
INVESTIGAÇÃO DO PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS EM ELETRICIDADE NO ENSINO MÉDIO

Joaquim de Oliveira Barbosa

Escola Técnica Federal de Mato Grosso

Doutorado em Educação Pública, área de Educação em Ciências - UFMT

Sérgio Roberto de Paulo

Carlos Rinaldi

Departamento de Física da Universidade Federal de Mato Grosso

Cuiabá – MT

Resumo

O papel do ensino experimental, a realização de experimentos no contexto do processo ensino-aprendizagem tem sido defendida por muitos autores, contudo, dados objetivos com relação à eficiência deste tipo de ensino não são encontrados facilmente na literatura. Este estudo tem como meta, avaliar objetivamente o papel do ensino experimental no ensino de Física no Nível Médio, utilizando-se de uma metodologia elaborada a partir de uma perspectiva construtivista. Os resultados mostraram diferenças entre os grupos pesquisados com a aplicação das respectivas metodologias. Constatou-se ainda, que alguns modelos detectados muito se assemelham aos de outras pesquisas, tais como o "modelo sequencial" (Closset, 1.983), "modelo da ação à distância" (Nardi, 1.991), "modelo sumidero" (Andrés, 1.992), "modelo watts" (Rinaldi & Ure, 1.994), etc.

I – Introdução

Há alguns anos, estamos desenvolvendo estudos e trabalhos em sala de aula e extra-classe na área de Ensino de Física Experimental no Ensino Médio (Barbosa, 1.986). Quando se trata de Eletricidade e Magnetismo, desde o início fala-se em "cargas puntiformes", "força inversamente proporcional ao quadrado da distância" na lei de Coulomb (GREF, 1.993), geralmente acompanhado de um

formalismo matemático, como se este facilitasse a construção e aprendizagem dos conceitos. Isto acarreta dificuldades para o aluno na elaboração dos conceitos básicos e "modelos científicos" para explicar os fenômenos que estão inseridos no contexto da sua vida diária.

Este trabalho propõe investigar o papel da experimentação na construção de conceitos científicos em Eletricidade/Magnetismo no Ensino Médio, propondo orientar o aluno para que ele construa o seu conhecimento de modo que possa superar as concepções espontâneas e/ou alternativas (Rinaldi & Ure, 1.994), levando-se em conta o como ele compreende um dado conceito a partir do seu conhecimento prévio e seu nível cognitivo.

A pesquisa está ancorada em dois suportes: um teórico e outro metodológico. Como suporte teórico, o construtivismo, tendo por base a Epistemologia Genética de Piaget e, como suporte metodológico, a Física Experimental. Tem-se, portanto, dois elementos envolvidos: um é a experimentação como suporte metodológico ao ensino, e o outro a utilização de elementos do construtivismo numa metodologia de ensino. O primeiro envolve a elaboração de experimentos que facilitem a aprendizagem de conceitos mais fundamentais; o segundo, o estudo das mudanças de concepções, ocorridas em função do processo ensino/aprendizagem.

Optou-se pelo ensino experimental porque este não tem sido aplicado de maneira efetiva no nosso meio educacional (Elia, 1.985). A experiência dos pesquisadores da área tem mostrado que esta modalidade de ensino não tem tradição ou raízes no nosso sistema educacional.

Pela experiência do pesquisador como professor e em outras atividades educacionais, tem-se percebido que o ensino experimental nas escolas, quando existe, tem sido ministrado na maioria das vezes sem ligação com o conteúdo; em geral, o aluno não vê relação entre o ensino ministrado em laboratório e o de sala de aula (Barbosa, 1.986).

O ensino ministrado em laboratório - o ensino experimental - deve ser usado não como um instrumento a mais de motivação para o aluno, mas sim como um instrumento que propicie a construção e aprendizagem de conceitos e modelos científicos. Para que isto ocorra, é necessário, porém, que haja uma interação didática/pedagógica entre a atividade experimental e o desenvolvimento destas concepções; todo experimento deve ser realizado a partir de uma base conceitual. O professor deve estar preparado para interligar o trabalho prático à elaboração do conhecimento científico pelo aluno.

Segundo Axt (1.991, p. 79/80):

"A experimentação pode contribuir para aproximar o ensino de Ciências das características do trabalho científico, além de contribuir também para a aquisição de conhecimento e para o desenvolvimento mental dos alunos".

A utilização da metodologia de ensino experimental, como o aqui proposto, propiciará a aproximação do ensino com a própria estrutura da Física, que é basicamente experimental, e que o experimento seja considerado como ferramenta para a compreensão de conceitos, princípios, ...etc. Estas visões de ensino experimental, ampliam as possibilidades de interação professor-aluno e aluno-objeto, na perspectiva de se obter eficiência no processo ensino-aprendizagem.

A opção pelo suporte construtivista foi adotado considerando-se que os trabalhos de Piaget, tanto a sua teoria de desenvolvimento cognitivo como seus estudos sobre a aquisição de noções específicas, influenciaram não só a escola de uma maneira geral, mas particularmente, os professores de Física, pois foi principalmente com os conceitos de espaço, tempo, velocidade, noções de conservação, etc., que ele trabalhou.

II – Descrição da Metodologia

A população alvo deste estudo foi constituída por alunos do primeiro ano do Ensino Médio com idade média de 16 (dezesseis) anos dos cursos de Eletrotécnica, Edificações, Secretariado, Agrimensura, Eletrônica, Telecomunicações, Refrigeração, Turismo, Processamento de Dados, Desenho Industrial e Química, da Escola Técnica Federal de Mato Grosso, que ainda não haviam tido contato com estudos de eletricidade e magnetismo neste nível, constituindo um universo de 756 (setecentos e cinquenta e seis) alunos, sendo que destes, foram selecionados aleatoriamente 100 (cem) para serem submetidos ao pré-teste.

Utilizou-se um questionário tipo lápis e papel, aplicado em pré-teste e pós-teste, nas mesmas condições, e um curso com duração de 15 (quinze) horas com aplicação das metodologias tradicional e experimental com enfoque construtivista.

Com o pré-teste procurou-se saber quais eram as concepções dos alunos sobre o tema abordado, e, ao mesmo tempo, ter parâmetros de referência após o ensino com as diferentes metodologias. Com o pós-teste, procurou-se verificar principalmente a ocorrência de aprendizagem significativa e ser um referencial sobre a ocorrência de mudança conceitual.

No questionário, o aluno respondia às perguntas e em seguida justificava a sua resposta, versando sobre questões relativas à montagem e funcionamen-

to de circuitos, intensidade luminosa, medidas elétricas, campo elétrico e magnético, constando de 11 (onze) questões, conforme anexo.

Para aplicação da metodologia de ensino proposta, realizou-se um curso, sendo que as aulas ministradas tinham duração de 01 (uma) hora para um grupo de 36 (trinta e seis) alunos escolhidos aleatoriamente entre os 100 (cem) que foram submetidos ao pré-teste. Este grupo de 36 alunos foi novamente dividido aleatoriamente em 02 (dois) de 18 (dezoito), sendo um, o "Grupo de controle - GC" e o outro, o "Grupo Experimental ou de tratamento - GE".

O Grupo de Controle - GC, recebeu aulas no estilo tradicional, entendendo-se aqui este tipo de aula como sendo quadro e giz com algumas demonstrações experimentais realizadas pelo professor (não explorando a potencialidade do experimento e do aluno). Os conteúdos foram desenvolvidos na mesma sequência utilizada no Grupo Experimental, sendo as aulas do tipo expositiva dialogada. Para complementar a aprendizagem/fixação dos conteúdos foram feitos exercícios (teóricos) extra-classe. Ao final do curso, pediu-se aos alunos que fizessem um relatório, sendo este um resumo teórico de todo o conteúdo tratado no curso.

Para o Grupo Experimental - GE, o curso foi desenvolvido de modo que as experiências e/ou seqüências de ensino propostas levassem em conta não só o ponto de vista das leis físicas, mas também que propiciassem ao aluno a construção e aprendizagem de concepções e modelos aceitos como corretos pela comunidade científica (conhecimento científico) pelo aluno, considerando-se a sua estrutura cognitiva e as idéias prévias, fruto da vivência anterior.

As seqüências de ensino foram desenvolvidas a partir de um tema central - CIRCUITO ELÉTRICO - e tiveram como objetivos:

- familiarizar o aluno com o manuseio de instrumentos para uso experimental;
- familiarizar o aluno com a montagem e compreensão de circuitos envolvendo pilhas, condutores, lâmpadas, dispositivos de comando/contrôle, instrumentos de medida, etc.;
- criar situações de "conflito cognitivo" ou insatisfação com as concepções existentes;
- propiciar condições para a construção e aprendizagem de conceitos científicos.

As experiências foram realizadas neste enfoque em grupos de 03 (três)

03(três) alunos, acreditando-se que este número oportuniza a participação efetiva de todos.

As sequências de ensino foram desenvolvidas tendo-se em mente os objetivos da construção do conhecimento, seguindo-se as etapas (Delizoicov & Angotti, 1991) adaptando-as à teoria piagetiana e levando-se em conta as concepções espontâneas e/ou alternativas, de forma a promover pequenos desequilíbrios sucessivos (conflitos) e que propiciassem a equilíbrio e adaptação, a saber:

Etapa 1 - Problematização inicial

Apresentada a questão, fase do desequilíbrio, os alunos formulavam hipóteses tanto de montagem e execução do experimento como das possíveis explicações para o fenômeno, utilizando-se dos conhecimentos prévios sobre o assunto, tendo-se em mente o objetivo a ser alcançado;

Etapa 2 - Montagem do experimento

Nesta houve a montagem e execução do experimento pelo aluno, seguindo-se os passos determinados na etapa anterior;

Etapa 3 - Organização do conhecimento

Nesta fase, os alunos retornavam a estudos anteriores mobilizando os conhecimentos necessários à compreensão dos fenômenos, relacionando-os com os novos, propiciando assim a construção de definições, conceitos, relações, leis, etc.

Do ponto de vista metodológico, neste momento coube atividades diversas tais como: conhecimento que o aluno já possuía, discussão com colegas e professor, consulta a textos, trabalhos extra-classe para aprofundamentos, entre outras.

Etapa 4 - Aplicação do conhecimento

Neste momento, sistematizava-se o conhecimento incorporado pelo aluno, para aplicações em situações que não estivessem diretamente relacionadas ao motivo inicial, mas que se explicassem pelo mesmo conhecimento. Metodologicamente, o procedimento foi o mesmo da etapa anterior. Os alunos faziam então um relatório escrito sobre o experimento, defendendo-o perante os demais grupos; o professor neste momento, como orientador do grupo, sistematizava, juntamente com os alunos, os conceitos tratados. Tratava-se da fase de equilíbrio e adaptação.

Um exemplo de como estas etapas foram desenvolvidas é dado a seguir.

Apresentou-se aos alunos uma pilha, dois fios condutores e uma lâmpada de 1,5 volts, solicitando-lhes que a acendessem. Esta atividade iniciava-se com a diagramação do circuito (etapa 1), em seguida, os alunos faziam a montagem do circuito utilizando-se o(s) diagrama(s) feito(s) no primeiro momento, verificando-se a sua correção ou não (etapa 2); caso não funcionasse, deveriam voltar à etapa 1. Superadas estas duas etapas, perguntava-se, então, como funcionava o circuito (etapa 3). Aqui os alunos realizavam as atividades sugeridas na

etapa 3 para explicação do funcionamento do circuito. Na quarta etapa havia então a sistematização das diversas explicações dadas pelos alunos para explicar cientificamente o funcionamento do circuito.

A seguir, far-se-á uma análise dos resultados encontrados.

III – Resultados experimentais

Com base nas justificativas dos alunos, fez-se uma análise identificando as concepções apresentadas antes e depois da aplicação das metodologias de ensino utilizadas.

Verificou-se que as concepções espontâneas e/ou alternativas apresentadas pelos alunos no pré-teste eram muito semelhantes às encontradas em outros trabalhos e que são comuns a um grande número de estudantes, tais como: "modelo watts" (Rinaldi, 1.989 e Rinaldi & Ure, 1.994), "modelo sequencial" (Closset, 1.983), "modelo animismo" (Nardi, 1.991), "modelo sumidero" (Andrés, 1.992), etc.

As concepções foram classificadas em modelos (onde se fará uma breve descrição dos mesmos para que fiquem mais claros para o leitor), sendo estes agrupados em 03 (três) tópicos descritos a seguir. Deve-se ressaltar que os percentuais não correspondem a 100,0% (cem por cento), uma vez que não estão consideradas as respostas corretas, alunos que não responderam e aquelas que não foram consideradas ou agrupadas em algum dos modelos. Esta observação é válida para todos os gráficos.

III.1 - Circuito elétrico

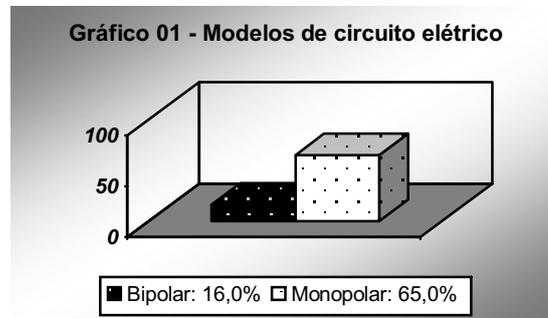
Neste caso, apresentou-se ao aluno: 01 lâmpada de 1,5 volts, 02 condutores e uma pilha, solicitando-se que ele montasse um circuito para acender a lâmpada. O gráfico 01 mostra os modelos apresentados pelos alunos no pré-teste.

a - Monopolar: consta de apenas um fio, ligando o polo (geralmente o positivo) da pilha ou tomada (rede elétrica) à lâmpada.

b - Bipolar: consta de 02 (dois) fios ligados às extremidades (+) e (-) da pilha, porém, ligados a um "mesmo ponto" da lâmpada ou soquete.

Os modelos acima foram detectados também por Fredette e Lochhead (1.980), Closset (1.983), Dominguez (1.985), Rinaldi (1.989), Rinaldi & Ure (1.994), Gravina & Buchweitz (1.994).

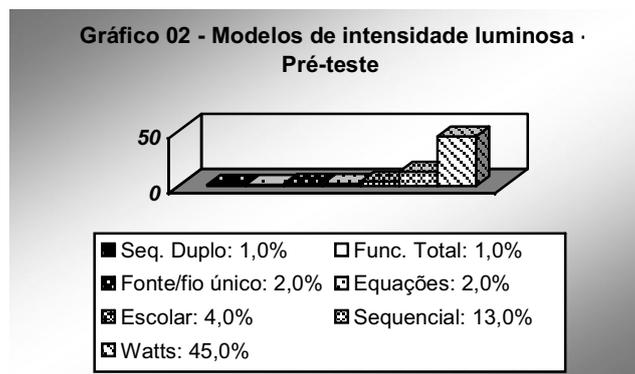
Estes modelos desapareceram no pós-teste.



III.2 - Intensidade luminosa

Para o caso de intensidade luminosa, apresentou-se aos alunos circuitos série, paralelo e misto com duas e três lâmpadas com potências iguais e/ou diferentes, solicitando-lhes uma previsão de como seria o brilho das lâmpadas.

As respostas dos alunos foram classificadas nos modelos apresentados nos gráficos 02 e 03 no pré-teste e pós-teste respectivamente.



a - Sequencial duplo: onde o estudante considera que a corrente circula simultaneamente nos dois sentidos, i.e., sentido das cargas positivas e sentido das cargas negativas, se desgastando à medida que encontra um elemento do circuito.

Uma explicação característica dada pelos alunos para este modelo é a seguinte:

"L1 e L3 terão o mesmo brilho porque recebem energia primeiro, L2 brilha menos porque receberá só o que sobrou da energia de L1 e L3".

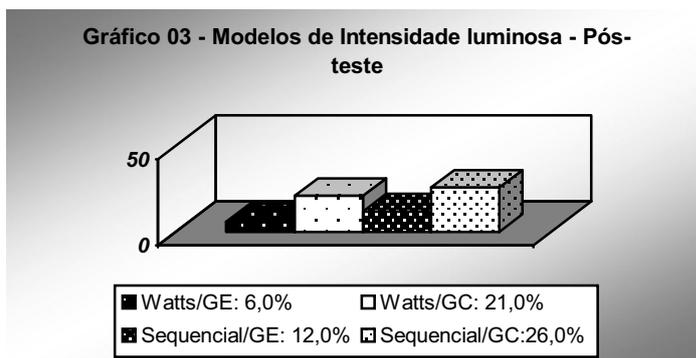
b - Funcionamento total: para duas lâmpadas de potências nominais diferentes ($L1 < L2$) em circuito série ou paralelo, obteve-se o seguinte tipo de justificativa:

"Os brilhos serão iguais porque L2 recebe energia primeiro, porque tem mais potência, mas ela não funciona com toda a sua carga, o restante da energia vai para L1 que por ter menos potência terá funcionamento máximo se igualando a L2".

c - Fonte/fio único: considera-se que independentemente da potência das lâmpadas, o brilho será o mesmo, pois, se elas estão ligadas no mesmo fio ou se a fonte de energia é a mesma, receberão a mesma quantidade de energia. Este modelo é caracterizado pelo seguinte tipo de explicação:

"O brilho das lâmpadas é igual porque estão no mesmo fio"

"O brilho das lâmpadas é igual porque a fonte de energia é a mesma".



d - Equações: Alguns alunos tentam explicar o brilho das lâmpadas usando as equações: $V = iR$ e $P = iV$, porém, eles não conseguem interpretar estas fórmulas nem matematicamente nem fenomenologicamente. Uma explicação do aluno para este modelo é:

"Sabe-se que $i = V/R$, então se R aumenta a potência diminui".

Este modelo foi detectado por Rinaldi (1.989).

e - Escolar: são os modelos científicos ou próximos a este, aprendidos na escola, onde os alunos usam a análise de circuito série ou paralelo.

Uma explicação do aluno que caracteriza este modelo é:

"As lâmpadas estão ligadas em paralelo, a ddp é a mesma em todas e a corrente divide igual em todas, então o brilho é o mesmo".

Este modelo foi detectado por Closset (1.983) e Rinaldi (1.989).

f - Sequencial: neste modelo, os alunos interpretam a corrente como uma energia que circula em um único sentido e se consome à medida que atravessa cada elemento do circuito (analisam o circuito por partes, sem considerar os outros elementos do circuito ou o circuito como um todo). Uma justificativa característica deste modelo é:

"A lâmpada L1 brilhará mais que L2, L2 brilhará mais que L3, porque L1 recebe mais energia que L2 que recebe mais energia que L3".

Este modelo foi detectado por Closset (1.983), Rinaldi (1.989), Andrés (1.992, chamado "modelo atenuacion"), Gravina & Buchweitz (1.994).

g - Watts: onde a intensidade da lâmpada depende exclusivamente da sua potência (ex.: 40 W, 60 W, 100 W, etc.).

No caso de duas lâmpadas ($L1 = 40\text{ W}$ e $L2 = 100\text{ W}$) ligadas em série, obteve-se a seguinte explicação:

"A lâmpada L2 terá brilho mais forte porque tem mais potência".

Este modelo foi detectado por Rinaldi (1,989), Rinaldi & Ure (1.994).

III.3 - Campo elétrico e Campo magnético

Apresentada a ilustração onde tem-se um pêndulo elétrico (constando de uma esfera leve condutora suspensa por um fio isolante em uma haste) e um pêndulo magnético (constando de uma gilete suspensa por um fio leve em uma haste), como mostrado na fig. 11 do questionário em anexo, solicitava-se ao aluno que explicasse o fenômeno.

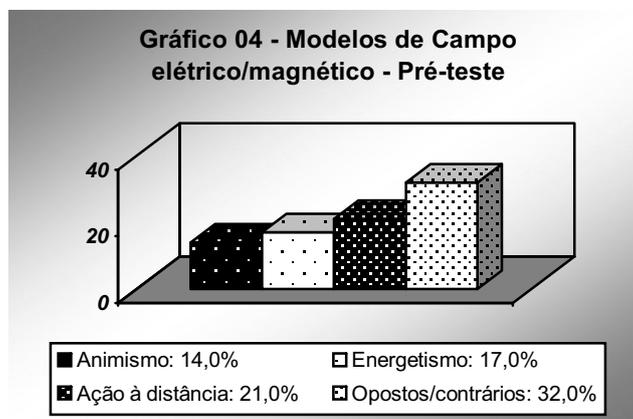
As respostas dos alunos foram classificadas nos modelos mostrados nos gráficos 04 e 05 para o pré-teste e pós-teste, respectivamente.

a- Animismo: alguns alunos parecem não perceber a presença da fonte geradora do campo, outros tendem a dar um "poder anímico" ao ímã ou ao bastão eletrizado para que eles produzam o fenômeno (atração).

Uma justificativa característica deste modelo é a seguinte:

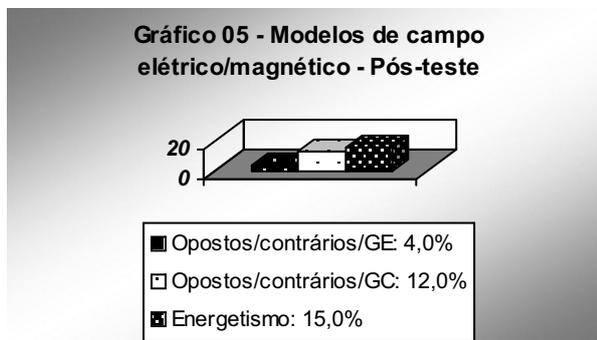
"O ímã e o bastão têm o poder de atrair metais".

Este modelo foi detectado por Nardi (1.991).



b - Energetismo: neste modelo os alunos dizem que o bastão ou o imã possui uma "energia" que provoca o fenômeno da atração ou repulsão. Uma justificativa que caracteriza este modelo é:

"O bastão e o imã possuem uma energia que atrai a bolinha e a gilete".



c - Ação à distância: o aluno reconhece a existência de fonte geradora do campo e que a distância influencia na capacidade de atrair ou repelir do bastão ou imã.

Uma explicação típica para este modelo é a seguinte:

"Quando o bastão ou o imã estão perto da bolinha ou da gilete eles atraem, se estiverem longe eles não podem atrair".

Este modelo foi detectado por Nardi (1.991).

d - Opostos ou contrários: tendência a explicar a atração pelo imã ou bastão através de "energia" ou "cargas" opostas que eles adquirem. Este modelo é caracterizado pela seguinte justificativa:

"Eles possuem cargas diferentes, por isso são atraídos".

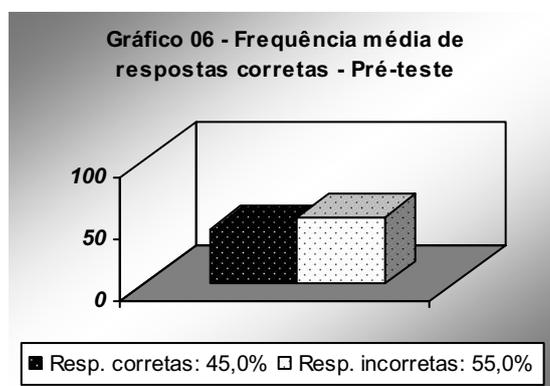
Além da análise através de modelos, analisou-se também as respostas de todas as questões, classificando-as em "corretas" ou "não-corretas" do ponto de vista científico, para se verificar a aprendizagem ocorrida frente as metodologias utilizadas.

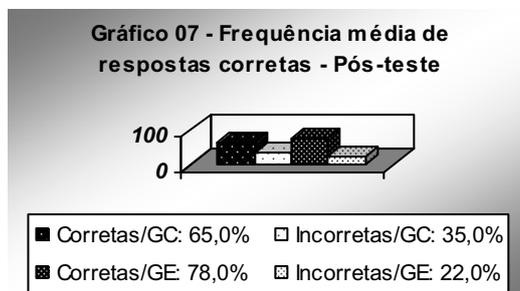
Os gráficos 06 e 07 mostram a frequência média de respostas corretas e não-corretas no pré-teste e pós-teste, respectivamente.

Analisando-se estes gráficos, pode-se perceber:

01 - De maneira geral, houve aprendizagem, tanto no Grupo de Controle - GC como no Grupo Experimental - GE, uma vez que a diferença de valores percentuais destes grupos no pós-teste em relação ao pré-teste é significativa* (no caso, 20,0% e 33,0% respectivamente;

02 - Houve uma diferença significativa de aprendizagem entre o Grupo de Controle - GC (onde foi aplicada a metodologia tradicional) e o Grupo Experimental - GE (onde se aplicou a metodologia experimental com enfoque construtivista), no caso, 13,0%.





III.4 - A mudança conceitual

A estratégia de aprendizagem proposta neste trabalho, foi a denominada "conflito cognitivo" (desequilíbrio na linguagem piagetiana), utilizando-se o método experimental, objetivando a mudança conceitual, sendo que as observações e conclusões principais foram obtidas durante o desenvolvimento desta estratégia.

As mudanças ocorridas nos modelos dos alunos do pré-teste para o pós-teste foram:

a - Circuito elétrico

Dos modelos detectados no pré-teste (gráfico 01), verificou-se o desaparecimento destes no pós-teste, onde os alunos utilizaram o modelo científico. Verificou-se ainda, o desaparecimento do vocabulário cotidiano usado no pré-teste, tais como: corrente de energia, força da energia, circulação de energia, lâmpada para "ver" a energia, sendo estas expressões substituídas pelo vocabulário científico. b - Intensidade luminosa

Dos modelos de intensidade luminosa detectados no pré-teste (gráfico 02), permaneceram o "modelo watts" e o "modelo sequencial" (gráfico 03), sendo em maior percentual no Grupo de Controle, onde a metodologia aplicada foi a tradicional. Pode-se dizer que estas concepções são mais resistentes à mudanças mesmo com o ensino.

Observou-se também o uso do vocabulário científico pela maioria dos alunos, tais como: circulação de corrente em substituição a circulação de energia, uso dos termos circuito série, paralelo, etc.

c - Campo elétrico e campo magnético

Para este caso, dos modelos detectados no pré-teste (gráfico 04), permaneceram os modelos "opostos ou contrários" e o "energetismo", também neste caso, em maior percentual no Grupo de Controle (gráfico 05).

Observou-se também o uso do vocabulário científico em substituição à linguagem do senso comum, como: atrair ou repelir em substituição a "puxar", "sugar" ou "empurrar" e principalmente, o uso dos termos campo elétrico e campo magnético.

Uma possível explicação da permanência dos modelos após o ensino, é que a ciência do estudante é persistente frente às mudanças oferecidas pelo ensino, por ter sido construída experimentalmente por ele mesmo no dia a dia e explicar satisfatoriamente os fenômenos do seu cotidiano.

Neste trabalho considerar-se-á significativa os percentuais iguais ou superiores a 10,0%.

IV - Conclusão

Não é fácil obter conclusões quando se trata de temas tão complexos como o ensino-aprendizagem, e quando os resultados obtidos refletem de maneira direta no cotidiano da sala de aula e dos procedimentos do professor em sua tarefa de propiciar a construção de conceitos científicos.

Neste trabalho, com a aplicação da metodologia proposta, os resultados mostraram o seguinte:

1 - A importância de se levar em consideração o conhecimento prévio (concepções espontâneas e/ou alternativas) do aluno;

2 - Os resultados indicam que, embora seja possível a ocorrência de aprendizagem empregado-se a metodologia tradicional, a utilização de experimentação dentro de uma abordagem construtivista se apresenta como uma metodologia mais eficiente no sentido de proporcionar a aprendizagem de conceitos;

3 - Ocorrência de mudança conceitual (substituição) das concepções espontâneas e/ou alternativas para o conceito científico em alguns casos (como os modelos: monopolar, bipolar, seqüencial, funcionamento total, fonte/fio único, equações, animismo e ação à distância);

4 - Ocorrência sistemática de modelos observados por pesquisadores de outros Estados/Países, demonstrando um caráter de universalidade destes;

5 - A dificuldade que os alunos têm de mudarem suas concepções frente ao ensino quando se trata de conceitos muito persistentes;

6 - Ocorrência de outros modelos que não constam na literatura nacional/internacional consultadas, tais como: funcionamento total, fonte/fio único, energetismo, etc.;

7 - Os alunos apresentam mais facilidade em entender o circuito paralelo;

8 - Os alunos tendem ao "modelo watts" quando a potência nominal das lâmpadas é diferente e ao seqüencial quando se aumenta o número de componentes;

9 - os alunos apresentam a concepção de que a capacidade de brilho depende exclusivamente da potência nominal da lâmpada, independentemente do circuito.

Torna-se difícil de imediato alterar o quadro atual do ensino, mas sem dúvida, pode-se tentar amenizá-lo e talvez propor caminhos futuros. Qualquer orientação ou caminho nesse sentido deve passar prioritariamente pelo professor, pois é ele quem determina o sucesso (ou fracasso) de qualquer proposta, pois é ele em última instância que irá executá-la, sendo portanto, o árbitro final de quaisquer mudanças que ocorram.

A partir dos resultados alcançados nesta pesquisa, onde verificou-se que o uso do ensino experimental, como o aqui proposto, é uma das técnicas que propicia ao aluno eficiência na construção e aprendizagem de conceitos e "modelos científicos", sugere-se a sua aplicação com as adequações devidas a cada realidade escolar, a situações reais de ensino.

V - Referências Bibliográficas

ANDRÉS, M.M.. Evaluacion de la estratégia de conflicto para la ensenanza de la unidad de electricidad en el noveno grado de la Escuela Básica, CENAME, IPC - UPEL - Caracas, Venezuela, 1992.

AXT, R. O papel da experimentação no ensino de Ciências, in MOREIRA, M. A. & AXT, R., Tópicos em ensino de Ciências, Sagra, 1991.

BARBOSA, J. O. O ensino de Física e a realidade da escola, monografia para especialização, UFMT, 1986, mimeo.

BECKER, F. O que é construtivismo, UFRGS, 1990, mimeo.

BONADIMAN, H. Eletricidade: um ensino experimental, Livraria Unijuí, Segunda edição, 1988.

- CLOSSET, J. L. Le raisonnement sequentiel en electrocinétique, tese de Doutorado, Université Paris VII, 1983.
- DELIZOICOV, D. & ANGOTTI, J. A. Física, Editora Cortez, 1991.
- ELIA, M. F. O ensino não experimental de uma ciência experimental. In ATAS VI SNEF, Niterói-RJ, 1985.
- GRAF, Física 3: Eletromagnetismo, EDUSP, 1993.
- MOREIRA, M A. et al. Aprendizagem: perspectivas teóricas. Editora Universidade, UFRGS, 1985.
- MOREIRA, M. A. & MASINI, E. F. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. Moraes Editora, 1982.
- NARDI, R. Campo de força: subsídios históricos e psicogenéticos para a construção do ensino desse conceito. Tese de Doutorado, FEUSP, SP, 1991.
- PIAGET, J. Seis estudos de psicologia. Forense universitária, 1992.
- PIAGET, J. Epistemologia genética. Livraria Martins Fonte, Universidade Hoje, 1990.
- RINALDI, C. Concepções alternativas em eletricidade básica. Dissertação de Mestrado, UFF - RJ, 1989.
- RINALDI, C. & URE, M. C. D. Concepções de adultos não influenciados pelo ensino formal sobre eletricidade. Rev. Educ. Pública/UFMT, V. 3, 1994.

Anexo

ESCOLA TÉCNICA FEDERAL DE MATO GROSSO

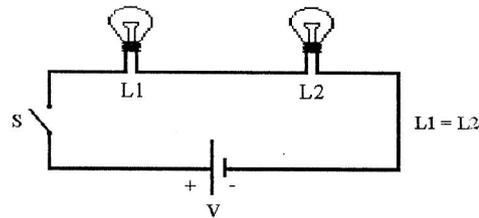
NOME:

CURSO: SÉRIE:

IDADE:

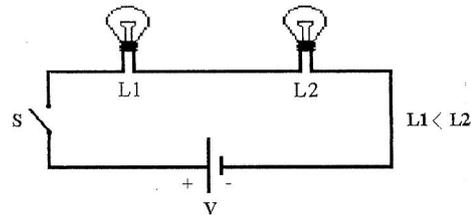
- Já estudou eletricidade antes?

() Sim () Não



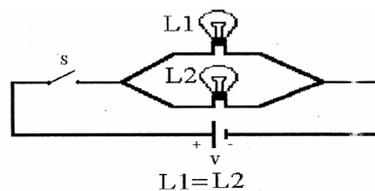
- a – Ao fecharmos o interruptor (S), qual lâmpada irá brilhar mais? Ou os brilhos das lâmpadas serão iguais?
 b – Por que?

05 – Na figura seguinte, temos um circuito onde a potência da lâmpada (L_1) é menor do a da lâmpada (L_2).



- a – Ao fecharmos o circuito (interruptor S), qual lâmpada brilhará mais? Ou o brilho das lâmpadas serão iguais?
 b – Por que?

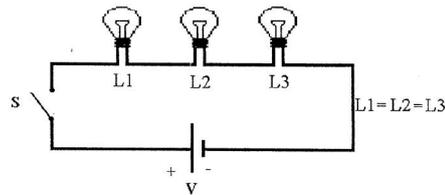
06 – Vamos agora ligar as lâmpadas de outra maneira (veja a figura):



- a – Se o interruptor (S) estiver aberto, alguma das lâmpadas estará acesa?
 b – Por que?
 c – Ao fecharmos o interruptor (S), como será o brilho das lâmpadas?
 d – Por que?

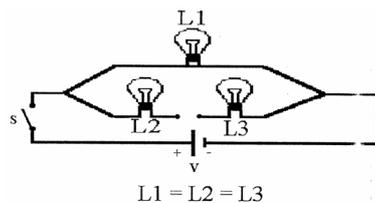
07 – Responda à questão anterior se a lâmpada (L_1) for menor (em potência) que a lâmpada (L_2).

08 – Imagine agora o circuito abaixo:



- a – Como irão brilhar as lâmpadas?
- b – Por que?

09 – Veja agora este circuito:



- a – Com o interruptor (S) aberto, alguma lâmpada está acesa?
- b – Por que?
- c – Ao fecharmos o interruptor (S), como será o brilho das lâmpadas?
- d – Por que?

10 – Você saberia como fazer medidas (elétricas) nos circuitos mostrados? Se sim, como?

11 – Como você explicaria as ilustrações?

