.

Quando vejo uma árvore, esta árvore eu vejo em suas cores e formas, que são as sensações deste objeto. Estas sensações são recebidas e organizadas pela intuição no espaço e no tempo. Num segundo momento, depois de receber o objeto na intuição, pela faculdade do entendimento ele reunirá estas intuições em conceitos, como, por exemplo, "Árvore" ou "A árvore é verde". Esta é a segunda condição para o conhecimento.

O que ocorreu? Passamos da ignorância para o saber sobre o objeto e adquirimos algum entendimento, de tal forma que ele se tornou inteligível.

Chegamos, portanto, a uma síntese que Kant faz entre racionalismo e empirismo. Sem o conteúdo da experiência, dados na intuição, os pensamentos são vazios de mundo (racionalismo). Por outro lado, sem os conceitos, eles não têm nenhum sentido para nós

---

<sup>3</sup> Kant define sensibilidade como o modo receptivo - passivo - pelo qual somos afetados pelos objetos, e intuição, a maneira direta de nos referirmos aos objetos. A intuição é uma representação singular; conceito é uma representação universal ou representação refletida. O entendimento é o poder de reconduzir os fenômenos à unidade através das regras (Salatiel, 2009).

(empirismo) ou nas palavras de Kant: "Sem sensibilidade nenhum objeto nos seria dado, e sem entendimento nenhum seria pensado. Pensamentos sem conteúdo são vazios, intuições sem conceitos são cegas" (SALATIÉL, 2009).

Desse saber, devemos transpor para nossa prática pedagógica que a experimentação não atrelada à argumentação conceitual não é construtivista e dificilmente contribui para uma aprendizagem significativa em ciências.

Luckesi (2011), nos dá uma definição do que é conhecimento alinhada com a análise epistemológica que resulta da síntese entre racionalismo e empirismo, feita por Kant: "Conhecimento é a compreensão inteligível da realidade, que o sujeito humano adquire através de sua confrontação com essa mesma realidade". Ou seja, a realidade exterior adquire no interior do ser humano uma forma abstrata pensada, que lhe permite saber e dizer o que essa realidade é. Assim, a realidade, por meio do conhecimento, deixa de ser uma incógnita, uma coisa opaca, para se tornar algo compreendido, translúcido.

Pelo que foi até aqui exposto, podemos concluir que o currículo de Física, efetivamente trabalhado, no ensino médio, privilegia o conhecimento constituído por juízos sintéticos "a priori" de que trata Kant na "Crítica da Razão Pura".

Conhecendo as duas principais fontes de conhecimento no sujeito podemos analisar os conteúdos em termos dos juízos que os traduz, ou melhor, em termos das proposições que melhor traduzam sua essência. Um currículo estruturado dessa forma vai evidenciar os conteúdos cuja exposição didática deve privilegiar a transmissão via experimentação, e aqueles que devem ser trabalhados pela argumentação da razão.

Lembrando que os conceitos "a priori" são subjetivos, o processo didático conduzido nestes termos justifica e valida o emprego dos questionários de concepções espontâneas. Nesse sentido, Camargos (2009) levanta a seguinte questão:

Quero aqui tão somente questionar sobre uma possibilidade, que seria bem provável que as faculdades a priori (sensibilidade e entendimento) do homem caso fossem primeiramente conhecidas por ele mesmo e depois desenvolvidas mediante adequados treinamentos e exercícios poderiam ampliar sua capacidade de formular juízos e criar uma nova classe de conhecimento.

Um currículo embasado na teoria kantiana do conhecimento, pela adequação dos conteúdos à forma receptiva de nossas faculdades internas, pode mudar e melhorar a relação que temos com o modo de produzir o saber escolar.

Podemos observar na escola tradicional que é comum na prática escolar se distorcer o verdadeiro sentido do conhecimento como entendimento da realidade. Como bem alerta Luckesi (2011), conhecimento, na maior parte das vezes, significa para a escola transmissão e

retenção de pequenas “pílulas” de informação. Decoram-se essas porções de informação, e a realidade, em si, permanece obscura e não compreendida. Essa distorção dificulta o ensino e a aprendizagem; pois, o interesse de cada um de nós e de cada estudante é ter a possibilidade de compreender a realidade e o mundo que está à nossa volta, de uma forma mais ampla e significativa (Ibid., p.164).

Além disto, o conhecimento que quer ser verdadeiro deve ultrapassar as aparências e chegar a essência. Não basta ficar na primeira e primária impressão. Os fenômenos, por si, não manifestam veracidade (ibid., p.165). O essencial não se dá a primeira vista. Por isso, é preciso ser crítico em relação aos dados obtidos do objeto.

É preciso ter cuidado com esta questão do conhecimento, pois que dessa compreensão dependerá a forma de trabalhar com os alunos no processo de ensino-aprendizagem.

#### 4. METODOLOGIA

Nossa metodologia consiste em estruturar atividades que permitam ao aprendiz agir e pensar sobre o conteúdo ensinado e o mundo. Provendo conteúdos adequados à realidade onde está inserido, esperamos estabelecer funcionalidade ao saber escolar, aproximando a ciência do cotidiano, numa recaptura da instrumentabilidade do que é desenvolvido na sala de aula para o dia-a-dia do aluno.

Admitindo que o fator isolado mais importante na aprendizagem é o conhecimento prévio do aluno (MOREIRA, 1993), sugerimos os questionários de concepções espontâneas como um instrumento na avaliação diagnóstica que pretendemos desenvolver, com desdobramento ao longo do processo (avaliação formativa) e na auto-avaliação (avaliação formadora). (LUCKESI, 2003)

Reafirmando o que foi exposto acima, propomos que antes de iniciar as formulações quantitativas do conteúdo, seja trabalhado, sempre que possível, as questões conceituais, por meio de experimentos ou questionários de concepções espontâneas, baseados em conceitos físicos relevantes ao entendimento do novo conteúdo a ser ministrado; no nosso caso, conceitos relacionados a eletricidade.

Analisando as concepções fornecidas pelos alunos e o quanto elas diferem das concepções aceitas pela comunidade científica, o educador passa a ter um panorama geral da turma, da sua homogeneidade ou não. Pode ainda, e sempre que possível, analisar a evolução individual das concepções.

Vários trabalhos têm sido publicados salientando a importância do levantamento destas concepções no ensino e na aprendizagem, tendo em vista que algumas concepções são compartilhadas por um grande número de alunos, outras são resistentes à instrução, e em alguns casos, concepções errôneas, surgem como decorrência da instrução (GRAVINA, 1994). De posse desses dados, o professor deverá adaptar ou aprimorar o currículo, permitindo preparar estratégias de ensino que objetivem a ocorrência de uma mudança conceitual apropriada, visando à aprendizagem correta dos conceitos científicos relacionados com as concepções alternativas apresentadas pela turma.

Sugerimos ainda que, pelo menos mais um questionário, para levantamento das concepções atualizadas, seja aplicado ao longo do processo de ensino-aprendizagem do conteúdo desse projeto. O objetivo é verificar, examinando os alunos individualmente, se algumas concepções prévias se mantiveram, se novas concepções alternativas apareceram durante o período de desenvolvimento das aulas e estudos, ou finalmente, se o aluno adquiriu

de forma clara, estável e diferenciada os conceitos científicos abordados, e eliminou as concepções errôneas identificadas antes da instrução.

Ao longo desse trabalho foram introduzidos questionários para levantamento das Concepções Espontâneas dos tópicos abordados, podendo o professor aperfeiçoá-lo e/ou adaptá-lo a sua realidade e necessidade.

O conteúdo teórico desse projeto, sempre que possível, está contextualizado com a história da ciência, no intuito de mostrar que a ciência, uma construção humana, é fruto da evolução do pensamento humano, da reformulação de conceitos e do trabalho experimental associado à argumentação teórica. Não nos aprofundaremos na teoria por considerarmos que a mesma pode ser facilmente encontrada nos livros didáticos; limitaremos-nos, então, apenas a indicar as relações entre as grandezas envolvidas.

O ensino da teoria, como é aqui sugerido, deve preferencialmente ser combinado com atividades experimentais para que os estudantes também possam observar, manusear e acionar dispositivos. No contexto deste trabalho, tais dispositivos são representações simplificadas daqueles que se encontra em todos os tipos de automóveis.

O objetivo da metodologia é, na relação didática, oferecer aos alunos uma análise contextualizada dos circuitos elétricos e da lei do Ohm, o acesso a novas informações e a re-elaboração e recriação destes conhecimentos.

#### 4.1 AVALIAÇÃO

A avaliação do aprendizado dos alunos será feita de duas maneiras: através da resolução de exercícios e de atividades em grupo. Os exercícios propostos são basicamente conceituais e versam sobre conceitos intimamente ligados a experiência em questão. Eles devem ser aplicados logo após as experiências realizadas. Já nas atividades em grupo, serão realizadas pesquisas e as montagens dos experimentos.

O que se espera dos exercícios em grupo? À princípio, uma integração mais ampla entre os alunos; já que serão agrupados de acordo com o seu desempenho em tarefas anteriores, formando pares entre os de maior e os de menor aproveitamento. Desse modo, a cada nova avaliação é provável que ocorra um rodízio dos pares; assim, esta prática pode romper com a dicotomia do corpo de alunos, que gera os grupos de “bagunceiros” e de “estudiosos”. Os alunos de maior aproveitamento passam a atuar como monitores dos seus pares de menor aproveitamento, por sua vez, aqueles que apresentaram os menores

rendimentos, passam a ter a responsabilidade de, após a resolução dos exercícios, apresentarem os resultados ao resto da turma.

As montagens experimentais serão orientadas por um roteiro para o experimento, contendo o material detalhado, os procedimentos para a montagem e os fundamentos teóricos. A avaliação das montagens experimentais se dará pela análise dos relatórios.

Um relatório deve ser redigido de tal forma que alguém que não presenciou a experiência fique informado, ao lê-lo, do que foi feito, do que se obteve, das conclusões e das limitações da experiência. Desse modo, um relatório conterá:

a) Introdução, onde se diz a que se propõe a experiência. Por que realizá-la? Que conhecimentos, ou informações, a respeito do fenômeno, ou do sistema em estudo, pretendemos obter? Que questões basicamente estaremos tentando responder?

b) Exposição Teórica, onde se expõem os conhecimentos teóricos necessários à compreensão, tratamento e/ou análise da experiência e dos dados e resultados obtidos. Quais as definições utilizadas? Quais os conceitos envolvidos? Quais as leis, as relações entre grandezas que já se sabe de antemão serem obedecidas pelo sistema?

c) Descrição da aparelhagem, a ser utilizada;

d) Descrição da Montagem, do Método e do Procedimento a ser seguido;

e) Um relato de coisas relevantes que ocorreram no decorrer da experiência, de detalhes do procedimento prático, providências importantes que o grupo tomou, de eventuais observações à margem do procedimento;

f) Exposição dos dados colhidos, sob a forma de tabelas, gráficos, etc., convenientemente organizados de modo a facilitarem sua análise;

g) Análise Crítica dos Resultados, uma discussão em grupo.

Um bom relatório deve ser conciso. Não se deve gastar espaço com coisas irrelevantes; evitar considerações que nada têm a ver com a experiência realizada. Não copiar do livro de texto, ou do guia de experiência. O aluno não deve se sentir na obrigação de tecer comentários brilhantes ou atingir conclusões estrondosas.

A exigência da elaboração de um relatório relativo à montagem experimental realizada é uma metodologia didática em consonância com a prática do Ensino Experimental Reflexivo das Ciências (EERC) de que tratam Varela & Sá (2012). Esses autores, citando vários trabalhos (CATALÃ & VILÀ, 2002; ALEIXANDRE, 2003; MALONEY & SIMON, 2006), destacam a importância da linguagem oral na construção conjunta dos significados científicos, e explicitam o papel da linguagem escrita como instrumento de estimulação de competências

de pensamento reflexivo do aluno, integrando e potencializando de forma interdependente o desenvolvimento de processos cognitivos e a compreensão conceitual.

Para Bruer (1995; apud VARELA & SÁ, 2012), escrever implica pensar sobre o que é objeto da escrita, organizar as idéias, estabelecer relações entre elas, selecionar as melhores palavras e articulá-las adequadamente. Além do que, desenvolvendo-se num processo de fala interior do sujeito consigo mesmo, exige uma maior consciencialização das operações mentais que se executam (VYGOTSKY, 1987; *ibid.*).

Por isso, para Varela & Sá (2012), criar nos alunos o hábito regular de escrever, a propósito das atividades experimentais, é dar continuidade ao processo reflexivo e é promover no aluno o mais elevado grau de aprendizagem que está ao seu alcance.

Como exemplo da metodologia proposta desenvolveremos, em três capítulos, os conhecimentos básicos de eletricidade necessários a compreensão do funcionamento de alguns circuitos elétricos básicos que fazem parte de um automóvel.

Ao final de cada abordagem, quando possível, como parte da avaliação formativa, sugerimos propor um desafio à turma. Incentivando-os a desenvolver, em grupo, uma montagem experimental. De sorte que, o conhecimento científico adquirido seja aplicado à técnica, associando-se assim, ciência e tecnologia, aproximando o saber escolar e o mundo do trabalho.

Em contrapartida à montagem experimental, pode ser proposto que cada grupo, com base nos conceitos desenvolvidos, elabore um problema a ser resolvido por um outro grupo, a ser sorteado. O objetivo dessa tarefa é transferir para os alunos parte das atribuições que geralmente são delegadas ao professor; com isto, estaremos dando autonomia e transferindo responsabilidade aos alunos, tornando-os, por alguns instantes, ao mesmo tempo objeto e sujeito do processo ensino-aprendizagem.

Caso o grupo sorteado não consiga encontrar a solução do problema, ou pelo menos apresentar uma estratégia para a solução do mesmo, se fará necessário a intervenção do professor. O professor pode assumir para ele o desafio lançado, o que pode mexer com a auto-estima dos alunos que elaboraram o desafio.

Essas atividades, assim propostas, conferem particular importância aos contextos colaborativos de aprendizagem. Segundo Varela & Sá (2012), trata-se de promover espaços de mediação, negociação e regulação coletiva, entre os alunos e o professor, que propiciam a partilha e a defesa de idéias. Larkin (2006; apud VARELA & SÁ, 2012), defende que a discussão gerada pela exteriorização das idéias dos alunos, sob a influência conjunta dos seus pares e da ação do professor, possibilita a tomada de consciência sobre as suas próprias idéias



e as idéias dos outros da mesma turma, assim como estimula a necessidade de as reverem e/ou modificarem (VOLET et al., 2009; DOMINGUEZ & STIPCICH, 2009; ibidem).

Esta intensa atividade sociocognitiva é fator de estruturação e regulação do pensamento e da ação individual e conjunta dos alunos, fazendo-os repensar procedimentos e estratégias, reavaliar suas idéias e argumentos e consideração dos diferentes pontos de vista. Varela & Sá (2012) apontam vários trabalhos (IBÁÑEZ & ALEMANY, 2005; LARKIN, 2006; GEORGHIADES, 2006; GONZÁLEZ & ESCUDERO, 2007) que defendem que tudo isto induz nos alunos competências, metacognitivas e de autorregulação, que favorecem elevado grau de transferência das aprendizagens e a autonomia dos alunos. E concluem:

*De individuais e idiossincráticos, os significados explicitados, refletidos, contraditos e negociados dão origem a um menor número de significados, agora enriquecidos e partilhados por grande número de alunos.*

## 5. ABORDAGEM DA ELETRODINAMICA A PARTIR DA LUZ INTERNA DO AUTOMÓVEL.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN – para o Ensino Médio de Física, sustentam que noções e conceitos físicos “abstratos” sejam construídos “concretamente”, a partir de situações reais, sem necessidade de se recorrer a tradicionais definições dogmáticas. Nesse sentido, sugerem, por exemplo, que o aprendizado dos fenômenos elétricos deveria abordar, em seu início, a presença predominantemente em correntes elétricas (BRASIL, 1998)

### 5.1 INTRODUÇÃO



**Figura 5.1a** - O automóvel [<http://revistaautoesporte.globo.com/>]

Os automóveis possuem luzes que servem para indicar a direção que o condutor pretende seguir, denominadas de setas; luzes que indicam redução de velocidade e/ou necessidade de parada, luz do “stop” e do pisca-alerta, luzes para iluminação interna do veículo e luzes que auxiliam a visualização das vias por onde trafega o veículo (figura 5.1a), os faróis. Partindo das características técnicas do circuito para as luzes interna e externa (figura 5.1b) de um automóvel, abordaremos conceitos importantes na eletricidade para a compreensão dos circuitos elétricos resistivos, em série e em paralelo, e, além disso, da idéia de resistência equivalente e da Lei de Ohm.

Essa primeira abordagem é essencialmente qualitativa, damos ênfase à experimentação, sempre atrelada à argumentação conceitual, com a perspectiva de que o aluno a partir dessas experiências construa e organize seus subsunçores de forma que lhe permita, na etapa seguinte, a compreensão quantitativa de conceitos como o de resistência equivalente em circuitos série e paralelo, e da Lei de Ohm.

## 5.2 AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

Vamos explorar conceitos básicos de um dispositivo simples, como aquele que permite que a luz interna do automóvel acenda quando as portas forem abertas. A abordagem desse dispositivo nos levará a introduzir a idéia de circuitos elétricos. Ela também permitirá a introdução de conceitos e componentes básicos associados aos circuitos, como a fonte de força eletromotriz (f.e.m), os resistores, as chaves seccionadoras de circuitos; assim como apresentar a instrumentação básica necessária, voltímetro e amperímetro, e sua instalação em um circuito elétrico. Pode-se ainda mencionar a leitura de escalas e a simbologia em desenhos representativos de circuitos elétricos.

Para levantar estas concepções o professor levará, já montadas, as experiências que utilizará na sala de aula. Estas experiências estão ilustradas nas figuras 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 e 5.6 desse capítulo.

### 5.2.2 Levantamento das Concepções Prévias.

A introdução de conceitos abstratos deve partir da análise de situações concretas, de preferência ligadas à experiência cotidiana dos alunos. Desse modo, as montagens experimentais, aqui sugeridas, são circuitos simples utilizando lâmpadas ao invés de resistores; pois, o brilho das lâmpadas permite uma comparação direta com as concepções prévias dos alunos.

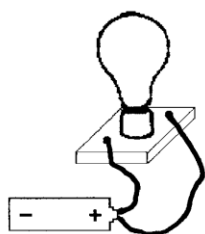
Os questionários foram elaborados com o intuito de confrontar as concepções prévias com as observações experimentais, de forma que aquelas que diferirem das experimentais, pela insatisfação com as concepções existentes, sejam descartadas. Levando a uma mudança conceitual na estrutura cognitiva dos estudantes, resultando na substituição das suas concepções alternativas pelas científicas.

Os questionamentos direcionam os estudantes à descoberta de diversos fenômenos como a da condição bipolar (d.d.p.) para se estabelecer um fluxo de portadores de carga e da relação entre resistência elétrica, voltagem e intensidade da corrente elétrica, de maneira geral. E, particularmente, deverá conduzir, ainda, a uma formalização qualitativa do comportamento desses mesmos parâmetros em circuito série e, em circuitos paralelos, conforme forem trabalhadas as questões abaixo. A idéia fundamental é que os alunos,

individualmente, tentem responder às perguntas antes da observação experimental. O professor poderá desenhar no quadro as experiências 5.2, 5.3a e 5.3b, ou simplesmente perguntar mostrando a experiência sem ligar o circuito à fonte de energia elétrica.

Para as situações mostradas nas figuras 5.2 e 5.3a, compare sua previsão com o que acontece quando ligar o interruptor.

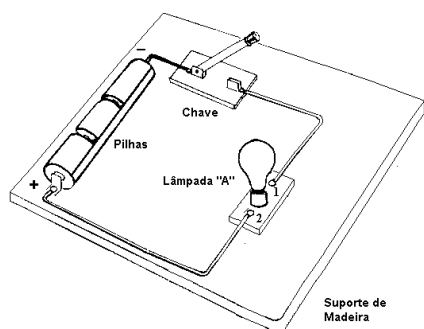
- a) A lâmpada ligada à fonte, conforme a figura 5.2, irá acender ou não? Justifique sua resposta.



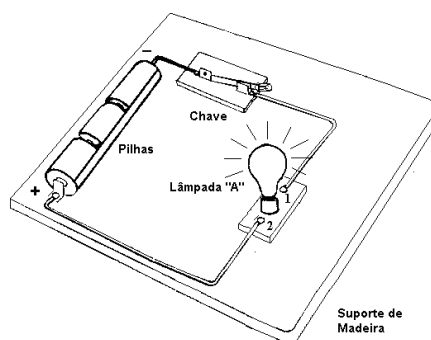
O aluno que der uma resposta afirmativa à questão acima acredita que basta ligar um elemento a um dos pólos da bateria para que o equipamento funcione – modelo unipolar. Gravina mostrou que embora não seja uma concepção alternativa comum ela aparece mesmo entre alunos que já cursaram eletricidade no ensino médio (Gravina, 1994).

**Figura 5.2** – modelo para concepção alternativa de circuito unipolar.

- b) Observe a montagem do circuito na figura 5.3a. Por que a lâmpada só acendeu quando foi fechada a chave interruptora? Veja a figura 5.3b.



**Figura 5.3a** - Circuito elétrico aberto

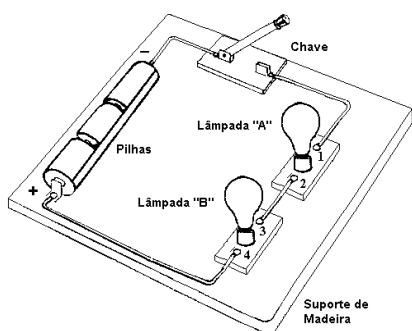


**Figura 5.3 b** – circuito elétrico fechado

No circuito da figura 5.4 faremos combinações com duas lâmpadas em série. Em todas as situações a previsão do aluno deve ser comparada ao que acontecer quando o interruptor for ligado. O educador só deve ligar o interruptor após os alunos terem respondido às questões c e d.

- c) Introduzida a lâmpada B, similar a lâmpada A. Responda, na sua concepção, a lâmpada B vai brilhar mais, menos ou com mesma intensidade que a lâmpada A? Por quê?

Nesta questão, a primeira alternativa pode ser escolhida por aqueles que encontram explicação numa concepção alternativa do tipo “a corrente elétrica é consumida no circuito”, não há conservação da carga; ou seja, a corrente elétrica é



consumida no circuito, diminuindo quando vai de B para A. Analogamente, a opção seguinte pode ser indicada por aqueles que possuem a mesma concepção, acrescida da suposição de que a corrente elétrica percorre o circuito no sentido contrário (de A para B).

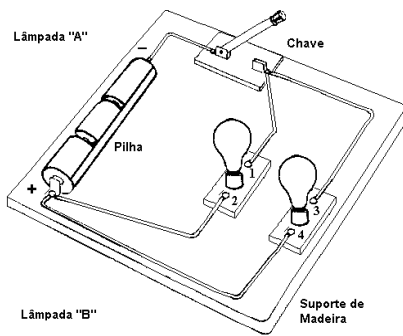
**Figura 5.4** – circuito com resistência elétrica em série.

- d) Introduzida a lâmpada B no circuito, responda: ocorrerá alteração no brilho da lâmpada A, comparado ao do circuito anterior? Por quê?

Aqui a observação do fenômeno deve direcionar o aluno à percepção de que a cada nova lâmpada introduzida, a energia fornecida a cada uma diminui. Preparando-os para a introdução do conceito físico de resistência elétrica.

- e) Desligue o interruptor, tire a lâmpada A do bocal. Antes de ligar diga, o que deve acontecer com o brilho da lâmpada B ao fechar o interruptor? Por quê?

Nosso objetivo é reforçar a idéia da necessidade de um caminho fechado para o fluxo de portadores de carga, conceito já despertado anteriormente. Além disto, oferecemos um elemento claro para a diferenciação entre um circuito série e um circuito paralelo.



**Figura 5.5** – Circuito com resistências elétricas em paralelo.

No circuito da figura 5.3b, inicialmente, temos apenas a lâmpada A; posteriormente, colocamos, em paralelo, uma outra lâmpada, B, idêntica à lâmpada A. Em todas as situações, os alunos devem comparar sua previsão com o que acontecer quando o interruptor for ligado.

- Acrescente a lâmpada B. Antes de ligar o interruptor pergunte: a lâmpada A, agora, vai brilhar mais, menos ou igual a quando estava sozinha?
- Desligue o interruptor, tire a lâmpada A do bocal. Antes de ligar pergunte: o que deve acontecer agora com o brilho da lâmpada B, ao fechar o interruptor?
- Pelo que você observou do comportamento dos circuitos série e paralelo, qual destes modelos você acredita que é o utilizado para fazer a instalação elétrica de sua casa?

As atividades de ensino devem ser preparadas a partir da avaliação das concepções prévias dos alunos. Estas atividades deverão ser baseadas no modelo de aprendizagem como mudança conceitual que estabelece condições de insatisfação com as concepções existentes bem como inteligibilidade, plausibilidade e utilidade da nova informação ou concepção. (GRAVINA, 1994).

Neste questionário foram levantadas questões como, a necessidade de uma diferença de potencial entre os extremos de um circuito elétrico para que os equipamentos elétricos funcionem, adoção do modelo bipolar, o princípio de conservação das cargas elétricas, resistência elétrica e noções básicas de circuitos elétricos, série e paralelo.

### 5.3 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Objetivos específicos: Transmitir o conceito físico de corrente elétrica e reforçar as noções básicas de circuitos e componentes de circuitos elétricos.

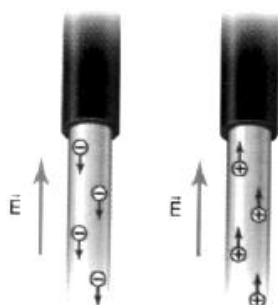
### 5.3.1 A Corrente Elétrica

A Corrente elétrica é um movimento ordenado de portadores de carga elétrica. O fio elétrico, por ser um material metálico, possui um grande número de elétrons livres. Esses elétrons livres estão em constante movimento, devido à agitação térmica; no entanto, o movimento é caótico e, por definição, não há corrente elétrica.

Quando é aplicada uma diferença de potencial a um fio metálico, os elétrons existentes nesse fio ficarão sob a ação de uma força elétrica devido à presença do campo elétrico; assim, os elétrons livres entrarão imediatamente em movimento.

O movimento caótico dos elétrons continua a existir, mas a ele se sobrepõe um movimento ordenado, de tal forma que em média, os elétrons livres do fio passam a se deslocar ao longo deste.

Portanto, o estabelecimento de um campo elétrico em um fio metálico provoca um fluxo de elétrons neste condutor, fluxo este denominado de corrente elétrica.



A quantidade de carga elétrica que atravessa uma seção transversal do condutor em cada unidade de tempo determina a intensidade da corrente elétrica estabelecida no condutor.

**Figura 5.6** – A corrente elétrica  
(B. Alvarenga, 2000)

Consideremos uma seção  $S$  qualquer do condutor, a relação entre a quantidade de carga  $\Delta Q$  que passou através desta seção durante certo intervalo de tempo  $\Delta t$ , denomina-se intensidade de corrente. Designando por  $i$  esta grandeza, então:

$$i = \Delta Q / \Delta t. \quad (5.1)$$

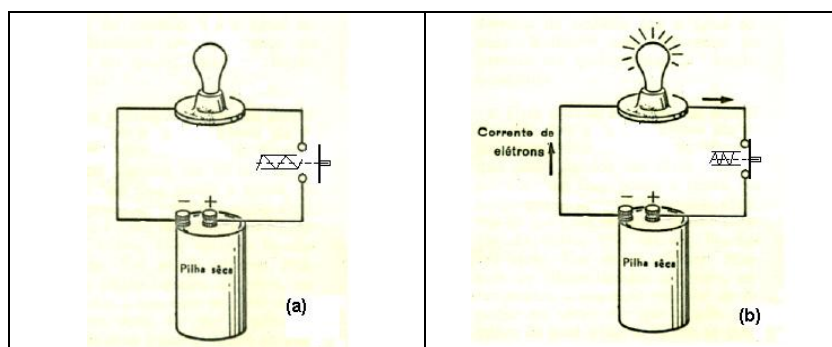
Se medirmos a carga em coulombs e o tempo em segundos, a unidade de corrente será dada em coulomb por segundo, o que chamamos de ampère.

Observe que quanto maior for a quantidade de portadores de carga elétrica que passar através da secção reta, durante um dado intervalo de tempo, maior será a intensidade da corrente medida. Em outras palavras, a intensidade da corrente nos informa sobre a quantidade de carga elétrica que passa pela secção reta do condutor por unidade de tempo.

### 5.3.2 Circuito e Componentes de um Circuito Elétrico

Para que se estabeleça uma corrente elétrica em um condutor qualquer algumas condições precisam ser satisfeitas, a primeira dela é que exista uma diferença de potencial entre dois ou mais pontos desse condutor, e que exista pelo menos um caminho fechado que permita o fluxo de portadores de carga entre dois pontos que experimentam uma diferença de potencial entre eles. Essas condições definem a operacionalidade de um dado circuito elétrico.

Observe o circuito abaixo na figura 5.7, composto por uma lâmpada, uma fonte de f.e.m. (pilha) e um interruptor para o circuito elétrico. Na condição inicial “figura a” embora exista uma d.d.p fornecida pela pilha, não há corrente elétrica; pois, o circuito está aberto, nessa situação a lâmpada está apagada. Pressionando-se o botão em (b) cria-se a outra condição necessária ao funcionamento do circuito, um caminho que permite o fluxo de portadores de carga ao longo do caminho entre os terminais da pilha. Assim, se estabelece uma corrente elétrica no circuito.



**Figura 5.7** – Funcionamento de um circuito simples (BLACKWOOD, 1971).

Esse circuito representa muito bem o funcionamento do circuito da iluminação interna dos automóveis. Usualmente, a iluminação interna está ligada enquanto a porta do veículo estiver aberta, sendo desligada, automaticamente, quando se fecha a porta.

Quando a corrente elétrica é estabelecida num circuito, os elétrons livres que estão sendo acelerados num certo sentido preferencial passam a chocar-se com os átomos que



formam o condutor. Esse movimento dos portadores de carga através do condutor é parecido com o de uma pessoa que sai correndo desesperadamente em meio a uma multidão. Isto significa que o material condutor permite que os portadores de carga se movam através dele, mas oferece sempre resistência a esse movimento.

Em condições normais, todo material oferece resistência à passagem da corrente elétrica. Por isso, a inserção de componentes elétricos em um ramal qualquer de um circuito implica no aumento da resistência total à passagem da corrente elétrica. Por simplificação, a resistência elétrica oferecida, seja pelo fio condutor ou qualquer outro dispositivo inserido no circuito, é representada num diagrama de circuito pela simbologia de um dispositivo denominado resistor.

### 5.3.3 Instrumentos de medidas elétricas

Para prosseguirmos com os experimentos propostos nesta abordagem será necessário apresentarmos algumas idéias básicas sobre instrumentos de medidas elétricas. Na nossa proposta não há necessidade de detalhar a construção e funcionamento interno destes instrumentos. O que destacaremos é, como devemos introduzi-los no circuito em função da grandeza que nos interessa medir, e como proceder na leitura das escalas quando estivermos lidando com um multímetro.

Os medidores analógicos usuais, tanto os de corrente como os de tensão e resistência têm um elemento básico comum denominado galvanômetro.

O galvanômetro é um instrumento de grande sensibilidade à passagem de corrente, seu ponteiro se deflete proporcionalmente a essa corrente, acusando a existência e o sentido da corrente elétrica.

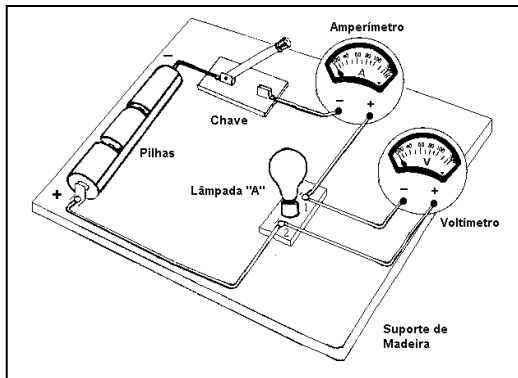
Nos medidores analógicos, a leitura é feita numa escala graduada, ao longo da qual deflete o ponteiro. O valor máximo presente na escala é denominado valor de fundo de escala.

O galvanômetro graduado em unidades de intensidade de corrente é um medidor de corrente; quando graduado em unidades de d.d.p é um medidor de tensão.

O valor da intensidade de corrente em um circuito é medido por um instrumento, geralmente, denominado de amperímetro, que deve ser ligado em série com o trecho do circuito que se deseja medir.

Para se medir a tensão elétrica entre dois pontos de um circuito, os terminais do medidor devem ser conectados a esses pontos. Desse modo, o medidor (voltímetro) fica sempre em paralelo com o trecho do circuito compreendido entre os pontos.

Um método possível de se medir a resistência consiste em fazer passar por ela uma corrente elétrica com uma voltagem conhecida (bateria interna no aparelho). Desta maneira a resistência pode ser lida aplicando-se a Lei de Ohm que veremos mais tarde. Este aparelho é denominado ohmímetro.



**Figura 5.8** – Instalação dos instrumentos de medidas elétricas no circuito



**Figura 5.9** – Multímetro  
[<http://pt.wikipedia.org/wiki>]

Existem, ainda, instrumentos conhecidos por multímetros que se prestam à medição de corrente, tensão e resistência, bastando posicionar adequadamente uma chave seletora para o exercício de cada função como podemos ver na figura 5.9.

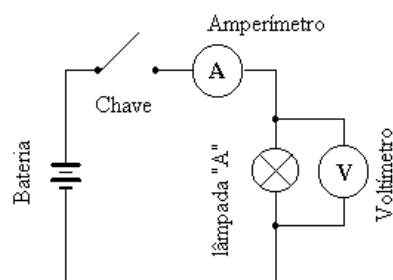
### 5.3.4 Simbologia para Componentes e Instrumentos elétricos

Neste ponto da aula o professor deve mostrar tipos diferentes de interruptores e chaves, e explicar que para representar as diferentes formas e funções dos componentes elétricos possíveis em um circuito, foram criados símbolos.



**Figura 5.10** – Tipos diferentes de interruptores [http://www.reidosom.com.br]

As simbologias representativas dos componentes de um circuito explicitam sua funcionalidade e facilitam o desenho dos circuitos tornando-os universais. Por exemplo, o circuito representado na figura 5.8, utilizando as simbologias adequadas, fica conforme ilustra a figura 5.11, ao lado.



**Figura 5.11** – Diagrama elétrico do circuito experimental.

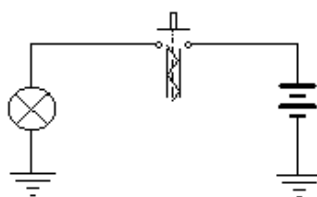
São inúmeras as simbologias existentes para componentes, dispositivos e máquinas elétricas, para o momento, as que nos interessam, estão relacionadas na tabela 5.1.

**Tabela 5.1** – Representação simbólica dos elementos de um circuito simples

interruptor		amperímetro	
lâmpada		voltímetro	
resistor		bateria	
botão NA		botão NF	

Nota: Botão NA (normalmente aberto), fecha contato quando pressionado.  
Botão NF (normalmente fechado), abre o circuito quando pressionado.

Devemos chamar a atenção para o fato de que se dois pontos de um circuito estiverem interrompidos, mas estes dois pontos se encontrarem aterrados, por exemplo, na lataria do automóvel, o circuito entre esses dois pontos se fechará.



**Figura 5.12** – Simbologia de aterramento na instalação elétrica.

Embora não seja aparente no desenho, a simbologia usada indica que a lâmpada e a bateria estão ligadas uma a outra. Esta técnica é empregada nas ligações elétricas feitas no interior dos veículos automotivos.

#### 5.4 AVALIAÇÃO FORMATIVA

Depois dos alunos confrontarem suas concepções prévias com as observações experimentais, e da formalização dos conceitos científicos, propomos atividades direcionadas a reforçar a mudança conceitual pretendida, na estrutura cognitiva destes alunos. Estas atividades podem ser exercícios teóricos ou montagens de experimentos com questionários relacionados aos experimentos realizados.

##### 5.4.1 Ficha de Montagem do Experimento 1 – Circuito Série.

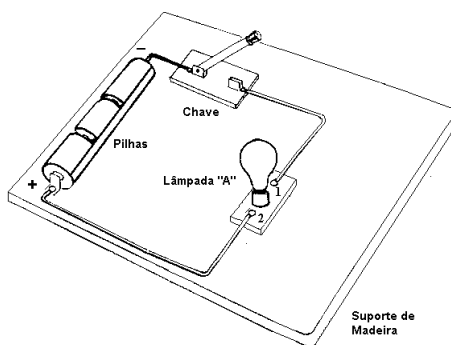
**Material necessário:** uma fonte de tensão com saída ajustada para 13,8 V, três bocais para lâmpadas B-09, duas lâmpadas 12V/21 W, uma lâmpada 12V/5W, um interruptor simples ou chave “tipo fãca”, fio 1 mm, 5 pedaços de 10 cm, um pedaço de madeira para a base (25 cm x 30 cm), 10 parafusos de fenda de 0,5 cm e dois multímetros.

**Procedimento de montagem:** Fonte de tensão contínua de 12 V: descasque as extremidades de dois pedaços de fio, fixe os dois pedaços de fio, um em cada terminal.

Porta-lâmpadas: conecte um dos fios do porta-pilhas a uma dos terminais do bocal, conecte o outro terminal à um dos terminais da chave.

Interruptor de corrente: insira a chave “tipo fãca” (interruptor) em um dos ramos do circuito, entre a fonte (terminal + ou -) e a lâmpada.

Este procedimento deixa ligados em série a fonte de tensão, a lâmpada e o interruptor. Sua montagem final deve resultar em um circuito similar à figura 5.13.



**Figura 5.13** – Circuito elétrico simples, experimento 1.

Questionário para o circuito 1: Nas situações (a) e (b), compare sua previsão com o que acontecer quando ligar o interruptor.

- a) Após a montagem do circuito 1 e antes de ligar o interruptor, você espera encontrar corrente entre a lâmpada e a fonte?

R: Não; pois, para haver corrente é necessário que o circuito seja fechado.

- b) Antes de ligar o interruptor, você espera encontrar diferença de potencial entre os terminais da lâmpada? E entre os terminais da chave?

R: Não; pois, os terminais da lâmpada estão, ambos, submetidos ao mesmo potencial, pólo positivo da bateria. Sim, por que os terminais da chave estão submetidos, por um lado, ao pólo negativo e, pelo outro lado, via filamento da lâmpada, ao pólo positivo da bateria.

- c) Coloque as pilhas no porta-pilhas e com a chave ainda aberta, meça a d.d.p entre os terminais da fonte, da lâmpada e entre os terminais da chave. Registre cada uma das medidas e confira com suas respostas para o item (b).

R: bateria = 12V, lâmpada A = 0 V e chave = 12V.

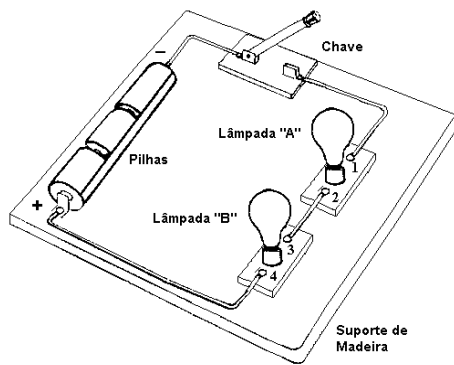
- d) Feche a chave e refaça as medidas. Registre as medidas.

R: bateria = 12V, lâmpada A = 12V e chave = 0 V.

#### 5.4.2 Ficha de Montagem do Circuito Série – Experimento 2.

**Material necessário:** Utilizaremos o mesmo material do experimento 1.

**Procedimento de Montagem:** Inserção de uma segunda lâmpada em série com a lâmpada A (Experimento 1): solte a ligação do terminal 2 da lâmpada A, prenda a extremidade do fio que ficou solto a um dos terminais do segundo bocal (lâmpada B). Descasque as duas extremidades de um fio, conecte os terminais livres dos dois bocais.



**Figura 5.14** – Circuito série, experimento 2.

Utilizaremos lâmpadas de potências iguais para que, no caso do circuito em série, os estudantes não fiquem tentados a achar que a luminosidade diferente observada agora na lâmpada “A” implique em correntes diferentes nas lâmpadas.

Não feche o interruptor antes dos itens (a) e (b) deste questionário serem respondidos.

- a) As correntes em um circuito série são diferentes nos diversos elementos do circuito?

R: Não, num circuito série a corrente que percorre cada elemento é a mesma.

- b) Responda, a corrente elétrica no circuito série do experimento 1 é maior, menor ou igual a corrente elétrica que circula no circuito série do experimento 2?

R: Desprezando a resistência elétrica do fio, o circuito 1 tem como resistência elétrica apenas o filamento da lâmpada A. Considerando que as lâmpadas A e B são iguais, implica que a resistência elétrica no circuito 2 é o dobro da resistência elétrica existente no circuito 1. À vista disso, podemos afirmar que a corrente elétrica no circuito 1 não só é maior, mas é o dobro daquela que flui no circuito 2.

- c) Feche a chave e meça e registre a d.d.p entre os terminais da bateria e das duas lâmpadas. Responda, em qual dos dois circuitos série, a diferença de potencial sobre a lâmpada A é maior?

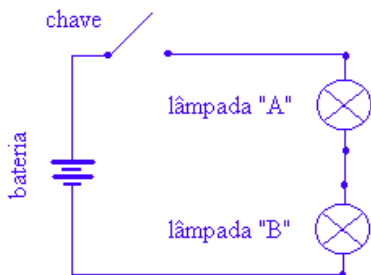
R: A d.d.p sobre a lâmpada A é maior no circuito série do experimento 1.

- d) Qual a relação entre as diferenças de potencial obtidas nas resistências elétricas (lâmpadas) e a d.d.p. da fonte?

R: A soma da d.d.p sobre cada lâmpada é igual a d.d.p entre os terminais da fonte.

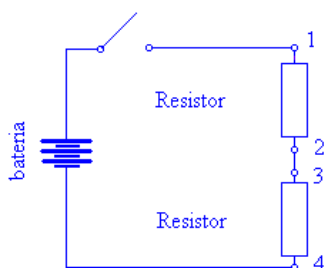
- f) Utilizando a simbologia adequada para cada componente, desenhe o circuito que vocês montaram. Compare o desenho que vocês fizeram com os dos demais grupos.

R:



- g) Refaça o desenho representando a resistência de cada lâmpada pelo símbolo do resistor.

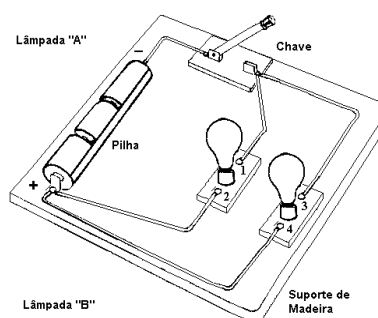
R:



### 5.4.3 Ficha de Montagem do Circuito Paralelo – Experimento 3.

**Material necessário:** os mesmos do experimento 1.

**Procedimento de Montagem:** ligue os fios terminais dos bocais de lâmpadas dois a dois, ligue um desses pares de fios ao interruptor, e o outro à bateria. Não fechem o interruptor antes de responderem ao questionário relacionado a essa tarefa.



**Figura 5.15** – Circuito Paralelo, experimento 3.

Responda:

- a) As diferenças de potencial em um circuito em paralelo são diferentes nos diversos ramos do circuito?

R: Num circuito paralelo, todos os ramos do circuito estão submetidos à mesma d.d.p.

- b) E as correntes, no caso das lâmpadas serem iguais? E, no caso de serem lâmpadas de potências diferentes?

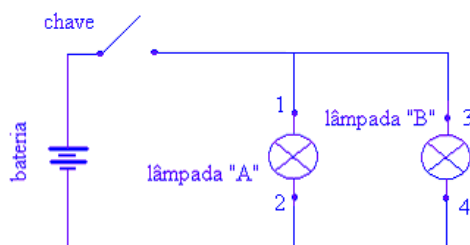
R: Por estarem submetidos à uma mesma d.d.p, a corrente que vai circular em cada ramal do circuito dependerá da resistência elétrica total desse ramal. Portanto, no caso das lâmpadas serem iguais as correntes serão iguais; e, no caso de lâmpadas de diferentes potências, as correntes serão inversamente proporcionais à resistência apresentada por cada uma das lâmpadas, por isso, não serão iguais.

- c) Com as lâmpadas A e B, idênticas no circuito, ligue o interruptor e meça a corrente em cada lâmpada, a corrente total, e a d.d.p nos terminais de cada elemento do circuito. Registre estes dados.
- d) Desligue o interruptor e substitua uma das lâmpadas pela lâmpada C, de maior potência. Ligue o interruptor e refaça as medidas solicitadas anteriormente (item c). Registre as medidas, analise as duas situações (item c e item d) e confronte os dados obtidos com suas respostas para o item b.
- e) Qual a relação, em qualquer caso, entre as correntes que circulam pelas cargas (lâmpadas) e a corrente total fornecida pela fonte?

R: A corrente fornecida pela fonte é igual à soma das correntes medidas em cada ramo.

- f) Desenhe o circuito que vocês montaram, utilize a simbologia adequada para cada componente. Compare este desenho com os dos demais grupos.

R:



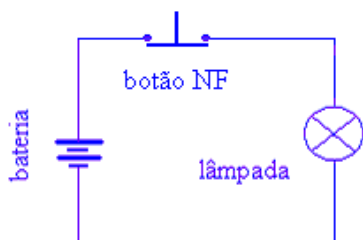
#### 5.4.4 Desafio

Para esta tarefa os alunos terão a sua disposição diversos tipos de chaves, lâmpadas e bocais; terão, ainda, fios, baterias e o suporte.



Desenhar o diagrama e montar um circuito elétrico similar ao utilizado para iluminar o interior dos automóveis. O circuito deve acender uma lâmpada toda vez que a porta for aberta, e apagar quando a porta estiver fechada.

R:



Com a porta fechada o botão fica pressionado, nessa condição o circuito está aberto e, portanto, a lâmpada está apagada. Ao abrir a porta, o botão deixa de ser pressionado, pela ação de uma mola, os contatos se fecham e a lâmpada acende.

## 6. ABORDAGEM DA ELETRICIDADE A PARTIR DOS FARÓIS DO AUTOMÓVEL

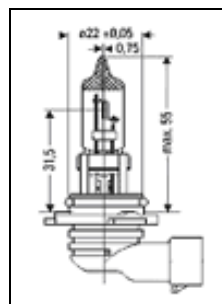
Objetivos específicos: Formular, a partir dos conceitos qualitativos construídos no capítulo anterior, as relações matemáticas para a associação de resistores, em série e em paralelo. Introduzir, numa abordagem qualitativa e quantitativa, o efeito Joule e potência elétrica em um componente do circuito. Para podermos explicar a mudança entre farol alto e baixo e sua conseqüente variação da intensidade luminosa.

### 6.1 INTRODUÇÃO

Os faróis dos automóveis possuem duas regulagens. O farol alto é usado em áreas rurais, ou urbanas com iluminação insuficiente, em que é necessária mais iluminação para uma direção segura. O farol baixo é usado para áreas urbanas ou locais em que haja iluminação suficiente de outras fontes. Também é necessário comutar de farol alto para baixo quando outro carro se aproxima na direção oposta, a fim de evitar ofuscar a visão do outro motorista.



**Figura 6.1a** – Farol automotivo.



**Figura 6.1b** – Lâmpada para farol de carro [http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-novo-conjunto-duplo-tuning-palio-farol-lanterna-pisca-107-\_JM].

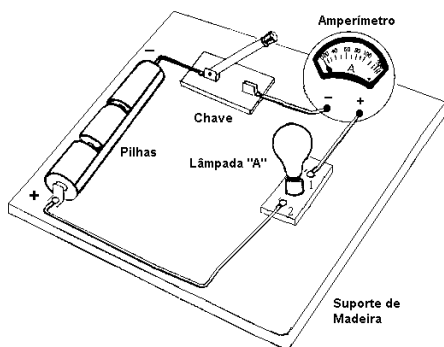
O fato de haver a necessidade de comutação entre farol alto e baixo permite explorar algumas questões trabalhadas no capítulo anterior; portanto, propomos uma discussão, em sala de aula, sobre questões como: que componentes elétricos são necessários para o funcionamento dos faróis? O que leva à variação da intensidade luminosa do farol? Questionamentos como estes permitem ao educador, a partir de conceitos físicos já trabalhados de forma qualitativa, formalizar a relação quantitativa entre d.d.p, resistência elétrica e corrente elétrica. O professor deve levar para a sala de aula as montagens 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 e 6.5, descritas a seguir.

## 6.2 AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

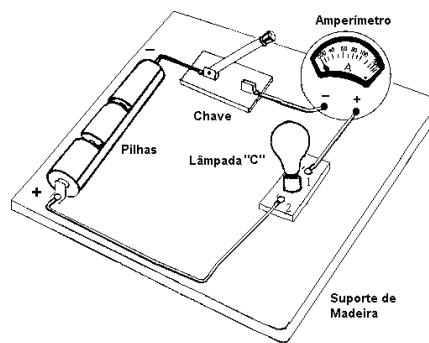
Fiéis a idéia de que o aluno deve desempenhar um papel ativo no processo de aprendizagem, deixando ao professor a tarefa de guiá-los na estruturação lógica das suas observações e descobertas, propomos formalizar a Lei de Ohm, e a abordagem quantitativa da associação de resistores em série e em paralelo, somente após as montagens experimentais aqui sugeridas. Incentiva-se assim, a capacidade de observação de fenômenos, de raciocínio, reflexão e argumentação dos alunos.

Questionário:

- a) As características elétricas da lâmpada “A” são: 12 Volts / 21Watts. As características da lâmpada “C” são: 12 Volts / 5 Watts. Quando ligado o circuito, qual das duas lâmpadas vai apresentar o maior brilho?
- b) Mantendo as características elétricas das lâmpadas. Em qual dos dois circuitos, abaixo, o amperímetro vai registrar a maior corrente elétrica?

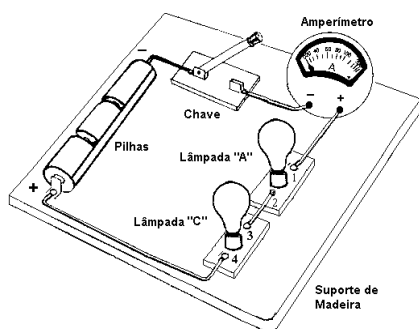


**Figura 6.2a** Circuito simples, com lâmpada de 21W.



**Figura 6.2b** Circuito simples, com lâmpada de 5W.

- c) Com base nas suas respostas para os itens (a) e (b), que relação você fez entre a intensidade do brilho observado, para cada lâmpada, e a corrente elétrica que passa por ela?
- d) Observe o circuito da figura abaixo, nesta situação, responda:



**Figura 6.3** – Circuito em série

- i) Qual das lâmpadas apresentará maior brilho?
- ii) Sobre qual das lâmpadas obteremos a maior diferença de potencial?

- e) Com base nas respostas aos itens da questão (d), qual a relação você pode estabelecer entre o brilho e a d.d.p medida nos terminais das lâmpadas?

As concepções prévias obtidas até aqui devem servir ao educador com o propósito de direcionar seus alunos as seguintes conclusões: para a mesma d.d.p, a lâmpada de maior potência solicita maior corrente. Maior corrente implica em menor resistência. Portanto, o brilho (potência) é uma função crescente da corrente.

As questões seguintes direcionam o estudante a concluir que, o brilho (potência) é, também, diretamente proporcional a d.d.p aplicada aos terminais das lâmpadas. Logo, sendo uma grandeza diretamente proporcional a duas outras, vale a relação:

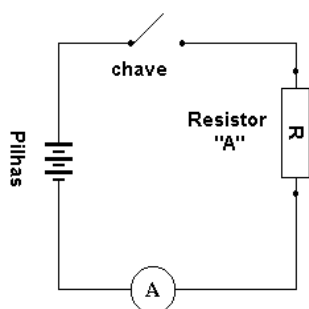
$$P = V \cdot i \quad (6.1)$$

Essa relação direta da Potência elétrica, em um dispositivo do circuito, com a voltagem e a corrente, será abordada no desenvolvimento dos fundamentos teóricos. Mas a partir do levantamento das concepções prévias, o educador abordará este tópico cômico das dificuldades da turma, o que lhe permitirá um planejamento focado nas dificuldades apresentadas pela turma.

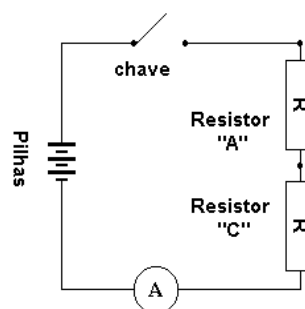
- f) Entre a voltagem, a corrente e a resistência elétrica, qual o parâmetro diretamente responsável pela luminosidade produzida nas lâmpadas?

A luz emitida por uma lâmpada elétrica é consequência direta do Efeito Joule, enquanto, o Efeito Joule é causa direta da intensidade da corrente elétrica através de um corpo condutor elétrico. As questões seguintes iniciam a abordagem desses conceitos.

Se as lâmpadas que aparecem nos circuitos das figuras 6.2a e 6.3 forem substituídas por resistores, seus diagramas seriam, respectivamente, os das figuras 6.4a e 6.4b, abaixo.



**Figura 6.4a** – esquema da figura 6.1a

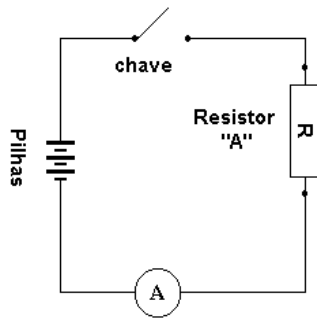


**Figura 6.4b** – esquema da figura 6.3

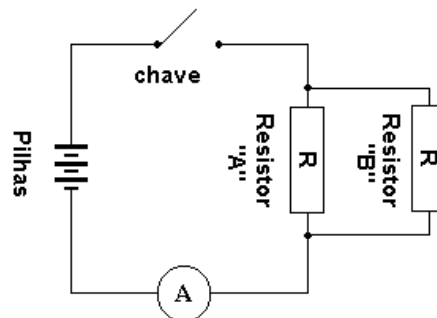
Vamos supor que, estes resistores apresentem resistência à passagem de corrente equivalente à resistência oferecida pelas respectivas lâmpadas que substituem. A partir destas considerações, responda às seguintes questões:

- g) Em qual dos circuitos, acima, teremos a maior leitura de corrente?  
 h) Qual dos dois circuitos liberará maior quantidade de calor?  
 i) Substituindo o resistor C por um outro de menor resistência elétrica. Nesta situação, qual dos dois circuitos apresentará a maior corrente elétrica?

Esperamos conduzir os alunos à seguinte conclusão: Num circuito série, a corrente no circuito contendo as cargas  $A + C$  é sempre menor que àquela obtida para as cargas A ou C sozinhas.



**Figura 6.5a** – Circuito elétrico simples



**Figura 6.5b** – Duas resistências ligadas em paralelo.

- j) No primeiro circuito temos o resistor A sozinho e na figura seguinte o mesmo resistor em paralelo com um outro resistor, B. Supondo-se os resistores A e B idênticos. Qual dos circuitos deve apresentar a maior corrente?
- k) Se no circuito da figura 6.5b acrescentarmos mais um resistor em paralelo com os outros dois, o que ocorrerá com a corrente total do circuito?

Conclusão: Para um dado circuito, a associação de cargas em paralelo implica num acréscimo da corrente total fornecida pelo circuito. Assim, a corrente para A + B é sempre maior àquela para A ou B sozinhas no circuito. Isso causa uma maior solicitação de corrente da bateria que, conseqüentemente, se descarrega mais rapidamente e se aquece devido à resistência interna.

## 6.3 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 6.3.1 Lei de Ohm

Consideremos um condutor ao qual foi aplicada certa voltagem  $V$ . Esta voltagem estabelecerá, no condutor, uma corrente  $i$ . Variando o valor da voltagem aplicada ao condutor, verificamos que a corrente que passa por ele também se modifica. O físico alemão Georg Simon Ohm (1787 – 1854) realizou várias experiências, medindo estas voltagens e as correntes correspondentes quando aplicadas em diversos condutores de substâncias diferentes. Verificou então que, para muitos materiais, a razão entre a voltagem e a corrente mantinha-se constante,  $V/i = \text{constante}$ .

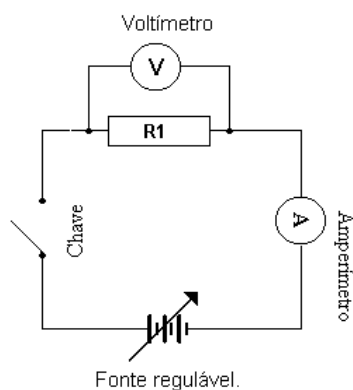
Vamos realizar um experimento que nos conduzirá à compreensão da Lei de Ohm, para tal, usaremos uma montagem como a descrita abaixo.

## Ficha de Montagem do Experimento

Nosso objetivo é estabelecer a relação entre a corrente elétrica num condutor e a diferença de potencial aplicada ao mesmo; isto é, vamos determinar a corrente elétrica em função da Voltagem aplicada ao circuito, ou seja,  $i = f(V)$ .

Material: um voltímetro, um amperímetro, ou dois multímetros, resistor ( $15 \Omega / 10 \text{ W}$ ), eliminador de pilhas de tensão variável, um interruptor e 30 cm de fio (1 mm).

Montagem: monte o circuito, conforme a figura abaixo, mantendo a fonte desligada. Antes de ligar observe a polaridade do amperímetro e a faixa ajustada para fundo de escala.



**Figura 6.6** – Circuito experimental para a lei de Ohm.

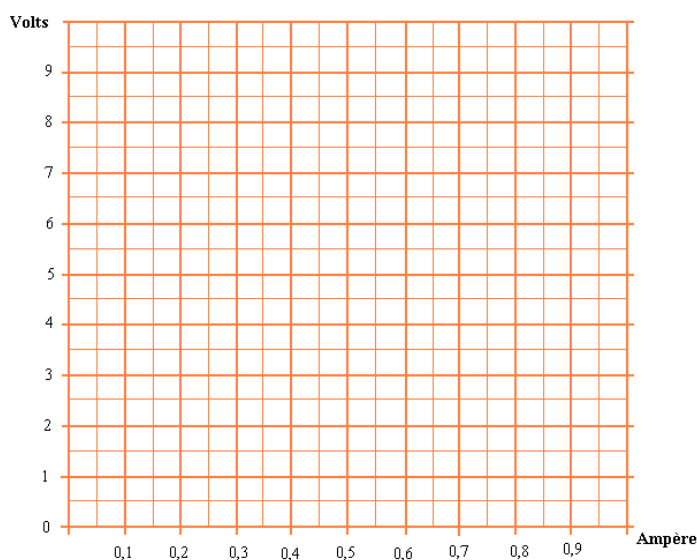
Procedimento: Regule a fonte para 1,5 V, ligue a fonte e depois feche a chave S. Anote o valor de tensão, em Volts, e o valor da corrente, em ampère. Depois de registrar estes valores na tabela abaixo, desligue o circuito abrindo a chave S e desligue a fonte.

Modifique a diferença de potencial (V) entre valores de 1,5 a 9,0 Volts, sempre em intervalos de 1,5 Volts. A cada novo valor de tensão, repita o mesmo procedimento descrito anteriormente.

**Tabela 4.1** – Dados experimentais do circuito

Voltagem V (Volts)	Corrente I (Ampère)	V/i (Ohm)
1,5		
3,0		
4,5		
6,0		
7,5		
9,0		

Agora, com os valores de voltagem e corrente, tabelados, construa o gráfico  $V \times i$ .



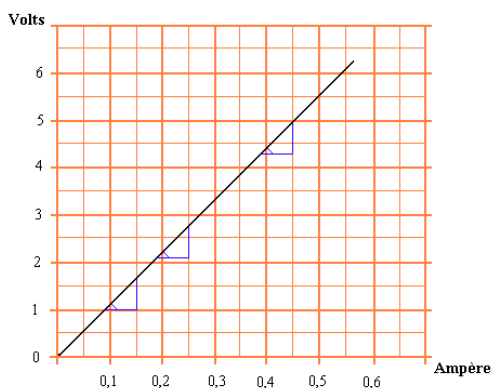
Após a realização desta atividade o aluno deverá ser capaz de determinar a relação entre a diferença de potencial aplicada aos extremos de um resistor e a intensidade de corrente que circula pelo mesmo, e entender o significado físico da curva característica de um resistor ôhmico.

Para o educador testar o grau de compreensão do aluno em relação ao experimento realizado, ao concluir as tarefas, devem ser aplicados, exercícios que tenham relação direta com o novo conhecimento transmitido, ou um questionário. Por exemplo, com base nos dados obtidos, responda:

- Qual a relação entre a d.d.p aplicada ao resistor e a corrente que por ele circula?

R: A intensidade de corrente que circula pelo resistor é, a cada instante, proporcional a diferença de potencial aplicada aos terminais do mesmo.

b) Qual o significado físico da inclinação da reta obtida no gráfico?



R: Podemos notar que a inclinação é constante, já que o gráfico é uma reta; portanto:

$$\Delta V / \Delta i = \text{cte.}$$

Completando-se a tabela chegamos à conclusão que  $V/i$  é uma constante ( $k$ ); logo:  $V = k \cdot i$ . A mesma conclusão é obtida construindo o gráfico  $V \times i$ , o coeficiente angular da reta nos diz que a razão  $V/i$  é uma constante.

Usualmente esta constante é escrita como  $R$ , onde  $R$  representa o valor da resistência ôhmica do condutor. Portanto, a relação entre a d.d.p. e a corrente no resistor que utilizamos no experimento pode ser assim formulada:

$$V = R \cdot i \quad (6.1)$$

Costuma-se afirmar que a lei de Ohm é expressa pela equação acima. Na verdade, esta equação representa simplesmente a definição de resistência. O que a lei de Ohm diz é que para alguns materiais, ditos materiais ôhmicos, mantidos a temperatura constante, a razão entre 'V' e 'i' é uma constante.

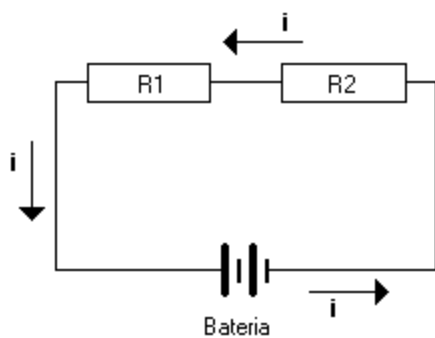
$$V_1/i_1 = V_2/i_2 = V_3/i_3 = \dots = R$$

Deve-se, porém, destacar que não são todos condutores que obedecem à Lei de Ohm. Devemos ainda salientar que, mesmo que o gráfico  $V$  em função de  $i$  não fosse uma reta, não alteraria em nada a definição de resistência. A relação  $V/i = R$  continuaria definindo operacionalmente a resistência elétrica. O que ocorre, nesse caso, é que a resistência varia com a corrente aplicada, isto é, o gráfico não se apresenta como uma reta. Diante de um resultado como este, poderíamos afirmar que este condutor não é um condutor ôhmico, ou seja, não obedece à Lei de Ohm. (FAJARDO, 1972)



### 6.3.2 Associação de resistores

Dois resistores podem ser intercalados em um circuito de dois modos diferentes. Duas lâmpadas, por exemplo, podem ser ligadas a uma pilha em série (uma seguida da outra) ou em paralelo. O que caracteriza uma ligação em série de dois resistores é o fato de serem ambos percorridos pela mesma corrente; a quantidade de carga elétrica que, em um segundo, atravessa a secção reta de um deles é a mesma que atravessa, no mesmo tempo, a secção reta do outro.



Partindo da equação  $V = Ri$ , para cada resistor, teremos:

$$V_1 = R_1 i_1$$

$$V_2 = R_2 i_2$$

Figura 6.7 – Associação de Resistores em Série

Desejamos substituir o circuito acima por um circuito simplificado e equivalente, logo:

$$V_{eq} = R_{eq} i_{eq}$$

Observamos facilmente que a corrente que atravessa cada um dos resistores é a mesma,

$$i_1 = i_2 = i$$

e que a diferença de potencial em cada um dos resistores somadas corresponde à DDP da fonte, de tal forma que,

$$V_{eq} = V_1 + V_2$$

Desta forma:

$$R_{eq} i = R_1 i + R_2 i$$

Simplificando, para o caso de dois resistores temos:

$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

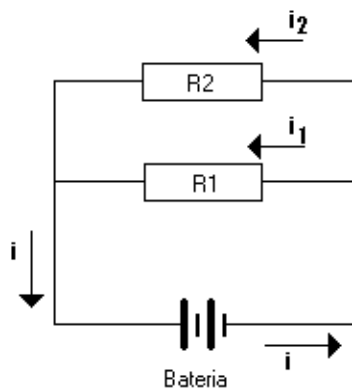
Generalizando, a resistência equivalente ( $R_{eq}$ ) para uma quantidade qualquer de resistores em série será igual a:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \quad (6.2)$$

Resulta daí (em virtude da Lei de Ohm) que a resistência total do conjunto formado pelos resistores em série é igual à soma das resistências das peças isoladas.

Um fato importante, que resulta dos circuitos em série, é que se um componente qualquer do circuito apresentar defeito, interrompendo a passagem de corrente através dele, todos os outros componentes desse circuito ficarão inoperantes também. Por exemplo, os circuitos de lâmpadas para enfeite de árvores de natal são circuitos em série, por isso, quando uma lâmpada queima, ou é retirada, todas as outras, que estão naquele mesmo ramal do circuito, não funcionam. Além disso, para uma dada tensão, a corrente solicitada à bateria diminui conforme  $R_{eq}$  aumenta. Assim, um dos usos dos resistores em série é o de limitar a corrente fornecida pela bateria para o circuito impedindo que ela se auto-destrua.

Numa ligação em paralelo, a corrente se reparte entre os resistores, de modo que a corrente elétrica total (que sai do gerador) é a soma das correntes que passam nos resistores individualmente. Como estes estão ligados entre os mesmos dois pontos, ficam sujeitos à mesma d.d.p. Temos, então:  $i = i_1 + i_2$ . Utilizando a Lei de Ohm podemos determinar a resistência equivalente para dois resistores associados em paralelo.



Obteremos o valor da resistência equivalente partindo, novamente, da equação:

$$V = R i.$$

Então, para cada resistor teremos:

$$V_1 = R_1 i_1$$

$$V_2 = R_2 i_2$$

Figura 6.8 – Associação de resistores em paralelo

É fácil perceber que a ddp sobre cada um dos resistores é a mesma, assim:

$$V_1 = V_2 = V$$

A corrente que atravessa cada um dos resistores acaba por somar-se, de tal forma que:

$$i = i_1 + i_2$$

Desta forma, teremos:  $V = R_{eq} (i_1 + i_2)$

Mas,  $i_1 = V/R_1$  e  $i_2 = V/R_2$ . Substituindo, obtemos:  $V = R_{eq} (V/R_1 + V/R_2)$

Ou seja,  $V/ R_{eq} = V/R_1 + V/R_2$

Simplificando, temos:  $1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2$ .

Generalizando,  $1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots$  (6.3)

O fato das cargas estarem submetidas à mesma d.d.p. enquanto a corrente elétrica se divide entre essas mesmas cargas permite que, se um dos equipamentos do circuito queimar os demais continuem a funcionar; pois, a corrente elétrica só é interrompida no equipamento queimado. Isto constitui a vantagem prática desse tipo de associação. As lâmpadas e os aparelhos elétricos de uma residência, por exemplo, estão associados em paralelo; por isso, quando uma lâmpada queima, ou é retirada do bocal, o restante das lâmpadas continuam a funcionar normalmente. Além disso, é importante observar que conforme a  $R_{eq}$  diminui a corrente que passa na bateria (ou gerador) pode ficar perigosamente alta. Por isso deve-se prever a colocação de um fusível quando da instalação de um circuito em paralelo como forma de proteger a bateria.

### 6.3.3 Potência em um elemento do circuito

De uma maneira geral, os aparelhos elétricos são dispositivos que transformam energia elétrica em outras formas de energia. Por exemplo: em um motor elétrico, a energia é transformada em energia mecânica de rotação do motor; em um aquecedor, a energia elétrica é transformada em calor; em uma lâmpada incandescente, a energia elétrica é transformada em energia luminosa, etc. Uma corrente elétrica realiza trabalho fazendo funcionar um motor, aquecendo um fio etc. A potência de uma corrente, ou o trabalho que ela realiza por segundo, depende de sua intensidade e da voltagem. Um watt é a potência de uma corrente de 1 ampère, quando a diferença de potencial é 1 volt.

Um condutor metálico, ao ser percorrido por uma corrente elétrica, se aquece. Assim, um chuveiro, um ferro elétrico, um forno elétrico etc, consistem essencialmente em uma resistência que é aquecida ao ser percorrida por uma corrente elétrica. Este fenômeno foi estudado pelo cientista James P. Joule e, em homenagem a ele, é denominado Efeito Joule.

Para certos aparelhos a tensão é sempre a mesma durante o seu funcionamento. O chuveiro é um exemplo disso. Mas mesmo assim, podemos obter diferentes potências (verão e inverno) sem variar a tensão. Isso vai ocorrer quando a resistência do circuito for variável, o que implica em diferentes valores de corrente a percorrer o circuito, já que a tensão da fonte tem valor fixo.

A relação entre a potência, a corrente, e a tensão, pode ser expressa pela equação:

$$P = i V \quad (\text{Potência} = \text{corrente} \times \text{tensão}) \quad (6.4)$$

Quanto calor produzirá uma dada corrente? Joule mostrou que o aquecimento depende de três coisas: o quadrado da corrente, a resistência do fio e o tempo durante o qual a corrente passa. Lembrando que calor é energia (Joule), que a variação de energia é trabalho (Joule) e que a potência é o trabalho necessário por unidade de tempo: temos  $Q = R \cdot i^2 \cdot t$ . Logo, por unidade de tempo, o aquecimento é igual à potência.

Vale ressaltar que, sempre que possível o educador deve relacionar tópicos atualmente trabalhados com outros que os alunos já devem ter conhecimento, de séries anteriores. Por isso, é importante lembrar do equivalente mecânico do calor e da relação entre Joule e caloria (1 cal = 4,18 joules), conteúdo trabalhado na primeira série, calorimetria. Conservando assim, uma relação entre o novo conhecimento e o conhecimento já adquirido.

Continuando a tratar de potência elétrica, note que a expressão  $P=R \cdot i^2$  pode também ser escrita como,  $P=V i$ ; ou ainda, como  $P=V^2/R$ .

Por essa última expressão é fácil perceber que se a tensão não variar a potência é inversamente proporcional a resistência (R) envolvida, como ocorre nos circuitos dos faróis automotivos; pois, esses possuem dois filamentos, com diferentes resistências, o que propicia diferentes níveis de potência luminosa.

Um caso interessante é o da lâmpada incandescente. A corrente elétrica ao percorrer o filamento de tungstênio aquece-o a uma temperatura em torno dos 2500 °C, devido ao efeito Joule. Esse filamento fica dentro de um bulbo de vidro, no qual foi removido o ar atmosférico rico em oxigênio, e colocado um gás inerte, criptônio ou argônio, retardando-se assim a

queima do filamento. Isto permite que o filamento ao se tornar incandescente passe a emitir luz sem se romper por causa da oxidação.

A luminosidade ou brilho da lâmpada pode ser controlado por meio da variação da tensão à qual for ligada a lâmpada; ou, para o caso de uma tensão fixa, como ocorre nos automóveis, podemos controlar a intensidade luminosa pelo controle da corrente que percorre o filamento das lâmpadas dos faróis. Um filamento de maior resistência implicaria em menor luminosidade, e vice-versa.

Do mesmo modo, o controle do aquecimento nos chuveiros e de outros aparelhos resistivos, pode ser realizado através da variação da resistência elétrica do equipamento.

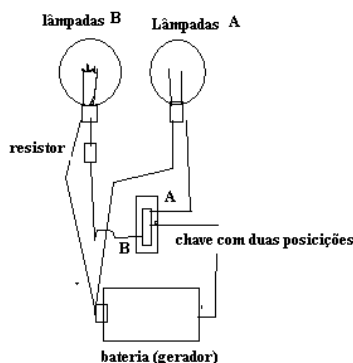
## 6.4 AVALIAÇÃO FORMATIVA

### 6.4.1 Desafio

Os faróis dos automóveis têm dois níveis de potência luminosa, farol alto e baixo. Como você faria para obter este efeito?

Aparelhados com o conhecimento e instrumental necessário à compreensão do diagrama elétrico de funcionamento dos faróis de um automóvel, é possível lançar um desafio à turma, a elaboração de um circuito elétrico que permita obter duas intensidades luminosas diferentes.

O projeto simplificado do aluno é uma forma de possibilitar aos mesmos perceber a instrumentalidade do saber que lhes foi transmitido nestes dois últimos capítulos. Queremos que ele monte um circuito como mostra a figura abaixo:



Quando ligamos a chave em A a Lâmpada A acende. Quando ligamos a chave em B a Lâmpada B que está em série com um resistor (maior resistência = menos potência) acende com brilho menor

**Figura 6.9** – Esquema do circuito das lâmpadas de um farol.

## 7. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

### 7.1 O CONTEXTO DA PESQUISA

Embora no começo do século XX a Região de Campo Grande ainda fosse voltada para as atividades agrícolas, nessa época já se delineava a vocação industrial do lugar. Em parte, isso se deve a instalação da Fábrica Bangu de tecidos, na última década do século XIX. A instalação da Fábrica Bangu, a implantação de unidades militares em Bangu e Realengo, e a inauguração da Estação de Bangu da Estrada de Ferro Central do Brasil em 1890, afetaram de maneira positiva toda a Região.

O comportamento assistencial da indústria têxtil para com seus operários influenciou no equacionamento dos problemas naturais do relacionamento do capital e trabalho, da época. Talvez em virtude disto, registra-se a existência de conjuntos habitacionais, escolas, creches, clubes, serviços médicos, etc.

Neste sentido, atendendo à demanda da época, em 1942 foi inaugurada uma Escola do SENAI, numa edificação pertencente à Fábrica Bangu. Foi nesse espaço rico em história, localizado na Rua da Feira, e atualmente ocupado pelo Colégio Estadual Leopoldina da Silveira, que se desenvolveu nosso projeto.

O Colégio Estadual Leopoldina da Silveira (CELS) é uma escola pública, vinculada a Coordenadoria Regional da Metropolitana IV, que é uma gerência da Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro.

A instituição faz parte da Rede de Escolas do Estado do Rio de Janeiro e foi criada pelo Decreto nº 1892 de 12 de junho de 1978. Funciona em prédio próprio, em um anexo da antiga Fábrica Bangu, construído numa área de aproximadamente 4000m<sup>2</sup>, totalizando aproximadamente 1800 m<sup>2</sup> de área construída, no centro do Bairro Bangu.

No ano de 2010, conta com 54 turmas distribuídas nas 18 salas de aula, totalizando aproximadamente 2400 alunos. Funciona em três turnos na modalidade Ensino Médio. O horário de funcionamento destes turnos é o seguinte: 1º turno: das 7h as 12h20min, - 2º turno: das 12h40min as 18h e 3º turno: das 18h20min às 22h20min.

O projeto didático de que trata essa dissertação foi aplicado em duas turmas da terceira série do ensino médio, ambas do turno da manhã.

A estrutura do prédio é antiga, datada de 1942, existe uma quadra de esportes coberta, localizada no centro do prédio, o que torna o ambiente muito barulhento, atrapalhando de

sobremaneira as aulas. Mas, têm sido realizadas melhorias, como a climatização das salas de aula, objetivando tornar mais agradável a jornada diária dos alunos, professores e funcionários.

O Colégio possui um laboratório de ciências, desativado por falta de material e pessoal. Mesmo que conseguíssemos o material, a falta de um monitor mantém inviável o uso do laboratório. Como o professor de física ministra aulas, num mesmo turno, para três turmas, o intervalo disponível na troca de turma não é suficiente para que o professor sozinho faça o inventário do material utilizado e prepare as bancadas para a próxima turma. Sem comprometer a qualidade das atividades propostas. O C.E.L.S. conta ainda com uma biblioteca, que não permanece constantemente aberta por falta de pessoal, e um laboratório de informática que, pelo mesmo motivo, não está sempre disponível.

Em relação ao índice de reprovação, desenvolve-se um trabalho bastante consistente no sentido de combatê-la, com práticas elaboradas e revistas anualmente a partir do Projeto Político Pedagógico e do Documento de Reorientação Curricular da Secretaria Estadual da Educação (SEEDUC). Nestes documentos consta o modelo avaliativo decidido pelas equipes e os instrumentos usados para promover a recuperação paralela prevista na LDB.

A evasão é combatida através do acompanhamento da frequência dos alunos, sendo convocados os responsáveis de todos os alunos com mais de 10 faltas consecutivas ou alternadas, em qualquer uma das disciplinas.

Quanto ao contexto sócio-econômico em que estão inseridos nossos alunos, este pode ser percebido pelos dados do Instituto Pereira Passos (IPP)/IPEA<sup>4</sup>, referentes a 2011, sobre o desenvolvimento social da Região Administrativa de Bangu.

No que se refere à Educação, estes dados, demonstram que a taxa média de alfabetização na Região Administrativa (95,0%) é mais baixa que a taxa da Cidade do Rio de Janeiro (95,6%), tal como a média de anos de estudo que se apresenta menor (5,7 anos) que a média da Cidade (6,8 anos).

A Região Administrativa Bangu, no município do Rio de Janeiro, compreende os bairros de: Padre Miguel, Bangu e Senador Câmara. De sorte que, pelos critérios da SEEDUC para alocação dos alunos nas Unidades Escolares, podemos dizer que, quase totalidade dos estudantes do C.E.L.S. são procedentes de um dos bairros citados acima.

---

<sup>4</sup> Fonte: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2011.

A Região Administrativa Bangu apresenta o universo de 141.230 domicílios, sendo que 28,14 % deles são de famílias pertencentes à Classe Econômica “C1” que possuem renda familiar mensal em torno de R\$ 1.400,00.

Em função dos dados sócio-econômicos apresentados, a Região Administrativa Bangu está classificada<sup>5</sup> como de médio desenvolvimento humano, ocupando a 21ª posição no ranking das Regiões Administrativas conforme critério do IDH.

Neste contexto, cultural e sócio-econômico é que estão inseridos os atores objeto da intervenção didática que nos propomos a investigar. É relevante destacar o contexto em que foi desenvolvido o projeto; pois, na literatura, alguns trabalhos (Gatti, Patto, Costa, Kopit & Almeida, 1981; apud Martinelli & Genari, 2009) apontam no sentido de que o fracasso escolar, tanto em relação às dificuldades de aprendizagem, quanto à inadequação do aluno às normas escolares deve ser considerado como parte de uma trama de inter-relações que também deve levar em conta as condições familiares, as características do professor e da escola e o contexto social mais amplo, que os engloba e determina.

## 7.2 A METODOLOGIA DA PESQUISA

As pesquisas em Educação, ao longo das últimas décadas, vêm mudando seu foco. Das preocupações com o peso dos fatores extra-escolares no desempenho dos alunos, passa-se a dar maior atenção ao peso dos fatores intra-escolares. Nesse sentido, André (2001) menciona que os estudos atuais debruçam sobre o cotidiano escolar, focalizam o currículo, as interações sociais na escola, as formas de organização do trabalho pedagógico, a aprendizagem da leitura e da escrita, as relações de sala de aula, a disciplina e a avaliação. Desse modo, o exame de questões genéricas, quase universais, vai dando lugar a análises de problemáticas localizadas, cuja investigação é desenvolvida em seu contexto específico.

Nas últimas décadas, não só as temáticas mas também as formas de desenvolvimento das investigações em Educação vêm sofrendo modificações. Por volta de 1970 o interesse se localizava nas situações controladas de experimentação, do tipo laboratório, a partir da década de 90 o exame de situações “reais” do cotidiano da escola e da sala de aula é que constituiu uma das principais preocupações do pesquisador. Se o papel do pesquisador era sobremaneira o de sujeito de “fora”, nos últimos dez anos tem havido uma grande valorização do olhar “de

---

<sup>5</sup> Classificação para o bairro de Bangu – Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (última modificação às 23h41min de 24 de dezembro de 2012).



dentro”, fazendo surgir muitos trabalhos em que se analisa a experiência do próprio pesquisador.

Ainda segundo André (2001), as abordagens metodológicas também acompanham estas mudanças. Assim, ganham força os estudos chamados de “qualitativos”, que englobam um conjunto heterogêneo de perspectivas, de métodos, de técnicas e de análises, compreendendo desde estudos do tipo etnográfico, pesquisa participante, estudos de caso, pesquisa-ação até análises de discurso e de narrativas, estudos de memória, histórias de vida e história oral.

A partir dos estudos realizados num levantamento bibliográfico, através de livros, textos, artigos e Internet, estabelecemos uma metodologia de pesquisa que julgamos ser mais adequada ao projeto que nos propomos a realizar. Ficou assim definido que a abordagem metodológica da pesquisa será a do estudo de caso.

Embora a literatura aponte limitações no entendimento sobre o que realmente significa a condução de um estudo de caso (Berto; Nakano, 2000; apud André, 2001), essa é uma abordagem extensivamente utilizada, tanto no Brasil quanto nos países desenvolvidos.

Quanto a natureza das variáveis pesquisadas, o estudo de caso, pode ser classificado como quantitativo ou qualitativo. Embora, na literatura exista essa classificação, o estudo de caso pode usar, simultaneamente, dados quantitativos e qualitativos. Pois, usam uma variedade de fontes de informação, com os dados precisando convergir em um formato de triângulo (BRANDÃO, 2010).

O estudo qualitativo é o que se desenvolve numa situação natural, é rico em dados descritivos, tem um plano aberto e flexível e focaliza a realidade de forma complexa e contextualizada (LÜDKE & ANDRÉ, 1986).

Os estudos de caso enfatizam a interpretação em contexto. Um princípio básico desse tipo de estudo é que, para apreensão mais completa do objeto, é preciso levar em conta o contexto em que ele se situa. De modo que, buscam retratar a realidade de forma completa e profunda, enfatiza a complexidade natural das situações, evidenciando a inter-relação dos seus componentes.

Podemos dizer que o estudo de caso “qualitativo” ou naturalístico encerra um grande potencial para conhecer e compreender melhor os problemas da escola. Ao retratar o cotidiano escolar em toda a sua riqueza, esse tipo de pesquisa oferece elementos preciosos para uma melhor compreensão do papel da escola e suas relações com outras instituições da sociedade (LÜDKE & ANDRÉ, 1986).

O desenvolvimento do estudo de caso realiza-se em três fases: a *fase exploratória* - momento em que o pesquisador entra em contato com a situação a ser investigada pra definir o caso, levantar as questões iniciais, localizar os sujeitos e definir os procedimentos e instrumentos de coleta de dados; a *fase de coleta dos dados* e a *fase de análise sistemática dos dados*, traçadas como linhas gerais para condução desse tipo de pesquisa, podendo ser em algum momento conjugada uma ou mais fases, ou até mesmo sobrepor em outros, variando de acordo com a necessidade e criatividade surgidas no desenrolar da pesquisa.

### 7.3 DADOS E DISCUSSÕES

Os dados utilizados nesta investigação foram obtidos de diferentes fontes, para tanto, empregamos um questionário de concepções espontâneas, um memorial e uma prova. A triangulação dos dados destas diferentes fontes é que nos conduziram a formulação de algumas conclusões.

O Memorial se constitui em uma escrita livre do estudante acerca de suas vivências ao longo do ano. Devem ser registrados os avanços, os receios, os sucessos, os medos, as conquistas, as reflexões, sobre todo o processo experienciado. O propósito do memorial é fazer com que o estudante tenha um momento de reflexão não apenas de suas aprendizagens relativas aos conteúdos específicos, como já faz no Caderno de Aprendizagens, mas que possa refletir sobre seu compromisso, seu envolvimento e em que este está contribuindo para seu crescimento e o crescimento do grupo.

No memorial o estudante exercita sua capacidade reflexiva sobre sua atuação, empenhos e compromisso consigo, com os colegas e professores. Neste sentido, o Memorial também cumpre o propósito de fazer com que o estudante desenvolva sua capacidade de se expressar através da escrita, pois entendemos que é de fundamental importância o estudante saber registrar suas idéias de forma organizada, clara, coerente, desenvolta e correta, no sentido estrito do uso da língua escrita.

Para sintetizar, são aspectos importantes de uma prática de avaliação formativa: utilização de instrumentos de avaliação diferenciados; autoavaliação que leve a uma auto-reflexão e maior responsabilidade sobre sua própria aprendizagem, utilização de diferentes formas de registro da aprendizagem dos estudantes; uma forte concepção de que se avalia, especialmente, para dar continuidade à aprendizagem dos estudantes e não para medir ou dar notas.

Ao avaliar seu processo de ensino, o professor poderá considerar mais amplamente o processo de aprendizagem de cada aluno e do coletivo. Portanto, é fundamental considerar que a avaliação das ações de ensino está diretamente relacionada à avaliação das aprendizagens.

**Trinta e oito (38) depoimentos coletados na Turma 01 – Fragmentos dos Memoriais** (as transcrições são literais – não aplicamos correção ortográfica ou reestruturamos as sentenças dos alunos).

A.A.01: No meu primeiro ano do ensino médio (...) o professor falava que tínhamos que aceitar a física e não entender, não gostava da aula do professor (...). No segundo ano, fomos prejudicados por causa que no começo do ano não tivemos professor de física, só fomos ter aula no segundo bimestre. (...) **No meu terceiro ano** (...), e no **quarto bimestre as aulas foram mais dinâmicas porque tivemos experiências.**

A.C.C.01: Nesses 3 anos aprendi que a física está presente no meu dia a dia (desde a folha que cai de uma árvore), nunca gostei muito confesso (...). **No terceiro ano ficou mais difícil e começou a complicar; estudava toda semana mas parecia que ficava ainda mais complicado** (...). Mas estou segura só pelo fato de aprender muitas coisas que estavam ao meu redor e que nunca tinha dado importância. (...) A física no ensino médio despertou o meu interesse e com isso passei a buscar mais conhecimento.

A.M.01: **Meu terceiro ano** tem sido muito difícil. (...) tive um péssimo rendimento em física esse ano, porém **no 4º bimestre (quando foi aplicado o projeto) dei um salto muito grande** e com os trabalhos do 4º bimestre acho que já atingi os 20 pontos.

A.M.A.01: **No meu terceiro ano** que estou cursando atualmente tenho muita dificuldade com a matéria, **esse quarto bimestre tá bem mais tranquilo** pela quantidade de trabalhos que o professor vem aplicando, mas mesmo fazendo todos não sei se irei conseguir passar direto (...).

A.M.01: Física? A matéria que a maioria das pessoas não entendem, poucas amam e muitas odeiam, eu sou uma delas, são tantas contas e fórmulas que complica nossa mente. (...) No primeiro ano (...) um dos piores professores que já tive na minha vida, não sei como consegui passar nele, nunca entendi nada sobre a matéria dele só lembro-me dele dizendo em todas as aulas “Fahrenheit” sempre a mesma coisa.

No segundo ano (...) veio a boa notícia não tem professor de física sei que é errado que temos que ter professores, mas eu odeio física. (...) chegou meio de maio a professora nova (...) sempre ajudou os alunos no primeiro bimestre fiquei com 6,0 já fiquei animada, no segundo 7,0 e no terceiro 9,0 nossa como pulei de alegria nem tive dificuldade não tenho que reclamar ela foi uma das melhores professoras que já tive na minha vida.

**No terceiro ano a mudança** (...) mudaram o professor (...) fiquei muito desanimada, não entendia as aulas dele era muito difícil, (...) primeira prova sem nenhum sucesso tirei zero, no segundo mais um zero, aí mesmo que surtei mas aí **no terceiro bimestre tirei uma (nota) melhorzinha, no quarto bimestre ele está ajudando bastante** (...) **mas ainda continuo detestando física** (A.M.01).

A.O.S.01: (...) No 3º ano as primeiras matérias entendi sem problemas, mas ao decorrer do ano complicou um pouco. (...) Não gosto muito de física, mas deu pra aproveitar alguma coisa.

A.B.C.R.01: Meu primeiro ano (...) a matéria que eu aprendi NADA foi física, o professor não explicava nada não dava matéria e falava para os alunos “ACEITAR” a matéria, mas como uma pessoa pode “aceitar” a matéria se ele nem explica direito.

B.G.S.01: No primeiro ano (...) Lembro-me do meu professor de física, o professor que me chamou mais atenção não só por sua matéria, mais por seus métodos de ensino, me dei bem em física, passei de série e gostei do ano. (...) no terceiro ano (...) gostei muito do professor de física, me dei bem na matéria, me interessei por cada assunto e me surpreendi em ver como a física é algo tão importante para nossas vidas, não é a minha matéria favorita, mas com certeza é a que mais me surpreendeu (B.G.S.01).

B.M.S.01: Lembro até hoje o nome da primeira matéria que tive no ensino médio relacionada a física, Termodinâmica, gostei da matéria e pensei, física, essa matéria vai ser a minha melhor matéria, mas com o decorrer dos meses percebi que não era a minha praia, e no último bimestre quando faltavam apenas quatro pontos para a minha aprovação, consegui apenas três, e fiquei de dependência em física. (...) mas passei com louvor na dependência No terceiro ano, (...) passei na maioria das matérias, no terceiro bimestre, mas novamente o que puxa o meu pé? Física, a bendita física. (...) apenas um professor normal que explica a sua matéria muito bem, pena que eu não entendo bulufas, comecei a entender somente no quarto bimestre, essa matéria sobre circuito e tal... (BMS.01).

C.O.S.01: Primeiro ano no colégio (...) comessaram-se as conversas (referindo-se as conversavas entre alunos no decorrer da aula) mas o professor era “ranzinza”, explicava a matéria, (...) havia uma certa dificuldade para compreender a matéria (...) até mesmo quando a turma colaborava. No segundo ano no colégio (...) não era uma professora com bastante frequência, porém quando entrava sabia aplicar a disciplina (...) apesar da matéria esta bastante complicada. O terceiro ano no colégio a turma fez como no primeiro no início colaborou após começou a desdenhar (...) a disciplina (se referindo ao conteúdo de física) não se modificou tanto só ligou uma matéria a outra e a turma teve uma capacidade menor de entendimento (...).

C.S.R.01: (...) mas no terceiro ano as coisas pioraram em relação a matéria porque eu não entendo nada, aliás não generalizando eu entendo, mas na prática fica difícil, admito que o último bimestre foi ótimo com os “trabalhos em sala” que a turma toda participou.

D.M.A.01: Seu relato refere-se a importância da física para compreensão do mundo ao nosso redor.

D.P.01: (...) realmente tudo parece ser física, tudo ao nosso redor. (...) Por mais que as notas não sejam tão boas assim agora eu entendi a física e o seu valor. (...) Antes eu só entendia a teoria, hoje intendo a prática. Posso sair daqui não sabendo tudo (...).

D.A.N.01: destacou que a física a desafiou a todo instante e mostrou que praticando, podemos nos superar.

D.L.M.01: (...) quando se tem bons professores, educadores e pessoas capacitadas que lhe auxiliam tudo fica mais fácil de aprender. Mas exige do aluno querer e estar interessado na matéria, ainda mais se falamos de **FÍSICA**. Cujas matérias requer de você uma concentração, um estudo, uma dedicação a mais. (...) **hoje posso dizer que entendo a matéria, quando se é explicada de maneira clara e objetiva**, sem rodeios (...).

D.S.A.01: O relato do seu primeiro ano foi intitulado **Falta de Professor e de Paciência** (...) logo no primeiro ano fiquei sem professor de física praticamente o ano inteiro, no começo gostei dessa idéia (...) até que então chegou o “abençoado” professor, que não era tão abençoado assim, pois era muito “ranzinza” e não sabia lidar com adolescentes “rebeldes”, sem total paciência, sem gosto nenhum de dar aula (...) começou ele com trabalhos, provas e testes um atrás do outro, e com o mínimo de explicação no quadro.

O segundo ano, **Persistência no Impossível**: (...) criei uma esperança que algo seria produtivo naquele ano, mas nada mudou, ou pior as minhas dificuldades só estavam aumentando mas eu continuava a acreditar no meu potencial (...) fui aprendendo do meu jeito (...) meti mais uma vez a cara nos estudos e passei arrastada para o terceiro ano.

**No terceiro ano, Força de vontade e Esperança**: (...) não consegui acompanhar totalmente a matéria, (...) fui deixando a matéria acumular. (...) confesso que larguei um pouco de mão a escola, estava desestimulada, (...) conseqüentemente a (nota) da prova não seria nada boa. (...) mudei de lugar, **acompanhei todas as aulas e consegui um excelente resultado que até mesmo me surpreendeu** (...) cheguei a uma conclusão: Física aprende quem tem interesse, muita força de vontade, e que os alunos na maioria das vezes é o que desestimula o professor a ensinar (D.S.A.01).

D.M.01: (...) Não tinha uma base para este ensino, logo obtive uma dificuldade para compreender a matéria e interpretá-las durante as provas. (...) ao decorrer do tempo fui percebendo que a física em muitas das vezes precisa ser treinada e praticada para um bom desempenho no futuro. (...) A mecânica e os seus subtemas (...) não era mais um quebra cabeça difícil de ser montado e sim uma questão de tempo para o aperfeiçoamento no ensino. O 1º ano praticamente foi um ano perdido devido a falta de interesse pessoal e não motivação dada pela escola. No segundo ano, um pouco de maturidade já me dominava, visando um futuro próximo e entendendo que daquele ensino irá gerar bons retornos, problemas como: sala apertada, superlotação de alunos não foi motivo para uma possível desculpa de não entender (...). **No terceiro ano**: (...) os dias seriam cada vez mais difíceis, devido aos estudos e com a junção da entrada no mercado de trabalho. (...) **todo o conteúdo físico, facilmente era entendido este ano**, tivemos um professor (...) que comprometia a usar sua paciência e tentar repassar parte dos seus conhecimentos para a turma. **Analisando meu ensino médio por completo, aprendi que a física está incluída nas nossas vidas** e temos o dever de entendê-la. Algumas partes deixaram a desejar, a falta de interesse, (...) a falta de professores (...). Espero que os alunos do futuro dessem um pouco de atenção para a física, pois quando você começa a entender, possa ser tarde demais para praticar (D.M.01).

H.O.T.S.01: No primeiro ano no C.E.L.S eu não consegui absorver a matéria de física pois minhas dúvidas não eram tiradas e não tinha uma aula produtiva, além do professor não saber lidar com a turma, nós também não colaboramos a turma era muito bagunceira. No segundo ano a matéria de física passou nula eu não consegui entender nada, pois a professora estava de licença e ficamos quase um ano todo sem as aulas de Física. **No 3º ano** (...) começamos a ter aulas de física constantes e bem formuladas, **se teve alguém que não aprendeu foi por falta de atenção** (...), e **além do mais tivemos aulas práticas isso faz melhorar o desempenho e**

entender muito mais a matéria e a aula não fica chata por isso o meu 3º ano e eu aprendi física (...) que mudo pelo menos o meu rumo, para melhor na matéria de Física (H.O.T.S.01).

I.L.S.01: (...) no terceiro ano a matéria está meio complicada e difícil o professor sabe explicar mais eu não entendo, mais pq também meu forte não é física vou ser sincera eu não gosto muito de física mais tento entender a matéria (...) eu tenho todas as matérias de física mais chega na prova me dá um branco ai eu tiro nota ruim.

J.S.C.01: (...) no primeiro ano peguei um professor que não explicava muito bem não conseguia entender nada do que ele falava sem explicação so tirava nota ruim nos cálculos que eu não entendia nada (...). No segundo ano no começo ficamos sem professor (...). No terceiro ano o professor explica direitinho quando eu não entendo e ele me explica muitas vezes os cálculos que eu ainda não entendo. Ainda tenho um pouco de dificuldade mas vou tentar (...).

J.B.01: (...) Quanto a física, sempre tive dificuldade, principalmente no primeiro ano. No segundo ano também não foi diferente. (...) mais uma vez tive MUITA dificuldade (...). A turma, como era de costume, sempre bagunçando as aulas (...). O terceiro ano está sendo um pouco puxado (...) mas por outro lado, tive um pouco menos de dificuldade por ter visto algumas matérias de física no curso (preparatório) e isso me ajudou bastante. O professor desse ano é bem tranquilo, tranquilo até demais, porque do jeito que a turma é eu já teria perdido a paciência (...). Ele faz uns trabalhos legais com a turma, gosto dos métodos dele de ensinar, trazendo formas visuais de entender a física, que diferente de todos os outros, é o que mais tentou fazer a turma toda entender. Em relação as notas, eu acho que as minhas não estão muito ruins, não são as melhores, mas pelo menos não estou tão preocupada como nos outros anos (J.B.01).

K.M.S.01: (...) O primeiro ano com a física foi tão absurda que quando lembro chega a ser engraçado, estudei com um professor que falava “Física não se entende, se aceita”. Ai é que está o problema como irei aceitar uma coisa que eu não entendo? (...) passei, não sei como, porque de fato, eu ainda não tinha aceitado a física (...). Segundo ano chega, minha turma sem professor de física (...). No terceiro ano (...) pode-se dizer que este ano, é o que eu mais estou aprendendo física (...) e o ano em que mais me dediquei (...). E com a matéria mais fácil tudo fica melhor (K.M.S.01).

L.L.P.S.01: No primeiro ano do ensino médio (...) não gostávamos da aula, pois encontrávamos dificuldade em entender suas explicações. Ele sempre repetia que a Física não era pra ser entendida e sim aceita (...). No segundo ano começamos a ter aulas de Física apenas no segundo semestre (...) o motivo foi a falta de professor. A professora (...) era dedicada porém a turma fazia muita bagunça o que muitas vezes atrapalhava um pouco o nosso aprendizado. Ela explicava muito bem e passava trabalho para avaliar a turma em quase todas as aulas. O meu aproveitamento nesse ano foi bem maior e consigo me lembrar de quase toda a matéria que me foi ensinada (...). Neste 3º ano (...) acho que todos nós aprendemos bastante a matéria, pois além de explicar com clareza, a calma com que o professor conduz as aulas conta bastante, apesar da turma ser considerada a mais problemática do C.E.L.S, a paciência e o comprometimento do professor prevaleceu (L.L.P.S.01).

L.L.A.01: No meu primeiro ano eu estudava de noite não tinha professor (...) no segundo bimestre fui estudar de manhã (...). Passou um tempo eu entendia a matéria tirava boas notas. No segundo ano (...) eu matava muita aula de física mas tirava boas notas (...). No terceiro ano

eu prestava a atenção nas aulas mas chegava as provas eu me esquecia tudo e tirava notas ruins (referindo-se ao 1º e 2º bimestre), no terceiro bimestre eu comecei a tirar notas boas (L.L.A.01).

L.A.D.01: No primeiro ano foi muito difícil de compreender a matéria de física, não sei se era por causa do professor. (...) Já no segundo ano só tive aula de física a partir do segundo bimestre, mas foi um ano bem mais fácil (...) sem grandes dificuldades para passar foi um ano bem tranquilo (...). E no terceiro ano (...) eu pensei que iria ser bem difícil mas foi bem fácil (...) graças aos dois trabalhos de cada bimestre em que cada um valia dois pontos (...). Dos três anos o mais fácil de passar em física foi o terceiro ano, por causa dos inúmeros trabalhos valendo ponto, contando desde o início do ano foram muitas oportunidades dadas e si não fosse pelos tantos trabalhos dados certamente não teria conseguido ficar com boas notas durante o ano (L.A.D.01).

L.H.F.R.01: (...) certos professores nos incentivava a estudar, nos faz gostar da matéria, em ter prazer em estudar, mas varia muito do aluno também. O professor te incentiva, te transfere conhecimento e o mínimo a esperar é que estudemos. Realmente, eu comecei a gostar de física no terceiro ano, com um professor empenhado a ensinar, cobrando, passando trabalho de casa, aulas práticas, pela primeira vez no meu ensino médio (...). Meu professor do primeiro ano (...) pelo estresse do cotidiano não era um bom professor e (no 2º ano) por ter tirado licença, ausentou-se quase o ano inteiro da escola, comparecendo só ao fim do ano.

M.C.B.G.01: No primeiro ano, (...) logo de início consegui entender a matéria, porém pouco tempo depois eu não conseguia entender mais nada da matéria, fiquei com dificuldades, o que é horrível, ainda bem que os trabalhos e provas eram em grupos, assim ficava mais fácil e às vezes chegava a ser produtivo por começarmos a discutir a matéria em grupo e chegar a uma conclusão, por outro lado também um grupo passava a informação para outro (...), os grupos pegavam as respostas já prontas e fáceis. (...) no segundo ano (...) a professora não aplicava prova individualmente não, passava uns trabalhos em grupos, e avaliava como nota do bimestre, desse modo cada vez mais ninguém entendia, pelo menos a maioria não, pois sempre vasavam respostas de outros grupos, (...) todos copiavam (...), eu sabia que era errado, e mesmo assim eu copiava, para não ficar com nota baixa. (...) no terceiro ano (...) eu aprendi física de verdade, (o professor) aplicava prova, de início eu achei ruim, pois não estava acostumada em fazer provas de física (...) mais foi tranquilo, entendi o que é lei de Coulomb, vetores, campo elétrico, etc. Nos trabalhos eu conseguia me destacar, pois durante as aulas eu prestava atenção e conseguia responder, isso me deixava muito satisfeita por saber que em um ano eu consegui entender física, e não precisei ficar dependendo de outros alunos para responder o meu trabalho, e sim dependi de mim mesma (...) garantir o meu ponto com meu esforço (M.C.B.G.01).

M.H.01: (...) 1º ano (...) eu “tentei” compreender. O prof não nos ajudava muito, mas era pelo mesmo motivo: ninguém calava a boca. Ele (o professor) bem que tentou investir na turma, mas era difícil. O 2º ano foi realmente muito bom, tinha uma relação totalmente amigável com a prof. (...), e ela ME explicava tudinho (o motivo do “ME” é que somente eu me interessei pela matéria dada). No 3º ano (...) compreendi toda a matéria dada, obtive 100% de entendimento nas aulas. Essa era uma matéria que eu realmente esperava aprender desde o princípio, é algo que me chama a atenção, pois envolve a matéria que eu quero para a minha futura profissão. Sinceramente, gostaria de agradecer por insistir a nos explicar, pois obtive completo entendimento de toda a matéria dada no ano letivo (M.H.01).



M.F.A.P.01: A física (...) é muito temida por todos os alunos de todas as turmas e bastante complicada. No primeiro ano (...) foi bastante complicado (...) tive que fazer algumas aulas de reforço (...). Meu segundo ano foi mais fácil (que o ano anterior) (...). **No terceiro ano (...) encontrei certa facilidade na matéria** (...) o professor explicava bem o conteúdo, tendo alguns problemas apenas com o comportamento da turma. Concluo que a Física (...) **foi uma matéria na qual exigiu grande esforço por ter um alto grau de dificuldade, porém é uma matéria que é muito importante nas nossas vidas** (M.F.A.P.01).

R.M.S.01: No primeiro ano eu tive um rendimento regular, porque o professor (...) faltava e quando ele vinha eu não entendia nada do que ele explicava. A matéria (...) era difícil. (...) Ele (o professor) era muito chato ninguém gostava desse professor. No segundo ano eu tive um bom rendimento (...) mudou o professor (...). Ele era chato também, mas eu entendia tudo que ele explicava. A matéria era fácil. Eu sempre tirava nota boa (...) até gostei um pouco de Física, fiquei surpresa comigo porque essa matéria nunca foi o meu forte. No terceiro ano eu estou com um rendimento meio ruim, porque a matéria é bem complicada e difícil de entender, o professor (...) é legal (...) a turma é bem agitada e sempre quando ele está explicando começam a falar alto, fica difícil de entender algo. Já sou meio complicada pra entrar a Física na minha cabeça. (...) passar de ano agora é uma obrigação minha. (...) tenho que ter confiança em mim. (...) ele (o professor) ajuda passando trabalhos valendo pontos, se não o que seria de mim (R.M.S.01).

R.O.B.01: No meu primeiro ano do ensino médio (...) tive um professor de física muito doido (...) mas era um professor bom sabia explicar e tinha um coração muito bom. E eu consegui aprender a matéria, com algumas dificuldades mas consegui. (...) no meu 2º ano (...) tive um professor muito bom de física e não tive muita dificuldade na matéria, pra mim foi meu melhor ano em física. Agora **no 3º ano** (...) tive algumas dificuldades em física. O professor (...) explica direito, tira as dúvidas. Eu é que **estou tendo algumas dificuldades na matéria mesmo, não consigo entender muito bem estou achando muito difícil.**

T.S.S.01: (...) Nos 2 primeiros anos eu me dei super bem, não só em física como também nas outras matérias em que as contas estavam envolvidas. Realmente eu aprendi física naqueles 2 anos (...). Como todos sabem o Leopoldina tem fama de ser um colégio de bagunceiros (...) mas pra mim, quem faz a escola é o aluno. (...) Particularmente, **física foi uma das matérias que eu mais detestei. Não sabia porque a dificuldade em entender, se a explicação que era péssima ou se a minha atenção que estava tão ruim assim, é que na verdade eu queria estar na pracinha (pátio do Colégio) como todos (...). Mas é que meu modo de ver as coisas é meio diferente, de duas uma: ou entendo de primeira ou simplesmente não entendo e nada mais se encaixa** (TSS.01).

V.C.M.P.S.01: (...) comecei o ensino médio aqui no C.E.L.S, e foi uma experiência que vivi e vou levar para a vida toda (...). No 2º ano (...) repeti de ano por me deixar levar por certos tipos de amizade. E com essas atitudes que tomei vinheram as conseqüências, fiquei mais um ano no colégio, perdi diversas oportunidade de emprego, perdi um ano onde os meus planos ficaram mais difícil de alcançar. Mas também aprendi muito (amadurecimento). (...) minha cabeça mudou em relação aos estudos (...). Minha relação com a física nunca foi boa desde do 1º ano tenho muita dificuldade em aprender física, creio que essa dificuldade agora **nesse 3º ano** vem desde do 1º ano, se eu entendece a matéria desde do começo do ensino médio talvez não iria está com tantas dificuldades agora, mas **posso dizer que, não é a matéria que menos gosto, só não compreendo, é de mim mesma** (...) (V.C.M.P.S.01).



V.R.S.01: (...) **estou tendo mais dificuldade em física, nas demais matérias estou me saindo bem.** (...) Problema estou tendo com a Física. Mas com dedicação vou conseguir superar essa dificuldade que estou passando no momento. (...) Aprendi com meus professores que a física está em toda nossa vida. Em tudo que nos cerca. E que dependemos muito dela. Exemplo: se um foguete vai ao espaço aí está a física, se um satélite nos traz várias informações isto é física, os computadores que tanto facilitam a vida, tem física. E os veículos transportam graças à física. Além de auxiliar com suas fórmulas em outras matérias. As armas para nossa defesa, os aviões, os navios, todos sem a física não funcionariam. São as leis da física que nos tiram da inércia, e através da aerodinâmica, nos levam mais rápido ao futuro. Concluindo: a física faz parte de mim e de você (V.R.S.01).

W.S.01: No seu relato sobre os anos no ensino médio: (...) eles (os professores) sempre queriam poder ensinar das maneiras mais fácil, só não aprende quem não está interessado. **Neste ano posso dizer que em física claro que aprendi nos outros só que nesse ano foi mais interativo com aulas práticas em sala, assim todos não só saberiam explicar quanto saberão fazer.** (...) esse (entre os três anos do ensino médio) foi o melhor ano na escola Leopoldina da Silveira e será inesquecível (W.S.01).

Esses registros reflexivos têm por objetivo servir de auto-avaliação para os estudantes. Nos memoriais estão registrados os caminhos que os estudantes fizeram para sanar suas dúvidas, para compreender aquilo que ainda não sabiam e agora já sabem, e as dúvidas que ainda permanecem. Ao relembrem as tarefas, os alunos não só avaliam o que aprenderam, como também têm a possibilidade de refazer aquilo que julgam que, agora, já poderiam fazer melhor.

Acreditamos que refletir sobre sua própria aprendizagem faz com que o estudante adquira uma maior responsabilidade sobre sua escolaridade. Porém, responsabilidades são aprendidas, construídas. Somente uma prática constante de reflexão e incorporada como algo natural ao processo pode, com o tempo, levar a uma mudança de postura por parte dos estudantes.

**Tabela 2 – Representação da Física extraída do memorial do aluno antes do projeto**

Representação da Física antes do projeto – Turma 01	Freqüência	Percentual
Física é mais difícil que as outras matérias	4	10,5%
Quanto à importância da Física no nosso dia-a-dia	7	18,4%
A Física é complicada, não entendo nada!	9	23,7%
Tenho muita dificuldade para entender a matéria	10	26,3%
Tenho um pouco de dificuldade para entender a Física	1	2,6%
Entendo hoje, amanhã não sei mais nada.	3	7,9%
Não gosto de estudar Física	6	15,8%
Comecei a entender Física	8	21,0%
Comecei a me interessar por Física	3	7,9%

**Tabela 3** – Representação da Física extraída do memorial do aluno após o projeto

Representação da Física após o projeto – Turma 01	Frequência	Percentual
Física é mais difícil que as outras matérias	3	7,9%
Quanto à importância da Física no nosso dia-a-dia	5	13,2%
A Física é complicada, não entendo nada!	2	5,3%
Tenho muita dificuldade para entender a matéria	3	7,9%
Tenho um pouco de dificuldade para entender a Física	1	2,6%
Entendo hoje, amanhã não sei mais nada.	2	5,3%
Não gosto de estudar Física	4	10,5%
Comecei a entender Física	19	50,0%
Comecei a me interessar por Física	4	10,5%

No contexto escolar é comum ouvir-se de professores, pais e alunos, manifestações impregnadas de mitos, valores, atitudes e crenças a respeito da física, que são construídas num processo de relações que constituem as representações. Estas falas que são construídas pelas pessoas e difundidas no contexto social, podem ser consideradas como Representações Sociais (MOSCOVICI, 1961; apud MACIEL; PROCHEIRA, 2008).

De acordo com Minayo (1995, p. 108; apud MACIEL; PROCHEIRA, 2008), “as Representações Sociais se manifestam em palavras, sentimentos e condutas e se institucionalizam, portanto, podem e devem ser analisadas a partir da compreensão das estruturas e dos comportamentos sociais”.

As Representações Sociais podem ser compreendidas como "um conjunto organizado e hierarquizado de julgamentos, de atitudes e de informações que um determinado grupo social elabora a respeito de um dado objeto”. Para o autor, que desenvolve a teoria das representações sociais conhecida como Teoria do Núcleo Central, as idéias que são comuns à maioria dos sujeitos de uma sociedade representam o núcleo central da representação, que tem como característica a estabilidade e a resistência à mudanças. Os demais elementos são denominados periféricos e podem diferir de um sujeito para outro.

Segundo Vergés (2002; apud MACIEL & PROCHEIRA, 2008), as palavras mais frequentes e evocadas em primeiro lugar tem maior probabilidade de constituírem o núcleo central da representação social, isto porque, seu alto índice de acessibilidade (o qual está relacionado com a rapidez de acesso e recuperação na memória) e sua saliência (a qual está relacionada com a frequência com que foram evocadas pelo grupo) revelam que elas são muito compartilhadas no grupo entrevistado.

## Análise do questionário de concepções espontâneas.

**Tabela 4** – Questionário de Concepções espontâneas (Turma 01)

Concepções espontâneas – Turma 01	Frequência	Percentual
Modelo unipolar	10	28,6%
Caminho fechado entre o consumidor e a fonte	0	0
Não conservação da carga elétrica	2	5,7%
Divisão da energia/aumento da resistência elétrica	7	20,0%
Caminho fechado/diferenciação entre ckts série e paralelo	23	65,7%
Não Conservação da carga em ckt paralelo	9	25,7%
Independência de caminhos fechados (ramal)	5	14,3%
Não Contextualizou	0	0

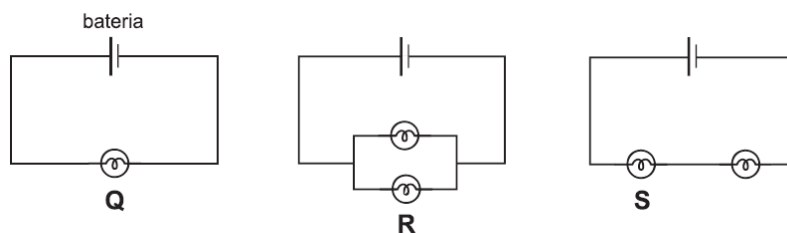
De posse dos dados referentes ao questionário de concepções espontâneas, verificamos a frequência com que se manifesta cada uma das concepções. Após a intervenção instrucional do projeto em estudo, foi feita uma avaliação formativa, por meio de uma prova contendo três questões e subitens. Cruzamos os dados provenientes do questionário com os referentes a prova, a fim de constatar se houve evolução dos conceitos em direção àqueles aceitos pela comunidade científica.

Esses resultados serão considerados no delineamento de futuras situações que permitam investigar procedimentos e modos de raciocínio utilizados pelos nossos alunos quando envolvidos em atividades que demandam atitudes de reflexão.

A prova<sup>6</sup> aplicada versa sobre eletricidade e conceitos básicos sobre circuitos elétricos. Composta por três questões, apresenta um total de seis itens a serem avaliados: quatro envolvem conceitos e procedimentos e dois apenas conceitos.

➤ 1ª questão, de múltipla escolha, cunho conceitual e procedimental.

**1. (UFMG/2007)** Em uma experiência, uma aluna conecta lâmpadas idênticas a uma bateria de três maneiras diferentes, conforme representado nestas figuras:



<sup>6</sup> Questões retiradas do site [www.fisicanovestibular.com.br](http://www.fisicanovestibular.com.br) (prof. Rodrigo Penna)

Considere que nas três situações, a diferença de potencial entre os terminais da bateria é a mesma; e, sejam  $P_Q$ ,  $P_R$  e  $P_S$  os brilhos correspondentes, respectivamente, às lâmpadas Q, R e S. Com base nessas informações é correto afirmar que:

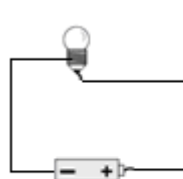
- A)  $P_Q > P_R$  e  $P_R = P_S$
- B)  $P_Q = P_R$  e  $P_R > P_S$
- C)  $P_Q > P_R$  e  $P_R > P_S$
- D)  $P_Q < P_R$  e  $P_R = P_S$

Nº de alunos	Acertos	Aproveitamento
41	4	9,8 %

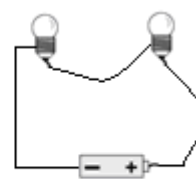
➤ 2ª questão: múltipla escolha, cunho conceitual. Aproveitamento: 65,9%

2. (PUC/RJ-2000) Considere duas situações. Na situação A, uma lâmpada é conectada a uma bateria, e, na situação B, duas lâmpadas iguais são conectadas em série à mesma bateria. Comparando-se as duas situações, na **situação B**, a bateria provê:

- I) A mesma luminosidade.
- II) Maior corrente.
- III) Menor corrente.
- IV) Maior luminosidade.



Situação A



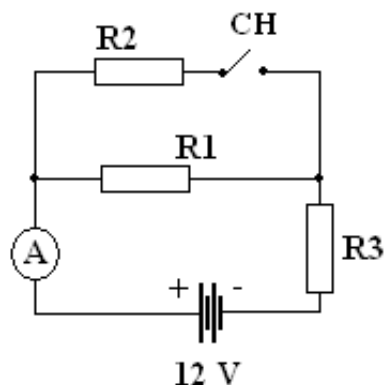
Situação B

Nº de alunos	Acertos	Aproveitamento
41	27	65,9 %

➤ 3ª questão, circuito elétrico misto (conceito básico).

3. Observe este circuito, constituído de três resistores,  $R_1 = 1\Omega$ ,  $R_2 = 4\Omega$  e  $R_3 = 3\Omega$ , um amperímetro **A**, uma bateria de 12 volts; e um interruptor **CH**.

- a) Com o interruptor **CH** aberto, haverá corrente elétrica passando pelo resistor  $R_2$ ? Justifique.
- b) Enquanto **CH** estiver aberto, haverá corrente elétrica circulando pelo resistor  $R_3$ ? Justifique.
- c) Com **CH** aberto, calcule a intensidade da corrente elétrica registrada no amperímetro.



d) Ao fechar o interruptor **CH**, a intensidade da corrente elétrica registrada no amperímetro vai aumentar ou diminuir? Justifique.

- 3ª questão (3a), questão de cunho conceitual, trabalha um dos conceitos básicos dos circuitos elétricos (a necessidade de um caminho fechado para a circulação da corrente elétrica).

Acertos	0	50%	100%
Nº de alunos	8	3	30

- 3ª questão (3b), trabalha os conceitos básicos dos circuitos elétricos (a necessidade de um caminho fechado para a circulação da corrente elétrica, e a diferença de potencial aplicado ao resistor).

Acertos	0	50%	100%
Nº de alunos	18	4	19

- 3ª questão (3c), exige conceito de circuito série/paralelo e técnicas de resolução de problema: cálculo da resistência equivalente ( $R_{eq}$ ) no circuito série e conhecer a relação entre as grandezas  $V$ ,  $R$  e  $i$ .

Acertos	0	50%	100%
Nº de alunos	29	5	7

- 3ª questão (3d), exige conceito de circuito série/paralelo e técnicas de resolução de problema: cálculo da  $R_{eq}$  no circuito paralelo/série e conhecer a relação entre as grandezas  $V$ ,  $R$  e  $i$ .

Acertos	0	50%	100%
Nº de alunos	19	5	17

**Tabela 5** - Desempenho na Prova versus verificação de concepções espontâneas

Questão	Concepções verificadas	Prova	Questionário
1.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Diferenciação entre ckt. Série e paralelo;</li><li>➤ divisão da energia/aumento da resistência elétrica;</li><li>➤ não conservação da carga elétrica.</li></ul>	9,8%	65,7%
2.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ divisão da energia/aumento da resistência elétrica;</li><li>➤ relação entre as grandezas <math>i</math>, <math>R</math> e <math>V</math>.</li></ul>	65,9%	20%
3a.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ necessidade de um caminho fechado entre o consumidor e a fonte.</li></ul>	73,2%	0
3b.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Diferenciação entre ckt. série e paralelo;</li><li>➤ independência dos ramos.</li></ul>	46,3%	65,7%
3c.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ necessidade de um caminho fechado entre o consumidor e a fonte;</li><li>➤ diferenciação entre ckt. série e paralelo;</li><li>➤ cálculo da Req. em ckt. série;</li><li>➤ relação entre as grandezas <math>i</math>, <math>R</math> e <math>V</math>.</li></ul>	17,0%	-----
3d.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ diferenciação entre ckt. série e paralelo;</li><li>➤ cálculo da Req. em ckt. paralelo/série;</li><li>➤ relação entre as grandezas <math>i</math>, <math>R</math> e <math>V</math>;</li><li>➤ trabalha conceitos e procedimentos (técnicas e estratégia).</li></ul>	41,6%	-----

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No levantamento que fizemos da literatura especializada em Educação ficou evidente o baixo rendimento que os alunos do ensino médio apresentam na aprendizagem de física. Nesse sentido, a literatura apenas demonstra uma generalização daquilo que como educadores percebíamos como singular: pouco ou nenhum interesse dos alunos no conteúdo de física. Como resultado desse quadro, temos alto índice de reprovação, e aqueles que obtêm aprovação, em geral, apresentam baixo aproveitamento.

A literatura especializada (COLLARES, 1996; CORDIÉ, 1996; PATTO, 1996; apud MARTINELLI & GENARI, 2009), aponta que diversos fatores, associados ou não entre si, desencadeiam o processo que resulta no fracasso escolar, dentre eles, os fatores orgânicos, emocionais e sociais, bem como os de ordem pedagógica.

Dentre estes fatores, professores e educadores têm manifestado sua preocupação quanto à motivação dos alunos, pois à sua ausência tem sido atribuído pouco ou nenhum envolvimento nos estudos. Tem-se afirmado que um aluno motivado apresenta melhor desempenho se comparado aos demais, em decorrência do investimento pessoal que emprega na tarefa que realiza. Martinelli & Genari (2009) demonstram que pesquisas recentes permitiram concluir que a relação entre motivação e aprendizagem não se restringe a uma pré-condição da primeira para a ocorrência da segunda, mas que há uma relação de reciprocidade entre ambas. Dessa forma, a motivação é capaz de produzir um efeito na aprendizagem e no desempenho, assim como a aprendizagem pode interferir na motivação.

A nossa investigação buscou verificar se a aplicação do projeto didático proposto conseguiu produzir alteração positiva no processo ensino-aprendizagem, no sentido de melhorar o nível de aprendizagem de física.

A análise dos dados coletados aponta no sentido de que a intervenção didática que realizamos produziu alteração na representação que os alunos têm sobre a física. Estas alterações nos parecem bastante significativas já que ocorreram aumento das representações positivas – como “comecei a entender física” e “comecei a me interessar por física” – ao mesmo tempo que ocorreram reduções significativas das representações negativas – “a física é complicada, não entendo nada!” e “entendo hoje, amanhã não sei mais nada”.

É importante atentar que o incremento significativo na percepção do aluno de que ele pode aprender física, expressa na fala: “comecei a entender física”, foi acompanhado de uma redução, também significativa, de sentimento negativo sobre a aprendizagem de física. Com base nesta constatação, e entendendo que a aprendizagem sofre influência de fatores sociais,

afetivos, cognitivos e pedagógicos, podemos considerar que, a partir da intervenção didática aplicada, estamos conduzindo nossos alunos para uma mudança de atitude em relação à física que resultará em uma aprendizagem significativa do conteúdo proposto.

Embora no cruzamento dos dados referentes ao questionário de concepções espontâneas com os dados referentes ao desempenho dos alunos na prova, não demonstre de maneira explícita o efeito da intervenção didática realizada; pois, não evidenciam melhora no rendimento dos conteúdos conceituais, devemos resaltar o fato de que entre os alunos que participaram do projeto não tivemos entrega de prova com questão “em branco”. Esta constatação é importante, já que é grande a frequência de alunos que entregam a prova com questões “em branco” após as aulas tradicionais. Podemos, portanto, deduzir que o aumento da percepção dos alunos de que podem aprender Física está modificando, de forma positiva, a atitude dos alunos. O que se traduz no aumento do empenho dos alunos na solução dos problemas proposto. Desse modo, mantendo alimentada a motivação intrínseca dos alunos, esperamos aumentar o rendimento, também, nos conteúdos conceituais.

Os dados apontam também para a importância do trabalho do professor, já que em suas falas os alunos estabeleceram uma relação direta entre a atuação do professor e a sua representação da física. Confirmando, portanto, a prática do professor como peça fundamental para o processo de ensino-aprendizagem. Assim, a metodologia do professor parece ser capaz de criar e de modificar representações, podendo, se ele desenvolver novas competências, transformá-las em positivas.

Estas constatações aparecem como uma “luz no fim do túnel” já que verificamos que das dimensões que influenciam a aprendizagem, a única que não temos condição de alterar, de imediato, pela ação pedagógica é o da esfera social, os demais fatores são passíveis de melhoria.

Por fim, todo o sistema escolar deve ser continuamente repensado. Pois, como bem colocou Luckesi (2003): *Um educador que se preocupe com que sua prática educacional esteja voltada para a transformação, não poderá agir inconscientemente e irrefletidamente.* Assim, cada passo da nossa ação, enquanto educadores, deverá estar marcado por uma decisão clara e explícita do que estamos fazendo e para onde possivelmente estão caminhando os resultados de nossa ação.



## **APÊNDICE A**

### **Mestrado Profissional em Ensino de Ciências**

**Ramsés Rufino de Oliveira**

**Produto Final da Dissertação apresentada ao  
Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do  
Rio de Janeiro em 28 de fevereiro de 2013:**

## Manual de Montagem do Kit Didático

**Material necessário:** uma fonte de tensão com saída ajustada para 13,8 V, três bocais para lâmpadas B-09, duas lâmpadas 12V/21W, uma lâmpada 12V/5W, um interruptor simples ou chave “tipo faca”, fio 1 mm (6 pedaços de 10 cm), cabo paralelo de 1,5 mm (3 metros), uma prancha de madeira (25 cm x 30 cm) para a base, cola de madeira, 10 parafusos de fenda de 0,5 cm, uma chave de fenda, uma furadeira, uma broca para madeira de ½”, um ferro de solda de 60 Watts, fio de solda estanho de 1 mm, 8 garras “tipo jacaré”, 2 pinos “tipo banana” e dois multímetros.

### Procedimento de montagem

Na prancha de madeira, marque com um lápis os pontos em que deseja instalar as lâmpadas e a chave interruptora. Em seguida, faça os furos para introduzir os soquetes das lâmpadas.

Solde os pedaços de fios de 1 mm nos soquetes, conforme as ilustrações.

Instale os soquetes nos furos feitos na prancha de madeira.

Na outra extremidade dos fios, solde as garras “tipo jacaré”.

Agora, usando os parafusos, vamos fixar a chave interruptora.

Para conectar a fonte de tensão contínua de 13,8 V ao circuito instalado na prancha de madeira, descasque as extremidades do cabo de 1,5 mm e solde, de um lado, em cada uma das extremidades, as garras “tipo jacaré”; do outro lado, solde os pinos “tipo banana”, um em cada terminal.

## APÊNDICE B

### QUESTIONÁRIO DE CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS

Para as situações mostradas nas figuras 1 e 2, compare sua previsão com o que acontece quando ligar o interruptor.

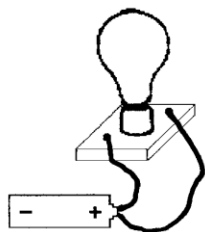


Figura 1

I) A lâmpada ligada à fonte, conforme a figura 1, irá acender ou não? Justifique sua resposta.

II) Observe a montagem do circuito na figura 2. Por que a lâmpada só acendeu quando foi fechada a chave interruptora? Veja a figura 3.

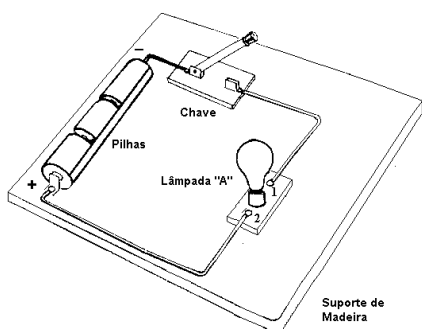


Figura 2 - Circuito elétrico aberto

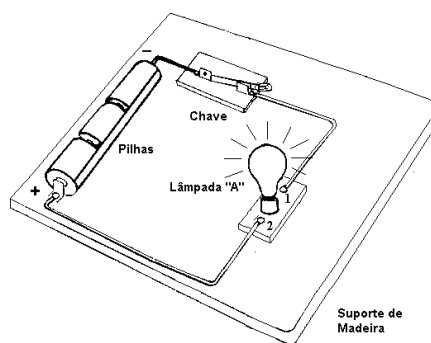


Figura 3 – circuito elétrico fechado

No circuito da figura 4 faremos combinações com duas lâmpadas em série.

III) No circuito da figura 4 foi introduzida a lâmpada B, similar a lâmpada A.

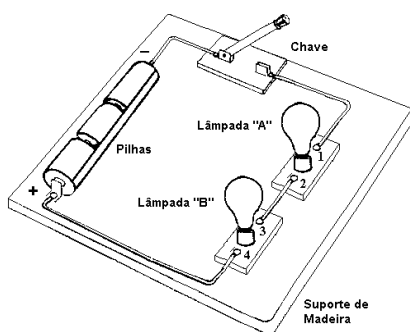


Figura 4 – circuito série

Introduzida a lâmpada B no circuito, responda: ocorrerá alteração no brilho da lâmpada A, comparado ao do circuito anterior, quando estava sozinha? Por quê?

IV) Desligue o interruptor, tire a lâmpada A do bocal. Antes de ligar diga, o que deve acontecer com o brilho da lâmpada B ao fechar o interruptor? Por quê?

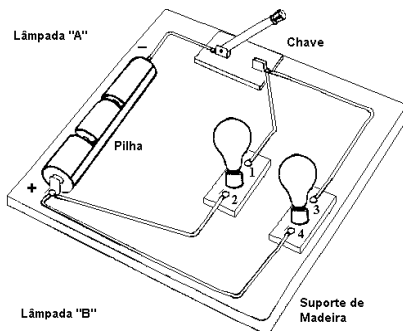


Figura 5 – Circuito com lâmpadas em paralelo.

No circuito da figura 5.3b, inicialmente, temos apenas a lâmpada A; posteriormente, colocamos, em paralelo, uma outra lâmpada, B, idêntica à lâmpada A.

V) O brilho da lâmpada A, agora, vai ser maior, menor ou igual ao brilho observado no circuito da figura 4?

VI) Desligue o interruptor, tire a lâmpada A do bocal. Antes de ligar pergunte: o que deve acontecer agora com o brilho da lâmpada B, ao fechar o interruptor?

VII) Pelo que você observou do comportamento dos circuitos série e paralelo, qual destes modelos você acredita que foi utilizado para fazer a instalação elétrica de sua casa?

## REFERÊNCIAS

BERNARD, H., Cicero & D. Epp., Chird – Laboratory experiments in College Physics; Seventh Edition, John Wiley & Sons, Inc.

BISCUOLA, G. José et al. – Os Tópicos da Física, vol.3, 1ª edição, Editora Saraiva. São Paulo – SP, 1983.

BLACKWOOD, Oswald H. et al. – Física na escola secundária, vol. 2, 6ª edição. Editora Fundo de Cultura S/A. Rio de Janeiro – RJ, 1971.

BLONGREN, V. – “Abordagem do eletromagnetismo a partir do automóvel”, Physics Education, vol. 33, nº 4, pp. 224-225, Julho/1998.

BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Concepções e dificuldades dos professores de Física no campo conceitual da modelagem científica. REEC. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 9, p.669-695, 2010.

CARVALHO, A. M. P. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In: Flávia Maria Teixeira dos Santos; Ileana Maria Greca. (Org.). A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias. 1º ed. Ijuí: Unijuí, 2006, v. 1, p.13-48.

CAMARGOS, Sérgio. Kant, as intuições puras de tempo e espaço e a formação do conhecimento. Florianópolis – SC, 2009. Disponível em: <http://infojur.ufsc.br/aires/arquivos/LucrecioDe%20la%20natureza%20de%20las%20cosas.pdf>. Acessado em: 08/01/2013.

CIVIERO, P.A.G. Transposição didática reflexiva: um olha voltado para a prática pedagógica. Dissertação de Mestrado – UFRS. Porto Alegre – RS, 2009.

COBRA, Rubens Queiroz. Vida, filosofia e obras de Immanuel Kant – II, Pagina de Filosofia Moderna. Disponível em: [www.cobra.pages.nom.br](http://www.cobra.pages.nom.br). Acessado em: 8/jan/2013.

FAJARDO, S. – Física, Eletricidade e Eletromagnetismo, volume III. 1ª edição, Editora Vega S/A. Belo Horizonte – MG, 1972.

FONTE BOA, M., Guimarães, L. A. – Física para o 2º Grau, Eletricidade e Ondas, 1ª edição, Editora Harbra Ltda. São Paulo – SP, 1998.

Gerson Kniphoff da Cruz – Uma Nova Visão para Conduzir as Atividades Iniciais do Laboratório de Eletricidade; Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 19, nº 2 – Junho, 1997.

GRAVINA, M.H., Buchweitz, B. – “Mudanças nas Concepções Alternativas de Estudantes Relacionadas com Eletricidade”, Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 16, nº (1- 4), 1994.

HAPER, B. et al. – Cuidado, Escola! Desigualdade, domesticação e algumas saídas, 35ª edição, Editora Brasiliense S.A. São Paulo - SP, 1996.

KANT, Immanuel. Crítica da Razão Pura. Coleção “Os pensadores”. Editora Nova Cultura. São Paulo-SP, 1996.

LUCKESI, Cipriano Carlos. Filosofia da educação, 3ª edição. Cortez Editora. São Paulo – SP, 2011.

LUCKESI, Cipriano Carlos – Avaliação da Aprendizagem Escolar: estudos e proposições, 15ª edição, Cortez Editora. São Paulo – SP, 2003.

LÜDKE, Hermengarda Alves Lüdke Menga; ANDRÉ, Marli. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. 1ª ed. São Paulo: EPU, 1986. 110p.

MACIEL, T. A.; PROCHEIRA, R. M. J. A. R. Representações sociais de matemática: um estudo com alunos dos cursos de aprendizagem do SENAI de Iatajaí-sc. In: EDUCERE, 2008, Curitiba. VIII Congresso nacional de educação EDUCERE edição internacional e III Congresso Ibero Americano sobre violências nas escolas – CIAVE. Curitiba, 2008. p.10726-10738.

MARTINELLI, S. C.; GENARI, C. H. M. Relações entre desempenho escolar e orientações motivacionais. Estudos de Psicologia, v. 14, p. 13-21, 2009.

MASSONI e MOREIRA. Investigações em Ensino de Ciências – V17(1), pp.147-181, 2012.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz – Curso de Física, volume 3; Editora Scipione. São Paulo – SP, 2000.

MOREIRA, M. A., Redondo, A.C. – “Construtivismo: Significados, Concepções Errôneas e uma Proposta”, VIII Reunión Nacional de Educación em la Física, Rosário, Argentina, 18-22 Outubro 1993.

MOREIRA, Fernando José de SANTORO. Categorias de quê? Acerca da leitura kantiana das categorias de Aristóteles. Tempo Brasileiro, Rio de Janeiro, v. 159, p. 61-75, 2004.

NETO, G., Luciano Del – Física 3, 1ª edição, Editora FTD. São Paulo – SP, 1985.

PEDUZZI, L. O. Q.; MOREIRA, M. A.; ZYLBERSTAJN, A.. As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história e filosofia da ciência numa seqüência de conteúdos em mecânica: o referencial teórico e a receptividade de estudantes universitários à abordagem histórica da relação força e movimento. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 14, n.4, p. 239-246, 1992.

PELIZZARI, Adriana; et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. Ver. PEC – v.2, n.1, pp. 37-42, julho 2002.

REZENDE, Flávia; OSTERMANN, Fernanda; FERRAZ, Gleice. Ensino-aprendizagem de física no nível médio: o estado da arte da produção acadêmica no século XXI. Revista Brasileira de Ensino de Física – v.31, n.1, 1402, 2009.

SALATIEL, J. R. Kant - teoria do conhecimento: A síntese entre racionalismo e empirismo. Especial para a Página 3 Pedagogia & Comunicação, 17/06/2008. Disponível em: <http://educacao.uol.com.br/disciplinas/filosofia/kant---teoria-do-conhecimento-a-sintese-entre-racionalismo-e-empirismo.htm>. Acessado em: 08/01/2013.

UENO, Paulo – Física, volume único, 1ª edição, Editora Ática. São Paulo – SP, 2006.

VARELA, Paulo; SÁ, Joaquim. Ensino experimental reflexivo das ciências: uma visão crítica da perspectiva piagetiana sobre o desenvolvimento do conceito de ser vivo. Investigações em Ensino de Ciências – v.17 (3), pp. 547-569, 2012.

Willys-Overland do Brasil S/A – Manual do Mecânico Willys, MMW – 01. São Bernardo do Campo – SP, 1972.