



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

JEIRLA ALVES MONTEIRO

**Plano de aula de Eletricidade com abordagem
investigativa: um estudo de caso**

FORTALEZA

2016

JEIRLA ALVES MONTEIRO

PLANO DE AULA DE ELETRICIDADE COM ABORDAGEM INVESTIGATIVA: UM
ESTUDO DE CASO

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Física do Departamento de Física, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de graduada em Licenciada de Física.

Orientador: Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho.

FORTALEZA

2016

JEIRLA ALVES MONTEIRO

PLANO DE AULA DE ELETRICIDADE COM ABORDAGEM INVESTIGATIVA: UM
ESTUDO DE CASO

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Física do Departamento de Física, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de graduada em Licenciada de Física.

Aprovada em: ___ / ___ / _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

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

Prof. Dr. Amauri Jardim de Paula
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico esse trabalho a minha mãe e ao meu namorado que sempre acreditaram em mim, me ajudando e orientando mesmo nos momentos mais difíceis.

“Confia no Senhor de todo o teu coração, e não te estribes no teu próprio entendimento. Reconhece-o em todos os teus caminhos, e ele endireitará as tuas veredas”.
Provérbios 3:5,6

Agradecimentos

- Agradeço primeiramente a Deus por sempre estar comigo e sempre ouvir minhas orações
- Agradeço ao Ferdinando Sousa, meu namorado, que está sempre comigo nos bons e maus momentos, me dando apoio, sempre acreditando em mim e me dedicando seu amor e companheirismo.
- A minha mãe, Almerinda de Oliveira, que me ensinou a ser forte e lutar pelo o que almejo.
- A minha irmã, Jackelyne Vieira, por ser um exemplo para mim.
- Ao meu orientador, Prof. Afrânio de Araújo Coelho, que gentilmente aceitou orientar este trabalho, sempre muito educado, dando orientações, sugestões e correções. Muito obrigada por toda a ajuda.
- Agradeço a Universidade Federal do Ceará e aos professores do Departamento de Física que sempre nos incentivam a estudar e a continuar na vida acadêmica.
- Aos meus amigos da graduação, que me auxiliaram durante todo o curso.

Lista de Abreviaturas e símbolos

AAAS - American Association for The Advancement of Science

Apoud - Citado Por

CECINE – Centro de Ciências do Nordeste

CECIRS- Centro de Ciências do Rio grande do Sul

CECI's – Centros de Ciências

LC – Liceu do Ceará

GRAF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física

MEC – Ministério da Educação

PEC - Projeto de Ensino em Ciências

PREMEN - Projeto Nacional para a Melhoria do Ensino de Ciências

SNEF – Simpósio Nacional do Ensino de Física

USAID - United States Agency for International Development

USP – Universidade de São Paulo

Lista de Tabelas

Tabela 1: Resumo analítico de propostas de ensino por investigação.....23

Tabela 2: Algumas respostas e perguntas dos alunos, referente ao questionamento
“Por que o grafite emite luz”32

Tabela 3: Modificações que foram feitas no experimento, com base nas indagações
dos alunos e resultados obtidos.....33

Lista de Figuras

Imagem I- O experimento sendo apresentado aos alunos.....	30
Imagem II- Antes de começar o experimento.....	30
Imagem III- inicio do experimento.....	31
Imagem IV- Durante o experimento.....	31
Imagem V- Final do experimento.....	32

Resumo

Visando oferecer alternativas para os profissionais do ensino de Física, o presente trabalho buscou sintetizar as ideias de vários autores sobre o ensino investigativo e apresentar um plano de aula de eletricidade com uma abordagem investigativa, de modo que os professores de física possam se basear e introduzir o método investigativo no cotidiano de suas aulas. O plano de aula foi aplicado em uma turma de Ensino Médio em uma escola pública do Município de Fortaleza. Verificou-se a participação ativa dos alunos durante a realização de um laboratório aberto onde uma demonstração ilustrativa foi apresentada.

Palavras-chave: Ensino investigativo; Ensino de física; Método investigativo; Plano de aula.

Sumário

Justificativa.....	12
1.Introdução.....	13
2. Ensino de Física no Brasil.....	14
Referencias Bibliográficas do Capitulo.....	16
3. Introdução ao ensino investigativo	17
3.1 O Começo da Educação nova e da Pedagogia Progressista.....	17
3.2 Dewey e sua visão de experiência.....	18
3.3 Atividades Investigativas no ensino de ciências nos séculos XIX e XX.....	19
Referencias Bibliográficas do Capitulo.....	20
4. Concepções para a prática de Ensino Investigativo.....	21
4.1 Diferentes abordagens investigativas.....	23
4.2 Atividades investigativas.....	24
4.2.1 Demonstrações investigativas.....	24
4.2.2 Laboratório aberto.....	25
4.2.3 Problemas abertos.....	25
Referencias Bibliográficas do Capitulo.....	26
5. Atividade de campo.....	27
5.1 Projeto de pesquisa.....	27
5.2 Intervenção em sala de aula.....	29
5.3 Resultados e Discussões.....	34
Referencias Bibliográficas do Capitulo.....	35
Considerações Finais.....	36
Referencias Bibliográficas.....	37
Anexos.....	39
1. Plano de Aula.....	39

Justificativa

Quando comecei minha jornada no Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Ceará, fiquei amedrontada em algumas das aulas de disciplinas de Métodos de Ensino (disciplinas de Prática como Componente Curricular – PCC), pois nelas deveria elaborar e apresentar aulas que abordassem uma *metodologia investigativa* de ensino. Foi muito desafiador, porque eu nunca tinha vivenciado nenhuma aula nesse estilo, quando aluna do Ensino Básico. Outro agravante foi a quase ausência de material explicativo disponível sobre esta abordagem. Com efeito, apesar de inúmeras vezes buscar por este material, jamais encontrei nenhuma aula modelo na qual eu pudesse me basear. Isto complicava bastante a situação.

Ainda assim, mesmo acreditando estar seguindo as orientações dadas pelo professor da disciplina de Métodos de Ensino, orientador deste trabalho, este dizia que, a minha aula ainda estava longe desta *tal* abordagem investigativa. Isto realmente me frustrou no início, pois eu não tinha a mínima ideia de como melhorar minhas aulas investigativas.

Mas o tempo passou e eu comecei a interessar-me ainda mais pelo assunto, ou seja, por tudo que fosse relativo ao ensino investigativo. A partir daí, comecei a melhorar consideravelmente minhas aulas investigativas. Então percebi que não havia nenhum *grande mistério* nesse método de ensino, pois a única coisa que estava faltando no início, era o devido conhecimento sobre o assunto. Pensei então em elaborar meu Trabalho de Término de Curso – TCC sobre este tema, mais precisamente, em elaborar e aplicar um plano de aula baseado nesta abordagem, de modo que, pudesse servir como facilitador para professores de física da Educação Básica.

Capítulo 01

1 .Introdução

Desde a segunda metade do século XIX, até os dias atuais, o ensino de ciências vem sofrendo modificações, que são baseadas principalmente nas mudanças da sociedade.

Muitas metodologias de ensino foram utilizadas durante esse período de mudanças no ensino de ciências, mas, a que mais se destacou, foi, o método de ensino investigativo. Esse método ganhou força, principalmente nos Estados Unidos e na Europa, com a ascensão da educação nova e da pedagogia progressista.

O método investigativo é considerado bastante eficaz, pois o mesmo tem como objetivo, estimular os alunos a pensar, questionar e discutir assuntos abordados em sala de aula, através de situações problemas ou enigmáticas.

Atualmente, o ensino investigativo, é muito utilizado em países como os Estados Unidos, lá, esse método é conhecido como *Inquiry* ou ensino por descoberta. Entretanto, aqui no Brasil, esse método ainda é uma realidade muito distante.

Existem vários tipos de atividades investigativas, porém, atividade escolhida para compor o plano de aula (anexo 1) foi a demonstração investigativa, que consiste em demonstrar um experimento simples, mas enigmático.

O presente trabalho buscou reunir as características do ensino por investigação, abordadas nas obras de diferentes autores. Os aspectos históricos do ensino de ciências e do método investigativo, também foram abordados. Além da aplicação prática desta metodologia em sala de aula.

CAPITULO 02

2. O Ensino de Física no Brasil

Há tempo que se tem discutido e estudado por pesquisadores a necessidade da renovação e da reformulação no ensino de física no Ensino Médio (ARAÚJO e ABIB, 2003, ALVES, 2006, ROBERTO, 2009). Essa necessidade se dá pelas dificuldades que os alunos do Ensino Médio apresentam na disciplina de física, que é reiteradamente considerada difícil, inclusive até por professores:

Ensinar física é difícil. O ensino dessa matéria possui características muito peculiares, que abrangem diferentes áreas: a própria física, que engloba um amplo conhecimento e envolve ideias cada vez mais abstratas sobre uma parte do mundo natural... (ROBILLOTA & BABICHAK, 1997,p.35).

Segundo Bezerra e colaboradores (2009), há uma pequena evolução no ensino-aprendizagem de física, que busca uma aproximação com o dia a dia do aluno, e, assim, torná-lo mais contextualizado no cotidiano do aluno. Como consequência disto, pode-se observar uma renovação nos livros didáticos, que cada vez mais estão apresentando maneiras de aplicar os conhecimentos da Física no dia a dia do aluno. Entretanto, essa mudança ainda parece insuficiente, tendo em vista o quadro alarmante do ensino de física que ainda encontramos nas escolas do Brasil.

Moreira (2000) afirma que, desde a metade do século XX, as atividades experimentais ligadas ao ensino de física são essenciais para o processo de aprendizagem, mas ainda hoje essas atividades não são devidamente exploradas nas escolas, onde se prevalece o mero uso do livro didático. Um agravante neste sentido, segundo este autor, é que, a maioria das escolas públicas, não possuem uma infraestrutura suficiente para comportar um bom laboratório didático de física, o que impossibilita a implementação de um *curriculum* menos conteudista e mais experimental para a disciplina de física.

Segundo Almeida Junior (1979, 1980), a educação científica e tecnológica, nunca foi prioridade no sistema de ensino básico do Brasil. Desde a época da colonização portuguesa, no século XVI, quando foi fundada a primeira escola no Brasil, as disciplinas predominantes referiam-se às ciências humanas. Esta condição perdurou

até o início do século XIX. Apenas após 200 anos de colonização, as ciências da natureza começaram a ser incluídas nos *currículos* dos colégios daquela época. Ainda, segundo o autor, quando a família real portuguesa mudou-se para o Brasil, houve uma movimentação cultural e científica, mas só eram reconhecidos e patrocinados os estudos em medicina. Em todo esse período, não ocorreu nenhuma mudança substancial para o ensino de física.

Em 1965, foi criado pelo Ministério da Educação - MEC, seis centros de ciências, os CECI, em Pernambuco, Bahia, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul. Estes centros tinham como objetivo, produzir livros-textos e materiais de laboratórios, para serem distribuídos pelas escolas, e, também, tinham como objetivo, treinar professores, afim de que fossem mais qualificados para ensinar.

Outro passo importante para a melhoria do *currículum* do ensino de ciências, foi a implantação do Projeto Nacional para a Melhoria do Ensino de Ciências - PREMEM. Este projeto surgiu com a aprovação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação 5692/71, que criou o ensino profissionalizante, cujo objetivo, era ajudar a suprir as novas exigências impostas pelas mudanças, nas quais, o país estava passando. O programa teve o apoio da *United States Agency for International Development* – USAID e do MEC. Desta colaboração, nasceram três importantes novos projetos: o Projeto de Ensino de Física, do Instituto de Física da Universidade de São Paulo - USP e o Projeto Nacional de Ensino de Química de 2º grau, ligado ao CECINE, em 1972, e o Projeto de Ensino de Ciências - PEC, ligado ao CECIRS, em 1972. Foram criados outros projetos, mas só tiveram apoio e verba, até o final da década de 70 (NARDI, 2004).

Em 1984, foi criado o Grupo de Reelaboração do Ensino de Física – GREF da USP, que tinha como seus objetivos, criar uma proposta diferenciada de ensino de física para o Ensino Médio, que estivesse bem próxima das experiências vividas no cotidiano pelos alunos, de modo que eles pudessem vislumbrar a física como um instrumento que explica situações da sua própria realidade. Outro grupo que pesquisava sobre o ensino de física e que se consolidou no Brasil, foi o Grupo do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Nardi (2004) relata a dificuldade que este grupo enfrentou no início de suas atividades, pois esperava-se que seus participantes se dedicassem exclusivamente à pesquisa ou ao ensino de física, mas não foi este o caso. Apesar do começo turbulento, o grupo se saiu bem, utilizando estudos e pesquisas de métodos já utilizados. Esses dois grupos

citados, foram temas de debates nos primeiros encontros científicos nacionais de ensino de Física (SNEF- Simpósio Nacional de Ensino de Física).

Como pudemos ver acima, nos últimos 50 anos, começaram a surgir estudos, projetos e iniciativas para tentar mudar o quadro precário do ensino de física, com intuito de fazer uma reforma deste ensino, e assim, introduzir um componente experimental no cotidiano das aulas regulares dos Ensinos Fundamental e Médio. Mas, novos problemas surgiram, como a má formação dos professores, a falta de recursos e estrutura das escolas. E assim, o ensino de física no Brasil, até hoje, permanece um tanto estagnado, e até com algumas características remanescentes da época do império, onde se acreditava que só o professor é detentor do saber, ou, ainda, "...um ensino que apresenta a Física como ciência compartimentada, segmentada, pronta, acabada, imutável." (NARDI, 2004, pg 17).

Referencias Bibliográficas do Capítulo

ALMEIDA JÚNIOR, J. B. de. A evolução do Ensino de Física no Brasil. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, vol. 1, n. 2, p. 45-58, 1979.

ARAÚJO, M. S. T. e ABIB, M. L. V. dos S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, n. 2, jun. 2003.

BEZERRA, D. P; GOMES, E. C. S; MELO, E. S. N e SOUZA, T. C. A evolução do Ensino de Física – Perspectiva Docente. Revista Scientia Plena, vol. 5, n. 9, set. 2009.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 22, n. 1, p. 94-99, mar. 2000

NARDI, R. Memórias da Educação em Ciências no Brasil: A pesquisa em Ensino de Física. Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências. Departamento de Educação e Programa de Pós Graduação para Ciências. Faculdade de Ciências –Universidade Paulista – UNEP. Campos de Bauru - São Paulo -Brasil. 2004. <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n1/v10_n1_a4.htm#Nota%202> acesso em dezembro de 2015.

ROBILLOTA, M. R.; BABICHAK, C. C. Definições e conceitos em física. *Cadernos Cedes*, ano XVIII, nº 41, 1997, p. 35-45.

Capítulo 03

3. Ensino Investigativo

Tudo começa no século XIX, com a preocupação de alguns estudiosos do ensino de ciências em incentivar algumas atividades investigativas no ensino de ciências da natureza. A perspectiva de um ensino investigativo foi predominante na política educacional dos Estados Unidos, influenciada pelo pensamento do filósofo e pedagogo americano John Dewey (1859 – 1952), expoente máximo da escola progressista, cujas ideias iam de encontro à pedagogia vigente, hoje dita tradicional, proposta e amplamente difundida pelo filósofo e pedagogo Johann Friedrich Herbart (ZÔMPERO E LABURÚ, 2011)

3.1 O Começo da Educação Nova e da Pedagogia Progressista

Herbart (1776 – 1841), imerso no ápice do Idealismo Alemão de Kant, foi seguidor das ideias de Pestalozzi, que tinha uma pedagogia baseada na intuição. No entanto, Herbart também criticou a pedagogia de Pestalozzi, pois ele a julgava insuficiente, em alguns aspectos. Desta forma, fundamentou uma teoria pedagógica para que o professor, em sua prática docente, pudesse se basear em algo que não fosse somente suas próprias experiências (GOMES, 2003). Quando Herbart foi tutor de três garotos suíços, esta experiência o impulsionou a formular uma teoria pedagógica, e propor um método de ensino descrito em sua obra “Pedagogia geral derivada dos fins da educação”, de 1806. Segundo Libâneo (1990), Herbart dividiu seu sistema pedagógico em três regras fundamentais, quais sejam: *governo, disciplina e instrução educativa*.

O governo e a disciplina significavam regras externas que influenciavam diretamente no comportamento do aluno; com isso, era permitido que houvesse ameaças e castigos; esses castigos poderiam ser tanto restritivos como físicos. A instrução fazia com que o aluno se interessasse pela aprendizagem; essa instrução educativa deveria proporcionar ao aluno, uma variedade de interesses. Para Herbart, o governo e a disciplina eram fundamentais e garantiam o êxito no funcionamento da instrução (HERBART, 1983).

A *educação nova* veio contrapondo as ideias da pedagogia tradicional (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011). Por exemplo, para a educação nova, o centro da sala de aula era o aluno, o professor apenas o guiava na busca do conhecimento. Esta nova

pedagogia também defendia que, o aluno era participante ativo do próprio processo de aprendizagem, e que o ensino deveria ser baseado na vida e nas atividades, aliando teoria e prática. No mundo todo, as ideias da educação nova, também denominada Escola Nova, aqui no Brasil, tiveram a influência de pensadores como Rousseau, Pestalozzi, Fröbel, Montessori, Claparède e Adolphe Ferrière, na Europa, e John Dewey, na América. Destes, os que mais influenciaram o movimento da Escola Nova no Brasil foram Ferrière e Dewey.

As ideias dos pensadores que fundaram a pedagogia progressista e a educação nova, tiveram influência na criação do *cognitivismo*. Podemos também dizer que, há uma relação entre as ideias da educação nova e as ideias de Vigotsky, pois ambas defendem a importância da relação sociocultural no processo de aprendizagem (WONG e PUGH, 2001).

3.2 Dewey e sua visão de experiência

A “experiência” é a ideia central de Dewey, e que tem influência direta com a educação científica. Porém, muitas vezes, essa ideia foi um tanto mal interpretada. Ele acreditava que a experiência era uma fase na natureza em que ocorria uma interação entre o ambiente e o ser, onde os dois se modificam (ZÔMPERO E LABURÚ, 2011).

Segundo Dewey, para uma experiência ser considerada como educativa, ela tinha que aumentar a interação com o ambiente e servir de base para futuras interações. (Zômpero e Laburú, 2011). Nas suas palavras...

...a experiência, para ser educativa, deve conduzir a um mundo expansivo de matérias de estudo, constituídas por fatos ou informações, e de ideias. Esta condição somente é satisfeita quando o educador considera o ensino e a aprendizagem como um processo contínuo de reconstrução da experiência (DEWEY, 1958, p. 118).

Dewey quis romper o dualismo entre empirismo e racionalismo, e introduziu o conceito de experiência, que se refere ao conhecimento acumulado ao longo do tempo (ZÔMPERO E LABURÚ, 2011). A experiência não poderia limitar-se a um

simples ato no presente, mas também remete a algo que foi aprendido no passado, e que retorna no futuro para aprimorar a inteligência (DEWEY, 1958, 1980).

3.3 Atividades Investigativas no ensino de ciências nos séculos XIX e XX

Na metade do século XIX, alguns cientistas americanos e europeus começaram a reivindicar um ensino de ciências mais elaborado, pois para eles, a ciência era uma disciplina diferente das outras (ZÔMPERO E LABURÚ, 2011). Até aquela época, segundo Deboer (2006), o ensino de ciências possuía um currículo clássico que priorizava o estudo de matemática e gramática. No entanto, nesta mesma época, começava a ganhar força às propostas de alguns pensadores, notadamente de cientistas, de que o ensino de ciências deveria ser conciliado com pesquisas investigativas em laboratórios didáticos. Ainda segundo estes pensadores, o ensino das ciências naturais era essencial para a formação humana.

Neste período, o ensino com base investigativa apresentou três fases: a *descoberta*, onde os alunos exploravam o mundo natural; a *verificação*, onde eles utilizavam o laboratório para confirmar princípios científicos; e a *investigação*, onde os alunos tinham que descobrir algo, e depois provar soluções para aquelas questões utilizando o método científico (DEBOER, 2006).

No início do século XX, com o crescimento da urbanização, o ensino científico teve como base os valores sociais. Nessa época, o ensino de ciências era dividido entre atividades investigativas e aulas tradicionais (ZÔMPERO E LABURÚ, 2011). Na década de 50, os pesquisadores e líderes industriais começaram a dizer que o ensino de ciências tinha perdido seu rigor acadêmico.

Quando os soviéticos lançaram o satélite Sputnik, acendeu uma disputa entre o governo americano e o regime soviético; com isso, o ensino científico foi novamente direcionado ao rigor acadêmico, ou seja, as atividades investigativas foram suspensas (BARROW, 2006). Mas na década de 70, com o aumento da poluição industrial, o ensino de ciências voltou a ter uma abordagem investigativa e uma preocupação ambiental e social (ZÔMPERO E LABURÚ, 2011).

Na década de 80, um documento chamado *Science For All Americans* foi elaborado pela *American Association for The Advancement of Science – AAAS*, nos Estados Unidos. Nesse documento foi destacada a importância do ensino investigativo nas disciplinas de ciências da natureza. Segundo Barrow (*apud* Zômpero e Laburú,

2011), os alunos, a partir dali, teriam que aprender determinados procedimentos como: observar, anotar, manipular, descrever, fazer perguntas e tentar encontrar respostas para as perguntas.

No Brasil, o ensino investigativo pôde ser encontrado nas integrações curriculares nacionais a partir de 1997. Mas, segundo Sá e colaboradores (Sá *et al*, 2007) o ensino por investigação ainda não está bem estabelecido.

Como pudemos ver acima, a ideia do ensino por investigação vem sendo aprimorada há muito tempo; com isso, o ensino de ciências passou por várias modificações durante esse período.

Referencias Bibliográficas do Capítulo

- BARROW, L. H. A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. In: *Journal of Science Teacher Education*, 2006, 17:265–278, Springer 2006.
- DEBOER, G. E. Historical perspectives on inquiry teaching in schools. In: FLICK; LEDREMAN. *Scientific inquiry and nature of science*. Implications for teaching, learning, and teacher education. Springer, 2006.
- DEWEY, John. *Experiência y Educación*. Buenos Aires: Editorial Losada, 1958.
- DEWEY, J. *Experiência e Natureza : lógica : a teoria da investigação: A are como experiência: Vida e educação: Teoria da vida moral*. São Paulo: Abril Cultural, 1980
- GOMES, J. F. Prefacio à Edição Portuguesa. In: HERBART, F. J. *Pedagogia Geral*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2003.
- HERBART, J.F. *Pedagogia general derivada del fin de la educación*. Barcelona:Editorial Humanitas, 1983.
- LIBÂNEO, J. C. *Fundamentos teóricos e práticos do trabalho docente*. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (Tese de doutorado), 1990.
- SÁ, E. F. de, PAULA, H. de F, LIMA, M. E. C.; AGUIAR, O. G. de. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 6, Florianópolis, SC, Atas..2007.
- ZÔMPERO A.F, LABURÚ C.E. Atividades investigativas no ensino de ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens Rev. Ensaio | Belo Horizonte | v.13 | n.03 | p.67-80 | set-dez | 2011
- WONG, D . PUGH, Kevin.(2001) Learning Science: A Deweyan Perspective In: *Journal of research in science teaching*. VOL 38, No 3, P 317-336.

CAPITULO 04

4. Concepções para a prática de Ensino Investigativo

O ensino investigativo focado em demonstrações de experimentos é um procedimento metodológico que tem grande importância para o ensino de ciências. Segundo Delizoicov e Angotti (2000), tais atividades despertam a curiosidade dos alunos, favorecendo o envolvimento dos mesmos nas aulas de ciências. Porém, há várias formas de realizar tal procedimento metodológico.

Considerando que a Ciência surgiu da dúvida, de problemas e de questionamentos, o ensino de ciências baseado na investigação deve assemelhar-se ao *fazer ciência*, ou seja, partir de questionamentos na sala de aula para poder iniciar o *ciclo investigativo*.

Campos (1999) aponta que o ciclo investigativo deve surgir de uma situação problema, aberta e confusa. A investigação começa pela análise qualitativa do tema estudado. Depois disso, começa a elaboração de hipóteses ou modelos que podem ser testados experimentalmente, ou, a partir de conhecimentos já adquiridos. E para finalizar esse ciclo, tem-se a interpretação dos resultados obtidos. Ainda, segundo o autor, a experimentação investigativa deve ser mediada pelo professor, que deve confrontar o aluno utilizando questionamentos, valorizando as colocações dos mesmos:

Para isso, é importante que o professor estimule e valorize as indagações dos alunos. Suas primeiras tentativas de respostas merecem não só o respeito do professor, mas também ser consideradas verdadeiras hipóteses explicativas com as quais trabalhará. (CAMPOS, 1999, p.145).

Campos salienta que o professor deve orientar as hipóteses dos alunos, para que essas não se desviem do foco, que é o problema ou questionamento colocado inicialmente. Por conta disso, o professor deve exercer o papel de orientador, segundo as instruções abaixo:

- *Incentivar os alunos a formular hipóteses explicativas.*

- *Auxiliar na elaboração das hipóteses e dos experimentos para testá-las.*
- *Possibilitar a efetiva comprovação experimental das hipóteses dos alunos.*
- *Colaborar nas discussões, evitando que os alunos se desviem demais do objetivo central.*
- *Propor atividades em que o aluno perceba claramente o que e por que vai fazer, e as relações com aquilo que já foi feito. (CAMPOS, 1999, p.150).*

O método investigativo, muitas vezes é associado exclusivamente às aulas de laboratório; isto é uma afirmativa errônea, pois o ensino por investigação, pode facilmente ser posto em prática na sala de aula. O que muitas vezes impede que isto ocorra, é a falta de informação que o professor tem sobre o método em si. Com efeito, para Campos (1999), quando se tem interesse em fazer uma aula investigativa na sala de aula regular, tem-se que ter uma situação problema inicial que seja intrigante para os alunos, de modo a levá-los a debaterem entre si. Um exemplo de situação problema que pode ser abordada em uma aula de Ótica, é: “O que é luz?”. Essa simples pergunta pode ocasionar uma série de debates na sala de aula. Sem que o professor ofereça respostas prontas aos questionamentos dos alunos, tal como ocorre no dito ensino tradicional, este deve confrontá-los à realidade dos fatos, a razão de conceitos, princípios e leis já debatidas em sala de aula, a fim de dirigir os alunos a uma reflexão acerca de suas próprias concepções e interpretações do fenômeno em tela. Não raramente, o professor poderá servir-se do questionamento socrático para este fim.

A utilização de demonstrações e de experiências ilustrativas na sala de aula, como os ditos experimentos de baixo custo, é inteiramente propícia ao ensino investigativo, pois pode servir como ponte entre a realidade e a teoria explicativa. Ainda, estas demonstrações podem possibilitar o contato com materiais, situações concretas ou fenômenos que os alunos teriam dificuldades em conceber de outra forma, especialmente por abstração (CAMPOS, 1999).

4.1 Diferentes abordagens investigativas

Existem várias formas de abordagens para utilização de práticas investigativas. A tabela abaixo (Tabela 1) enumera, resumidamente, várias abordagens na visão de diferentes autores.

Tabela 1: Resumo analítico de propostas de ensino por investigação

Momentos do Processo	Del Carmen (1988)	Olvera (1992)	Zabala (1992)	Gil (1993)	Garcia (1993)
Escolha do objeto de estudo e do problema	Planejamento e clarificação do problema	Escolha do objeto de estudo	Explicitação de perguntas	Situação problemática. Precisar o problema	Contato inicial, formulação do problema
Expressão das ideias dos alunos. Emissão de hipóteses.	Definição, hipóteses de trabalho	Definição de hipóteses	Hipóteses, respostas intuitivas	Construção de modelos e hipóteses	Interação com as informações dos alunos
Planejamento da investigação	Planejamento da investigação e instrumentos	Planejamento de investigação	Fontes de informações, tomada de dados		Elaboração de estratégias para incorporar novas informações
Nova informação	Aplicação de instrumentos de investigação	Materiais e instrumentos	Tomada de dados	Realização de atividades	Interação da informação nova e pré-existente
Interpretação dos resultados e Conclusões	Comunicação, discussão, valoração	Comunicação de investigação. Publicação de trabalhos	Seleção, classificação de dados e conclusão	Interpretação dos resultados, relação hipóteses e corpo teórico	
Expressão e comunicação dos resultados	Comunicação, discussão, valoração	Comunicação de investigação. Publicação de trabalhos	Expressão Comunicação	Comunicação Intercâmbio entre equipes	Elaboração da informação existente. Recapitulação
Recapitulação e síntese	Sínteses Identificação Modelos explicativos			Sínteses, esquemas, Mapas conceituais	
Aplicação a novas situações			Generalização	Possibilidades de aplicação	Aplicação Generalização
Metacognição					Reflexão sobre o processo
Atuação no meio		Proposta de intervenção, Ações			

Fonte: Rodriguez et al, 1995. p: 12.

Ao analisarmos a tabela acima, percebemos que, mesmo com as diferenças nas formas de trabalho de cada autor, todos eles compartilham da mesma concepção, qual seja: em uma aula investigativa, é necessário uma questão problema para iniciar o trabalho com a turma. Segundo Rodriguez (1995), essa questão problema pode ser tomada por iniciativa do aluno ou do professor, mas, é indispensável que os alunos se interessem por esse problema que vai ser investigado, de modo que, eles fiquem instigados a resolvê-lo.

4.2 Atividades investigativas

De acordo com a Tabela 1, percebemos que há muitas formas de se por em prática o método investigativo. Cabe ao professor analisar a turma que será trabalhada, de modo que ele possa encontrar a forma ideal para introduzir a abordagem investigativa em sua escola. Porém, o professor, além de escolher a melhor forma de abordagem, ele também deve escolher a atividade investigativa mais adequada para sua turma. Descreveremos três atividades que podem ser trabalhadas em sala de aula.

4.2.1 Demonstrações Investigativas

De acordo com Azevedo (2006), as demonstrações experimentais, quando envolvem uma investigação acerca dos fenômenos naturais, têm uma grande contribuição no ensino de física. As *demonstrações investigativas* são aquelas que partem de um problema ou um fenômeno que será estudado e levam à investigação desse fenômeno (AZEVEDO, 2006).

As contribuições que atividades experimentais investigativas trazem ao ensino de física são muitas. Azevedo (2006) cita algumas:

- *Percepção de concepções espontâneas por meio da participação do aluno nas diversas etapas da resolução de problemas.*
- *Valorização de um ensino por investigação.*
- *Aproximação de uma atividade de investigação científica.*
- *Maior participação e interação do aluno em sala de aula.*

- *Valorização da interação do aluno com o objeto de estudo.*
- *Valorização da aprendizagem de atitudes e não apenas de conteúdos.*
- *Possibilidade da criação de conflitos cognitivos em sala de aula.*

(AZEVEDO, 2006, p. 27)

4.2.2 Laboratório Aberto

Conforme Azevedo (2006), o *laboratório aberto* é como qualquer outra atividade investigativa; inicia-se com uma questão problema que deverá ser respondida, nesse caso, por meio de uma experiência. A autora dividiu essa busca pela resolução do problema em seis etapas:

1. Proposta do problema.
2. Levantamento de hipóteses.
3. Elaboração do plano de trabalho.
4. Montagem do arranjo experimental e coleta de dados.
5. Análise de dados.
6. Conclusão.

Estas seis etapas são fundamentais para a realização de uma aula com o formato de laboratório aberto.

3.3.3 Problemas Abertos

De acordo com Azevedo (2006), *problemas abertos* são situações gerais apresentadas na sala de aula, onde são discutidas desde as condições de contorno, até as possíveis soluções para a situação problematizada. A resolução de problemas abertos pode ser bastante demorada, pois o mesmo abrange diversos aspectos, e se for do interesse do aluno, pode até se relacionar com questões de Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS. Como não há dados previamente definidos, como em *problemas fechados*, o aluno é instigado a desenvolver sua criatividade e a ordem de seu pensamento.

Referencias Bibliográficas do Capítulo

AZEVEDO, M.C.P.S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. Anna Maria Pessoa de Carvalho (Org). São Paulo. Thomson, 2006.

CAMPOS, M. M. A Formação de professores para crianças de 0 a 10 anos: modelos em debate. *Educação & Sociedade*, v.20, n.68, p.126-142, dez. 1999. (Número especial: Formação de profissionais da educação: políticas e tendências.).

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. Metodologia do Ensino de Ciências. São Paulo: Cortez, 2000.

RODRIGUEZ, J et al. ¿Cómo enseñar? (1995) Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación. *Investigación em la escuela*, n. 25.

CAPÍTULO 5

5. Atividade de Campo

Este capítulo tem como objetivo, descrever uma experiência de uma aula de eletricidade ministrada com uma abordagem investigativa em uma turma do Terceiro Ano do Ensino Médio.

5.1 Projeto de Pesquisa

Sem a pretensão de delinear um formato de pesquisa mais formal a este trabalho, buscou-se entretanto, nesta atividade de campo, responder aos seguintes questionamentos:

- Os alunos se interessam por aulas de física em que ocorram experimentos ilustrativos?
- Os alunos se interessam em fazer questionamentos?
- Quais as dificuldades reais que o professor enfrenta ao tentar utilizar o método investigativo?

Para colher as repostas de tais questionamentos, foi preciso elaborar um minucioso plano de aula (Anexo I) que seguisse algumas das diretrizes sugeridas por autores que se dedicaram ao estudo sobre o ensino por investigação. Abaixo são descritas as diretrizes e os respectivos autores que as preconizam:

Abordagem. Foi utilizado o modelo de Gil (1993) que segue as seguintes etapas:

1. Escolha do objeto de estudo e do problema.
2. Construção de modelos e hipóteses.
3. Realização de atividades.
4. Interpretação dos resultados.
5. Recapitulação e síntese.

Atividade. A atividade trabalhada foi uma *demonstração investigativa*, proposta por Azevedo (2006), que consiste em:

1. Por em prática a habilidade de argumentação dos alunos.
2. Construir conceitos científicos a partir de uma questão problema.

3. Utilizar experimentos simples.

Objetivos. Os objetivos buscados foram os descritos por Blosser (1988), que são:

1. Desenvolver habilidades de questionar, investigar, comunicar e organizar ideias.
2. Entender conceitos e hipóteses.
3. Desenvolver habilidades cognitivas.
4. Obter uma maior compreensão sobre a natureza científica.

Sendo assim, este trabalho de campo, que se fundamenta em uma revisão bibliográfica sobre o tema em tela, consiste de uma *pesquisa social qualitativa* cujas respostas foram colhidas a partir da *observação participante* do professor durante a execução do plano de aula previamente elaborado:

Definimos observação participante como um processo pelo qual um pesquisador se coloca como observador de uma situação social, com a finalidade de realizar uma investigação científica (MINAYO, 2012, p. 70).

A aula foi *realizada* na escola pública estadual Colégio Estadual Liceu do Ceará- LC, situada no município de Fortaleza-Ce, em uma turma do Terceiro Ano do Ensino Médio. Esta escola possui um laboratório didático de física com baixa frequência de utilização, e onde, presumidamente, nenhum de seus professores de física utiliza o método investigativo, nem na sala de aula regular, nem no laboratório. Isto significa que, os alunos não tinham, até o dia de minha intervenção, nenhuma vivência anterior com uma aula de física com abordagem investigativa.

No dia da intervenção, havia na turma 23 (vinte e três) alunos, o que facilitou muito durante o período de organização preliminar da aula, que consistiu em organizar a sala de aula de uma forma que todos pudessem ver o experimento acontecendo. Acredita-se que um número maior de alunos poderia atrapalhar este momento.

O assunto proposto no plano de aula foi escolhido com o aval do professor regular daquela turma e inseriu-se no conteúdo já programado para aquele período escolar: último bimestre de 2015. A escolha do experimento ilustrativo que deveria fazer parte do plano de aula (ver Anexo I) atendeu aos seguintes critérios:

- Montagem simples.
- Materiais de baixo custo e facilmente encontrados.
- Resultado bastante atraente.

O experimento escolhido, intitulado 'Lâmpada incandescente de grafite (Anexo I) aborda os conceitos de: (i) resistência elétrica, (ii) fontes de voltagens e (iii) baterias.

5.2 Intervenção em sala de aula

Nesta seção, relata-se com detalhes, a aplicação do plano de aula previamente elaborado.

Primeiramente, ao iniciar-se a aula na turma, os alunos foram informados que aquela aula seria *diferente*, que necessitava o máximo da atenção deles. Depois, foi solicitado que eles organizassem as carteiras, formando um círculo. O objetivo foi colocar a mesa dos professores no centro deste círculo, de modo que todos os alunos pudessem ver facilmente o experimento. No entanto, isto não foi possível, pois a mesa do professor era fixa. Desta forma, foi necessário improvisar, de modo que foi solicitado para que os alunos aproximassem suas carteiras o mais próximo possível da mesa do professor. Depois que os alunos organizaram suas carteiras como solicitado, o que levou 7 (sete) minutos do período da aula, pediu-se que eles ficassem bem atentos, para que eles pudessem observar o experimento em funcionamento. A Imagem 1 mostra uma foto tirada neste momento.

Antes de começar o experimento, perguntou-se a eles se sabiam como funcionava uma lâmpada incandescente. Foram muitas as respostas, mas nenhuma conceitualmente correta. Então, foi avisado, naquele momento, que eles deveriam observar uma lâmpada incandescente feita com mina de grafite. Alguns alunos duvidaram e disseram que não seria possível. Então, iniciou-se o experimento e foi pedido, mais uma vez, para que eles observassem atentamente. Neste momento, foi possível notar que alguns alunos ficaram bem impressionados com o desfecho do experimento. Esta apresentação teve uma duração de cerca de dois minutos.

A sequência de fotografias a seguir (Imagem 1-5) mostra o momento na sala de aula quando o experimento foi executado. Salienta-se nessas imagens, a atenção da maioria dos alunos, especialmente durante o período em que a mina de grafite torna-se candente.

Imagem I: O experimento sendo apresentado aos alunos.



Imagem II: Momento logo antes de começar o experimento.



Imagem III: Início do experimento.



Imagem IV: O experimento em andamento.



Imagem V: Momento ao final do experimento.



Ao término da apresentação do experimento, pediu-se aos alunos para que todos se sentassem, para que desse início a etapa de discussão sobre o experimento. Tudo transcorreu tranquilamente, ou seja, sem que houvesse alguma perturbação entre os alunos, tais como conversas paralelas, ruído exagerado de carteiras etc. As discussões começaram por uma pergunta principal, qual seja: “Por que o grafite emitiu luz?” Os alunos deram várias respostas e também fizeram várias perguntas. Algumas dessas perguntas e respostas estão descritas na Tabela 2, abaixo.

Tabela 2: Algumas respostas e perguntas dos alunos, referente ao questionamento “Por que o grafite emite luz?”

Respostas dos alunos	Perguntas dos alunos
<i>“Por causa das pilhas”</i>	“Esse grafite é um grafite comum?”
<i>“Porque a senhora colocou um grafite especial”</i>	“As pilhas são diferentes das normais?”

<i>“Porque tem um gás que queima, dentro do copo”</i>	<i>“Se colocar menos pilhas, ainda vai funcionar?”</i>
<i>“Por causa da eletricidade”</i>	<i>“Se tirar o copo de cima, ainda vai acender?”</i>

Tal como preconizado pela proposta do método investigativo, ou seja, que o professor não deve responder diretamente às perguntas dos alunos, buscou-se confrontar suas perguntas a partir de modificações no experimento base. Esperou-se, portanto, que novas demonstrações modificadas pudessem, por si só, responder às indagações e ainda contradizer ou, confirmar certas afirmações. As modificações que foram feitas no experimento, estão descritas na Tabela 3.

Tabela 3: Modificações que foram feitas no experimento, com base nas indagações dos alunos e resultados obtidos.

Modificações no experimento	Resultado do experimento
O numero de pilhas foi reduzido de oito para sete	Não funcionou
A mina de grafite de 0.5 mm foi trocada por uma mina de 0.7 mm	Não funcionou
O copo de vidro de proteção foi removido	Funcionou
O tamanho dos fios foi reduzido de 20 cm para 12 cm	Funcionou
As presas no formato jacaré foram retiradas dos fios.	Funcionou

Sempre que alguma modificação era feita, o experimento era executado. Dependendo desta modificação, essa execução tinha ou não êxito. Por exemplo, quando o copo de vidro foi removido e quando o tamanho dos fios foi reduzido, o grafite queimou emitindo luz normalmente. Porém, quando o número de pilhas foi diminuído e a mina de grafite de 0,5 mm foi trocada por uma de 0,7 mm, o grafite não emitiu luz nenhuma.

As perguntas escolhidas naquele momento foram, felizmente, as mesmas que haviam sido previstas quando da elaboração do plano de aula. Desta forma, tudo já estava preparado para que novas demonstrações pudessem ser reproduzidas, pois os materiais complementares necessários já estavam à disposição. No final da aula, um aluno foi escolhido para que este fizesse uma síntese daquela aula para o resto da turma, especialmente daquilo que ele havia compreendido sobre o assunto em tela. Esse aluno saiu-se bem, pois ele descreveu corretamente as situações físicas que ocorreram no experimento. Foi um momento bastante interessante, pois seus colegas fizeram naquela ocasião várias brincadeiras, e isto permitiu ainda mais descontrair aquela aula. Depois disto, a aula foi encerrada. Esta teve uma duração de 50 minutos.

5.3 Resultados e Discussões

Uma aula foi ministrada em uma turma do Colégio Estadual Liceu do Ceará-LC, seguindo uma abordagem investigativa. Pela reação de entusiasmo dos alunos, percebeu-se que eles não estavam acostumados com esse tipo de abordagem na sala de aula. Segundo Delizoicov e Angotti (2000), os alunos têm um interesse em experiências que descodificam situações da natureza. Pôde se constatar, que essa afirmativa é verdadeira, pois os alunos ficaram bastante empolgados com o experimento.

Segundo Campos (1999), para se iniciar um ciclo investigativo, os alunos precisam ser estimulados com situações intrigantes. Na aula trabalhada, a pergunta inicial foi: “Por que o grafite emite luz?” Essa pergunta “enigmática” abriu as portas para várias discussões e questionamentos, e isso fez toda diferença. Pelo fato dos alunos terem sido confrontados pela pergunta inicial, eles ficaram mais atentos e conseqüentemente, participaram mais da aula.

Almeida Junior (1979, 1980) descreve várias dificuldades que a educação científica enfrenta. Esses problemas vão desde a infraestrutura dos colégios até à má formação acadêmica dos docentes. Com o presente trabalho de campo, pôde-se notar que a precária infraestrutura da escola onde foi aplicada a aula atrapalhou levemente a execução do experimento. Com efeito, a acústica da sala não era boa e isso dificultou durante a análise dos questionamentos dos alunos.

Blosser (1988) trata sobre objetivos pedagógicos que podem ser atingidos, em longo prazo, com atividades de caráter investigativas. Esses objetivos são: desenvolver habilidades de questionar, investigar, comunicar e organizar ideias, entender conceitos e hipóteses, desenvolver habilidades cognitivas e ter uma maior compreensão sobre a natureza científica. Na turma trabalhada, não se pôde atingir todos esses objetivos, pois necessitaria mais aulas com esse tipo de abordagem, ou seja, o professor regular da turma teria de ministrar aulas e realizar atividades investigativas.

Referencias Bibliográficas do Capítulo

.ALMEIDA JÚNIOR, J. B. de. A evolução do Ensino de Física no Brasil. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, vol. 1, n. 2, p. 45-58, 1979.

ALMEIDA JÚNIOR, J. B. de. A evolução do ensino de Física no Brasil (2ª parte). Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 2, n. 1, p. 55-73, 1980.

AZEVEDO, M.C.P.S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. Anna Maria Pessoa de Carvalho (Org). São Paulo. Thomson, 2006.

BLOSSER, P.E. O papel do laboratório no ensino de ciências. Tradução M.A Moreira. Cad. Cat. Ensino de Física, 5 (2), pg 74-78, 1988

CAMPOS, M. M. A Formação de professores para crianças de 0 a 10 anos: modelos em debate. *Educação & Sociedade*, v.20, n.68, p.126-142, dez. 1999. (Número especial: Formação de profissionais da educação: políticas e tendências.)

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. Metodologia do Ensino de Ciências. São Paulo: Cortez, 2000.

GIL, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11, pp. 197- 212.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). DESLANDES, Suely Ferreira. GOMES, Romeu. *Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade*. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 31ª ed., 2012, pg 70.

Considerações Finais

De acordo com o que foi visto, pôde-se sintetizar os aspectos de uma aula investigativa realizada por meio de uma atividade demonstrativa em 3 (três) etapas:

1º etapa: Para por em prática uma atividade experimental demonstrativa investigativa, tem-se que primeiro iniciar o ciclo investigativo, fazendo alguma pergunta que seja intrigante ou enigmática.

2º etapa: Logo após, deve-se ouvir as respostas e os questionamentos dos alunos. Porém, neste momento, considerando que muitos podem ser os questionamentos e respostas em uma determinada turma, algumas bem diferentes umas das outras, não se pode levar em consideração todas elas. Desta forma, tem-se que escolher aquelas perguntas que podem ser respondidas por meio de um nova demonstração. Trata-se de uma etapa delicada, pois o professor deve ter o cuidado em não desmerecer aquelas perguntas julgadas *irrelevantes*.

3º etapa: O professor deve responder as perguntas escolhidas, fazendo modificações no experimento base. Estas modificações podem ser previstas com antecedência, por meio de um plano de aula previamente elaborado.

4º etapa: Finalizar a aula fazendo uma síntese de tudo o que foi discutido sobre o experimento. Esta síntese pode ser feita através do professor, ou dos alunos.

Com a realização do presente trabalho, foi constatado que a realização de demonstrações de caráter investigativo na disciplina de Física é bastante eficaz, pois estas chamam a atenção do aluno, retirando-o da passividade que ele exerce normalmente em aulas ditas *tradicionais*, permitindo que analise, investigue e questione aquilo que lhe é perguntado e, assim, colocando-o como sujeito ativo do seu próprio aprendizado.

Referências Bibliográficas

- ALMEIDA JÚNIOR, J. B. de. A evolução do Ensino de Física no Brasil. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, vol. 1, n. 2, p. 45-58, 1979.
- ALMEIDA JÚNIOR, J. B. de. A evolução do ensino de Física no Brasil (2ª parte). *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 2, n. 1, p. 55-73, 1980.
- ARAÚJO, M. S. T. e ABIB, M. L. V. dos S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 25, n. 2, jun. 2003.
- AZEVEDO, M.C.P.S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. Anna Maria Pessoa de Carvalho (Org). São Paulo. Thomson, 2006.
- BARROW, L. H. A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. In: *Journal of Science Teacher Education*, 2006, 17:265–278, Springer 2006.
- BEZERRA, D. P; GOMES, E. C. S; MELO, E. S. N e SOUZA, T. C. A evolução do Ensino de Física – Perspectiva Docente. *Revista Scientia Plena*, vol. 5, n. 9, set. 2009.
- BLOSSER, P.E. O papel do laboratório no ensino de ciências. Tradução M.A Moreira. *Cad. Cat. Ensino de Física*, 5 (2), pg 74-78, 1988.
- CAMPOS, M. M. A Formação de professores para crianças de 0 a 10 anos: modelos em debate. *Educação & Sociedade*, v.20, n.68, p.126-142, dez. 1999. (Número especial: Formação de profissionais da educação: políticas e tendências.)
- DEBOER, G. E. Historical perspectives on inquiry teaching in schools. In: FLICK; LEDREMAN. *Scientific inquiry and nature of science*. Implications for teaching, learning, and teacher education. Springer, 2006.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. Metodologia do Ensino de Ciências. São Paulo: Cortez, 2000.
- DEWEY, John. *Experiência y Educación*. Buenos Aires: Editorial Losada, 1958.
- DEWEY, J. *Experiência e Natureza : lógica : a teoria da investigação: A are como experiência: Vida e educação: Teoria da vida moral*. São Paulo: Abril Cultural, 1980
- GIL, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11, pp. 197- 212.

GOMES, J. F. Prefacio à Edição Portuguesa. In: HERBART, F. J. *Pedagogia Geral*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2003.

HERBART, J.F. *Pedagogia general derivada del fin de la educación*. Barcelona:Editorial Humanitas, 1983.

LIBÂNEO, J. C. *Fundamentos teóricos e práticos do trabalho docente*. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (Tese de doutorado), 1990.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). DESLANDES, Suely Ferreira. GOMES, Romeu. *Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade*. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 31ª ed., 2012, pg 70

MOREIRA, M. A. *Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas*. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 22, n. 1, p. 94-99, mar. 2000

NARDI, R. *Memórias da Educação em Ciências no Brasil: A pesquisa em Ensino de Física*. Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências. Departamento de Educação e Programa de Pós Graduação para Ciências. Faculdade de Ciências –Universidade Paulista – UNEP. Campos de Bauru - São Paulo - Brasil. 2004. <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n1/v10_n1_a4.htm#Nota%202> acesso em dezembro de 2015.

ROBILLOTA, M. R.; BABICHAK, C. C. *Definições e conceitos em física*. *Cadernos Cedes*, ano XVIII, nº 41, 1997, p. 35-45.

RODRIGUEZ, J et al. ¿Cómo enseñar? (1995) *Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación*. *Investigación em la escuela*, n. 25.

SÁ, E. F. de, PAULA, H. de F, LIMA, M. E. C.; AGUIAR, O. G. de. *As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências*. In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 6, Florianópolis, SC, Atas..., 2007.

ZÔMPERO A.F, LABURÚ C.E. *Atividades investigativas no ensino de ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens* *Rev. Ensaio | Belo Horizonte | v.13 | n.03 | p.67-80 | set-dez | 2011*.

WONG, D . PUGH, Kevin.(2001) *Learning Science: A Deweyan Perspective* In: *Journal of research in science teaching*. VOL 38, No 3, P 317-336.

ANEXO I

Plano de aula – Resistência elétrica

Objetivos a serem alcançados pelos alunos:

- Compreender e discutir conceitos de fontes de voltagem, baterias e resistência elétrica.
- Aprender a identificar e respeitar a diversidade da turma nos momentos de socialização.
- Dar exemplos práticos e de fácil compreensão.
- Compreender o funcionamento de uma lâmpada incandescente.

Conteúdos que serão discutidos:

Fontes de voltagem, Baterias químicas, Geradores e Resistência elétrica.

Procedimento metodológico:

Abordagem investigativa por meio de uma demonstração ilustrativa do funcionamento de uma lâmpada incandescente aberta. Trata-se de uma demonstração aberta que inicia-se a partir de questões-problemas.

Tempo previsto para aula:

50 minutos

Introdução teórica:

Fontes de Voltagem

As cargas elétricas fluem somente quando elas são impelidas, e para isso acontecer, é necessário um dispositivo de bombeamento adequado que forneça uma diferença de potencial, ou uma voltagem. Por exemplo, se duas esferas condutoras forem carregadas, uma positivamente e a outra negativamente, quando conectadas por um condutor, obtêm-se uma voltagem entre elas. Porém, esta não é

uma boa fonte de voltagem, já que, após um curto intervalo de tempo, os seus potenciais acabam se igualando. Os geradores e baterias, por outro lado, são ótimas fontes de energia, pois são capazes de sustentar um fluxo constante de energia por bastante tempo.

Os geradores e as baterias realizam trabalho quando geram uma diferença de potencial. Por exemplo, nas baterias químicas esse trabalho provém da desintegração do zinco em ácido, assim, a energia armazenada nas ligações químicas é convertida em energia potencial elétrica.

Resistência Elétrica

A resistência elétrica é a capacidade de algo resistir à passagem de cargas elétricas. Em um circuito elétrico, por exemplo, a quantidade de corrente existente nele não dependerá apenas da voltagem, mas também da resistência elétrica que o condutor fornece ao fluxo de carga. Isto se assemelha, por exemplo, ao fluxo de água em um cano, que não depende só da pressão, mas também da resistência que o cano oferece: um cano curto oferece menos resistência do que um cano comprido. Essa analogia também serve para os fios pelos quais a corrente flui, pois a resistência elétrica dos mesmos depende do comprimento e largura dos fios.

Sabendo disso, podemos dizer que, a resistência elétrica relaciona a diferença de potencial aplicada entre dois pontos de um condutor e o fluxo elétrico, ou seja, a corrente elétrica estabelecida entre eles.

Demonstração: Lâmpada incandescente de grafite.

Materiais (ver Figura 1):

2 (dois) fios, de aproximadamente 20 cm cada.

2 (duas) garras do tipo jacaré.

Fita adesiva.

Suporte (pedaço de cano de PVC de 5 cm de comprimento).

1 (um) copo de vidro.

8 (oito) pilhas do tipo D.

Minas de grafite para lapiseiras de 0.5 mm.



Figura 1: Materias necessário para a demonstração.

Montagem:

1. Fixe as garras jacarés em uma das extremidades dos fios. Deixe a outra extremidade dos fios apenas descascados, como mostra a figura 2.



Figura 2: Extremidades dos fios: uma com garras e a outra descascada.

2. Amarre os fios no suporte usando a fita adesiva. Prenda-os de forma que eles fiquem paralelos, no mesmo nível, e com as garras apontadas para cima, como mostra a figura 3.

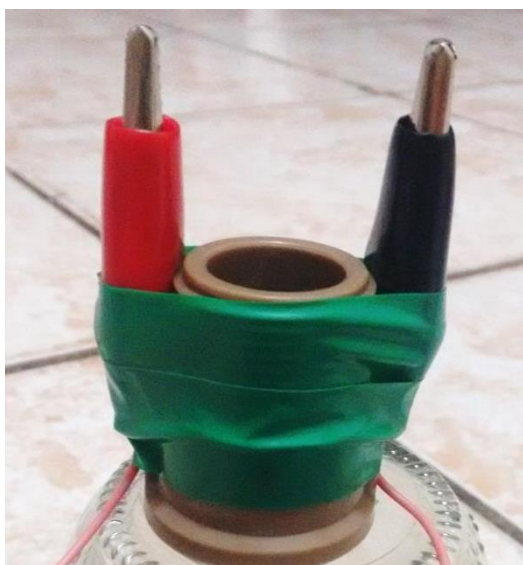


Figura 3: Fios amarrados ao suporte com fita adesiva.

3. Prenda uma mina de grafite na ponta dos jacarés, como mostra a figura 4.



Figura 4: Mina de grafite presa às garras.

4. Cubra o todo o conjunto (suporte, garras e mina de grafite), com o copo, como mostra a figura 5.

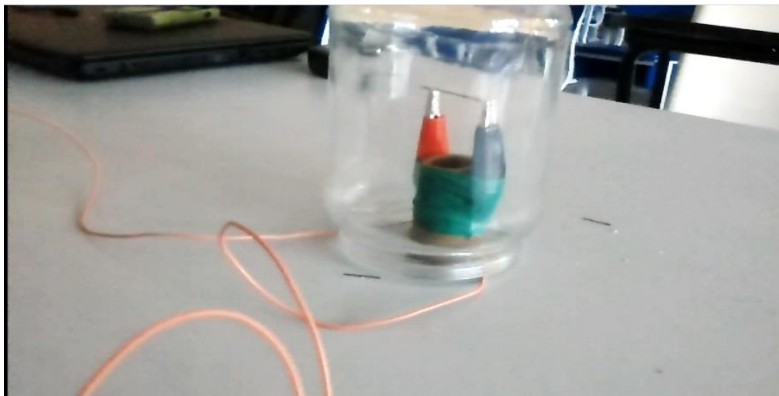


Figura 5: Montagem do conjunto suporte, garras e mina de grafite, coberto por um copo.

5. Junte as 8 (oito) pilhas em série utilizando a fita adesiva como mostra a figura 6.

Obs: ao associar as pilhas em série, atente para que haja o maior contato possível.



Figura 5: Pilhas associadas em série por meio de fita adesiva.

6. Conecte as duas pontas descascadas dos fios no polo positivo e no polo negativo das pilhas, respectivamente, como mostra a figura 6.



Figura 6: Fios conectados nos polos das pilhas

As Figuras 7a, 7b e 7c e 7d abaixo mostram, em sequência, o grafite a encandecer-se após o fechamento do circuito elétrico. Esta sequência deve ter uma duração de cerca de 90 segundos.

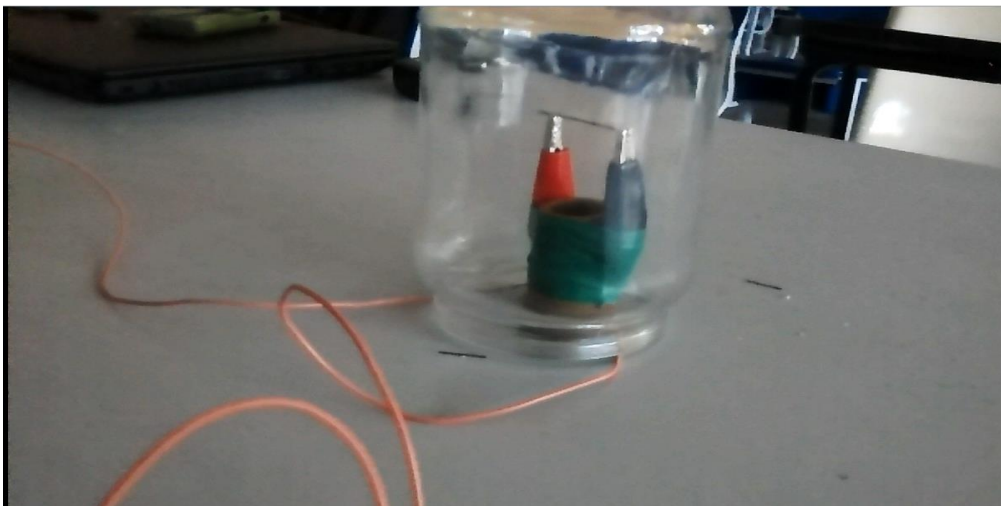


Figura 7a: Mina de grafite como resistor em um circuito elétrico.



Figura 7b: Mina de grafite a incandescer-se com a passagem de corrente elétrica.

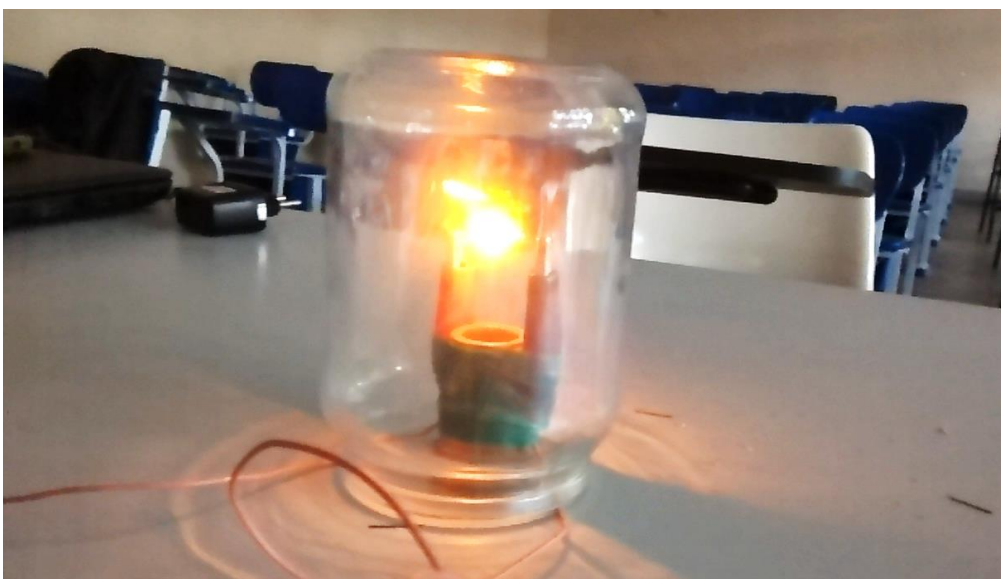


Figura 7c: Mina de grafite ao aumentar o brilho incandescente.



Figura 7d: Mina de grafite ao atingir aquecimento e brilho máximo.

Desenvolvimento da aula:

Por tratar-se de uma aula com abordagem investigativa, esta se desenvolve por meio de perguntas aos alunos acerca da demonstração, acima descrita, e discussão em torno das respostas e questionamentos dos alunos.

O professor deve conduzir a turma à construção do significado do conceito de resistência elétrica por meio de uma discussão socrática. Neste sentido, o professor pode refazer novas demonstrações que reforcem ou contradizem os argumentos dos alunos. Por exemplo, a aula pode iniciar-se com as seguintes questões-problemas:

O Professor deve levar a demonstração para a sala de aula já montada. A montagem não faz parte da aula.

O professor pode iniciar a aula fazendo algumas perguntas aos alunos, como por exemplo: *vocês sabem como funciona uma lâmpada incandescente?* O professor deve ouvir as respostas dos alunos e, em seguida, mostrar a demonstração para a turma.

A demonstração deve durar cerca de 1 (um) minuto e meio. Após o término da ilustração, o professor deve colocar as seguintes questões-problemas: *Por que o grafite emite luz? Quais são os fatores para que isso ocorra?*

Espera-se que os alunos forneçam várias respostas distintas para as perguntas. O professor deve ouvir atentamente os alunos sem descartar nenhuma resposta ou colocação. Nesse momento, sugere-se que o professor não expresse como *erradas* determinadas respostas e afirmações equivocadas dos alunos. Com efeito, o professor deve buscar compreender as ideias e significados subjacentes a estas concepções consideradas *espontâneas* ou *alternativas*. O professor deve confrontar estas concepções dos alunos fazendo-lhes novas perguntas ou afirmações que conduzam a discussão em torno do tema central da aula para a construção de conceitos específicos.. Neste sentido, o professor deve utilizar o método socrático ao seu favor, induzindo os alunos a refletir sobre a coerência e justeza de seus argumentos. Espera-se assim propiciar na turma um ambiente que se aproxime à maneira como os cientistas procedem.

O professor deve fazer uso dos seus conhecimentos em física e das modificações que podem ser feitas no experimento base. Essas modificações devem girar em torno de: comprimento dos fios, quantidade de pilhas e grossura do grafite.

Os alunos devem fazer várias perguntas ao professor, e o professor deve estar preparado para elas. Essas perguntas podem ser previstas, e o professor, com muito cuidado e domínio do assunto, deve levar os alunos a fazer exatamente as perguntas previstas.

Perguntas possíveis:

- O grafite está esquentando?
- O sistema acenderia outro material, por exemplo, um Led?
- A quantidade de pilhas influencia?
- O sistema seria capaz de acender um grafite 0.7?
- O tamanho dos fios influencia?

Para todas essas perguntas, o professor deve “responder” utilizando o próprio experimento, por exemplo: Quando perguntarem se o grafite está esquentando, o

professor deve chamar algum aluno, e pedir que esse aluno, ponha a mão em cima do copo, assim, o próprio aluno irá constatar que, o grafite está esquentando, sim. Quando perguntarem se a quantidade de pilhas influencia, o professor deve retirar uma das pilhas, e tentar realizar o procedimento, obviamente, o grafite não irá queimar assim os alunos perceberão que a quantidade de pilhas tem, sim, uma influencia na realização do procedimento. Quando perguntarem se o sistema acenderia um grafite 0.7, o professor deve trocar o grafite 0.5 pelo 0.7 e realizar normalmente o experimento, o grafite não irá acender, porem, ele irá esquentar, dessa forma os alunos irão entender a resistência elétrica e corrente, pois o grafite mais grosso não acende, mas mesmo assim ele esquenta, ou seja, está passando alguma coisa por ele para ele esquentar. E assim, o professor deverá conduzir a turma a falar o conceito de resistência e corrente elétrica, mas, como dito anteriormente, o professor não poderá dar explicações, como é feito em aulas tradicionais, os alunos devem compreender sozinhos tais conceitos.

OBS: É possível que as pilhas descarreguem, portanto, ficará a critério do professor levar pilhas extras.

Para finalizar a aula, o professor poderá fazer um resumo explicativo, utilizando as palavras dos próprios alunos, para maior compreensão de todos da turma, ou então, o professor pode chamar um dos alunos para fazer esse resumo.