

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
CECIMIG – Centro de Ciências e Matemática de Minas Gerais
ENCI – Especialização em Ciências por Investigação

WAGNER VINÍCIUS MARQUES RAMOS

**ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO NO
NÍVEL MÉDIO EM DOIS EXPERIMENTOS DE
ELETROMAGNETISMO**

UBERABA-MG
2011

WAGNER VINÍCIUS MARQUES RAMOS

**ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO NO NÍVEL
MÉDIO EM DOIS EXPERIMENTOS DE
ELETROMAGNETISMO**

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação do CECIMIG/FaE/UFMG, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.

Orientador: Profº Ronaldo
Marchezini

**UBERABA/ MG
2011**

Dedico esse trabalho aos meus pais, José Vinícius e Sônia Marlene que com muito suor e empenho não mediram esforços para que eu concluísse meu curso. Obrigado, pela dedicação e compreensão, em todos os momentos desta e de outras caminhadas. Agradeço também a Deus, pois sem Ele, nada seria possível e não estaríamos aqui reunidos, desfrutando, juntos, destes momentos que nos são tão importantes.

AGRADECIMENTOS

Ao meu estimado Orientador Profº Ronaldo Marchezini, que mesmo nos meus momentos mais difíceis sempre me incentivou a concluir o curso.

Agradeço também aos meus pais por terem me ensinado a encarar os grandes desafios da vida, com perseverança e humildade.

Resumo

A demonstração experimental é tradicionalmente utilizada no âmbito do ensino de Ciências. Neste trabalho, apresenta-se vinculada à investigação, objetivando instigar a curiosidade dos estudantes, ao procurar estimular suas ações diante de situações-problema. O primeiro experimento: construa sua própria bússola, foi escolhido devido a sua adequação à fase introdutória no estudo do magnetismo. O segundo experimento, construindo um motor elétrico, foi elencado visto que engloba vários tópicos estudados no eletromagnetismo. O exercício de atividade experimental por investigação foi realizado com alunos de ensino médio e verificou-se a interação dos estudantes nesta estratégia de ensino. Nesta atividade o estudante está efetivamente presente em todos os momentos sendo cúmplice de sua aprendizagem. O docente tem função de orientador coadjuvante. Esta mudança de perspectiva enseja também alteração nos modelos ou metodologias adotados para se ensinar.

Palavras chave: Educação Básica. Eletromagnetismo. Ensino Público. Investigação. Ensino experimental.

SUMÁRIO

1.	
INTRODUÇÃO.....	07
1.1 A ciência na escola básica e a praticada pelos cientistas.....	08
1.2 Aspectos da Pesquisa-Ação.....	09
1.3 Considerações sobre as possíveis diferenças entre pesquisa participativa, pesquisa-ação e pesquisa-intervenção.....	10
1.4 A pesquisa-intervenção como dispositivo de transformação.....	11
2. JUSTIFICATIVA.....	12
2.1 Objetivos Gerais.....	14
2.2 Objetivos Específicos.....	17
3. METODOLOGIA.....	18
3.1 O que é ensino por investigação? Por que investigar?.....	18
3.2 Características das atividades investigativas e experimentais.....	19
3.3 Tipos de atividades com caráter investigativo.....	20
3.4 A realização das aulas investigativas e experimentais.....	21
3.5 A aplicação do questionário.....	23
4. ANÁLISES DE RESULTADOS.....	24
4.1 Atividades experimentais numa perspectiva investigativa.....	24
4.2 Análises do questionário.....	30
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
REFERÊNCIAS.....	34
ANEXO I.....	3

ANEXO II.....40**I. Introdução**

Primeiramente é preciso observar se a escola pública está realmente engajada na transformação da sociedade, através de permanente e eficiente construção de conhecimento em relação às novas gerações. Em princípio, em análise superficial, observa-se defasagem quantitativa dos índices de analfabetismo e da quantidade de alunos nas escolas, seja na educação básica, seja nas instituições de ensino superior, em comparação com outros países do mundo bem como, relativamente a América Latina (o Brasil tem um dos menores índices de alunos nas escolas de ensino superior e um dos maiores percentuais de analfabetismo). Apesar dos esforços da política governamental, a qualidade do ensino está aquém do desejado, embora esta política apregoe uma educação de qualidade, numa atitude simplista, na realidade não é bem assim. Simplista, visto que a qualidade de ensino tem deixado a desejar, conforme os índices de sistemas de avaliação de ensino demonstram, ao apontar para certa defasagem (Ramos e Santos, 2009, p.2).

No passado, observou-se a influência da escola européia em nossas escolas, em ambas a educação era elitizada. No século passado fomos influenciados pelo ensino norte americano, em adaptação forçada, visto que a realidade educacional dos dois países era diferente. Nos dias atuais parece ocorrer certa dificuldade na modelagem da escola pública, para atingir os objetivos pretendidos de formar o educando tanto para sua qualificação profissional como para o exercício de sua cidadania (Ramos e Santos, 2009, p.2).

Focalizando esta formação na educação básica, mais propriamente nas Ciências da Natureza mencionamos a necessidade de articulação entre a teoria e a prática, isto se faz necessário, principalmente com as escolas públicas que têm cursos de ensino médio geral. Considerando que esta é uma necessidade premente, pois no cotidiano das escolas, criou-se um estigma de que tais áreas são de difícil assimilação e, por conseqüência produzem uma desmotivação generalizada. Portanto, como fazer ou usar de estratégias que

possam quebrar este ciclo vicioso de que “o difícil desmotiva a aprendizagem”?...

Se não modificarmos a metodologia e a prática pedagógica ou se continuarmos a fazer o que sempre fizemos, continuaremos a conseguir o que sempre conseguimos. É necessário em função das exigências do mundo atual, fazermos novas adaptações através de estratégias que sejam dinâmicas, motivadoras, que desenvolvam habilidades e competências para atingir-se o objetivo colimado (Ramos e Santos, 2009, p.9).

Enfim: é necessário despertar nos estudantes a curiosidade científica de modo a levá-los a uma sólida construção de conhecimento, de forma prazerosa, própria a faixa etária com as quais lidamos.

1.1 A ciência na escola básica e a praticada pelos cientistas

“Observadores da vida escolar preocupam-se com a distância, às vezes imensa, entre a pesquisa científica e a prática de ensino nas salas de aula. Focalizando o ensino de Ciências, pode-se dizer que todo esforço de investigação e experimentação que levou às revoluções científicas dos últimos séculos, poucas vezes tem penetrado na prática escolar”. (Castro, 2003, p.7)

Não é simples aproximar a ciência na escola básica da ciência acadêmica. Na escola básica objetiva-se promover a aprendizagem de conhecimento científico já consolidado, ao passo que, a ciência acadêmica objetiva produzir novos conhecimentos científicos. Ao que parecem, muitas vezes, as ciências praticadas pelos cientistas e as estudadas na escola têm muito pouco em comum. De acordo com Munford e Lima (2007, p.80):

“Na prática da ciência acadêmica existem recursos de ponta ou recursos materiais mais avançados: instalações apropriadas, equipamentos sofisticados, acervo especializados nas bibliotecas, entre outros. Os cientistas são, também, mais qualificados para atuarem em determinada área, além de contar com o auxílio de equipes especializadas nos assuntos que eles investigam. Nas escolas, em situação oposta, há uma infra-estrutura bem mais limitada para realizarem-se investigações e compartilha-se com uma equipe pouco experiente neste tipo de trabalho, cujo domínio de teorias e estudos no campo é limitado”.

Outro aspecto do distanciamento entre a ciência na escola básica e a ciência acadêmica situa-se no nível dos procedimentos usados em atividades escolares e aqueles usados pelos cientistas. Esse distanciamento foi assinalado por pesquisadores no campo da Educação, para os quais aprender ciências pressupõe aprender aspectos da cultura científica. Rosalind Driver, Hilary Asoko, John Leach, Eduardo Mortimer e Phillip Scott, no artigo “Construindo conhecimento científico na sala de aula”, esclarecem:

[...] a visão do conhecimento científico como socialmente construído tem implicações importantes para a educação em ciências. Isso significa que a aprendizagem em ciências envolve ser iniciado nas formas científicas de se conhecer. As entidades e idéias científicas, que são construídas, validadas e comunicadas através das instituições culturais da ciência, dificilmente serão descobertas pelos indivíduos por meio de sua própria investigação empírica; aprender ciências, portanto, envolve ser iniciado nas idéias e práticas da comunidade científica e tornar essas idéias e práticas significativas no nível individual. (DRIVER et al., 1999, p.32)

Portanto, pode-se verificar o grau de imprescindibilidade que o ensino de Ciências no ensino básico deve exercer na iniciação e inserção do educando nas idéias e práticas da comunidade científica. Pode-se concluir, juntamente com os autores citados, que os conceitos científicos que surgem dos contextos culturais da ciência dificilmente serão aprendidos por investigação empírica, é necessário que o estudante seja iniciado nas idéias e práticas científicas e que estas sejam significativas a nível individual.

1.2 Aspectos da Pesquisa-Ação

Como conhecer uma realidade? Uma vez conhecida, como realizar uma intervenção nessa realidade? A ação educativa só se justifica com o envolvimento dos alunos e sua orientação para as possíveis soluções de problemas ou situações-problema.

“Essa ação educativa, determinada pelo conhecimento da realidade, não pode ser sinônimo de transferência de conhecimento, mas, ato dinâmico e permanente no processo de descoberta. A metodologia da pesquisa-ação é uma opção que estimula a participação das pessoas envolvidas na

pesquisa. Buscam-se as explicações dos próprios participantes que se situam em situação de investigador”. (Neto, 2004, p.1)

Contudo, somente conhecer a realidade é insuficiente, porque outras metodologias também executam esta tarefa. Na pesquisa-ação, o participante é induzido a produzir seu próprio conhecimento, tornando-se sujeito dessa produção. Trata-se de uma metodologia constituída de ação educativa e que, segundo Gamboa (1982) “busca superar, essencialmente, a separação entre conhecimento e ação, buscando realizar a prática de conhecer para atuar”.

Nessa perspectiva é que se buscam as bases teóricas da metodologia escolhida, podendo ser resumidas naquelas apresentadas por Borda (1974, p. 41):

“Não pode haver separação entre o pesquisador e a metodologia. Se faz necessária a atuação do pesquisador já que sem a prática não será possível deduções de cunho teórico ou mesmo a validade ou não do conhecimento”.

“Assim como a metodologia não está separada do pesquisador, também não está dos grupos com os quais a pesquisa se realiza. A pesquisa-ação torna-se uma ferramenta de ajuda nessa caminhada humana em busca da autonomia, solidariedade, liberdade e felicidade”. (Neto, 2004, p.2, p.6)

O desejo neste tipo de procedimento metodológico é a busca por outro estilo de ensinar Ciências isto é, a maneira de ensinar por investigação, pode tornar possível o encontro com algum outro exercício de construção do conhecimento que conduz o estudante a seu próprio aperfeiçoamento ou a desenvolver seu potencial cognitivo.

1.3 Considerações sobre as possíveis diferenças entre pesquisa participativa, pesquisa-ação e pesquisa-intervenção

Como constataram Rizzini, Castro e Sartor (1999) a principal preocupação entre os pesquisadores está diretamente ligada à diferença entre as pesquisas participativas e não participativas. Em Thiollent, por exemplo, temos uma clara distinção, a pesquisa-ação é uma forma de pesquisa participativa, mas nem todas as pesquisas-participação são pesquisa-ação:

“A pesquisa participativa se preocupou, sobretudo com o papel do investigador dentro da situação investigada e chegou a problematizar a relação pesquisador/pesquisado no sentido de estabelecer a confiança e outras condições favoráveis a uma melhor captação da informação. No entanto partidários da pesquisa participativa não concentram suas preocupações em torno da relação entre investigação e ação dentro da situação considerada. É justamente este tipo de relação que é especificamente destacado em várias concepções da PA. A pesquisa-ação não é apenas pesquisa participativa, é um tipo de pesquisa centrada na questão do agir”. (Thiollent,1987, p.83)

Em Oliveira e Oliveira (1985): para desenvolver uma metodologia participativa é necessária mudança na postura do pesquisador e dos pesquisados. Todos são co-autores do processo de diagnóstico da situação-problema e da construção de vias que possam resolvê-las. A pesquisa participante se constitui em uma metodologia com pressupostos gerais de pesquisa, envolvendo diferentes modos de ações investigativas e de objetivos.

Rodrigues e Souza (1987) evidenciam que a pesquisa-intervenção se constitui como uma crítica à política positivista de pesquisa:

“A antiga proposta lewiniana vem sendo re-significada à luz do pensamento institucionalista: trata-se de um dispositivo de intervenção no qual se afirme o ato político que toda investigação constitui. Isto porque na pesquisa-intervenção acentua-se todo o tempo o vínculo entre a gênese teórica e a social dos conceitos, que é negado nas versões positivistas ‘tecnológicas’ de pesquisa”. (Rodrigues e Souza, 1987, p.31)

1.4 A pesquisa-intervenção como dispositivo de transformação

Na pesquisa-intervenção não visamos à mudança imediata da ação instituída, pois a mudança é consequência da produção de outra relação entre teoria e prática, assim como entre sujeito e objeto. É nesse sentido que a intervenção se articula à pesquisa para produzir outra relação entre instituição da formação/aplicação de conhecimentos, teoria/prática, sujeito/objeto. Deste modo, o desafio dos pesquisadores é ir além do reconhecimento das representações estabelecidas na comunidade investigada, dos consensos que dão forma e apresentam a vida como uma estrutura definida nos seus valores, produções e expectativas.

O trabalho ora desenvolvido possui características de pesquisa tanto participativa quanto de pesquisa-ação, pois contempla interações através não só de participação, mas também de atuação efetiva. Deve-se realçar que a ação investigativa faz com que, no ensino experimental haja correlação direta entre sujeito/objeto e teoria/prática. A pesquisa intervenção propicia articulação entre a formação/aplicação de conhecimentos, o professor pesquisador pode ir além de representações estabelecidas.

2. JUSTIFICATIVA

Ensino experimental por investigação insere-se no contexto de chamar a atenção para a discussão atual sobre esta forma de ensino, tomando-se por base a realização de experimentos visando desenvolver nos educandos a curiosidade científica mediante a investigação de certos fenômenos passíveis de observação e análise. O tema remete-nos a reflexão sobre quais tópicos de ensino poderiam ser abordados sob investigação experimental e, posicionamentos que se tenha a respeito do tema.

A resolução CNE/CEB – Câmara de Educação Básica do Conselho Nacional de Educação – de 26 de junho de 1998, institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM). Dentre vários outros artigos, merecem destaque quando focadas no que se referem ao tema desse trabalho:

Art.2º. A organização curricular de cada escola será orientada pelos valores apresentados na Lei 9.394, Lei de Diretrizes e Bases, a saber:

I – os fundamentais ao interesse social, aos direitos deveres dos cidadãos, de respeito ao bem comum e a ordem democrática;

Art.4º. As propostas pedagógicas das escolas e seus respectivos currículos incluirão competências básicas, conteúdos e formas de tratamento dos conteúdos, previstos pelas finalidades do ensino médio estabelecidas pela lei:

I – desenvolvimento da capacidade de aprender e continuar aprendendo, da autonomia intelectual e do pensamento crítico, de modo a ser capaz de prosseguir os estudos e de adaptar-se com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento;

II – constituição de significados socialmente construídos e reconhecidos como verdadeiros sobre o mundo físico e natural, sobre a realidade social e política;

V – domínio dos princípios e fundamentos científico-tecnológicos que presidem a produção moderna de bens, serviços e conhecimentos, tanto em seus produtos como em seus processos, de modo a ser capaz de relacionar a teoria à prática e o desenvolvimento da flexibilidade, para novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

Art. 5º. Para cumprir as finalidades do ensino médio previstas pela lei, as escolas organizarão seus currículos de modo a:

III – adotar metodologias de ensino diversificadas, que estimulem a reconstrução do conhecimento e mobilizem o raciocínio, a experimentação, a solução de problemas e outras competências cognitivas superiores;

IV – reconhecer que as situações de aprendizagem provocam também sentimentos e requerem trabalhar a afetividade do aluno.

Art. 12º. Não haverá dissociação entre a formação geral e a preparação básica para o trabalho, nem esta última se confundirá com a formação profissional.

Face aos argumentos legais supramencionados, que enfatizam a necessidade de metodologias diversificadas, a investigação por experimentos é uma delas. Objetiva-se por este procedimento propiciar maneira diversificada de melhor atingir a capacidade cognitiva dos educandos, mediante um programa pedagógico que contemple o espectro de inteligências que existem em diferentes indivíduos.

“O conteúdo curricular atualmente ganha novas dimensões em relação ao antigo entendimento do conceito de conteúdo. Passa a incluir, além da dimensão conceitual, as dimensões procedimentais e atitudinais, esta representada pela discussão dos valores do próprio conteúdo. Logicamente, a mudança no conceito do conteúdo - qual novo conteúdo de Ciências que se deve ensinar - exige também modificações no trabalho em sala de aula desse conteúdo”. (Carvalho, 2003, p.3)

Para isto, é preciso oferecer alternativas metodológicas adequadas, dinâmicas e motivadoras. A utilização de experimentos estruturados, demonstrativos e por investigação podem proporcionar estas características. O

ensino de Ciências da Natureza através de uma investigação experimental pode desenvolver as potencialidades intelectivas dos estudantes, de maneira própria aos adolescentes, sem perder de vista o rigor científico na construção do conhecimento. Cientes do grau de imprescindibilidade que o ensino por experimentação encerra no processo ensino-aprendizagem, visto que as Ciências da Natureza possuem grande vínculo com a experiência, entendemos que compete aos educadores aperfeiçoar suas habilidades e estratégias didático-pedagógicas no ensino de Ciências da Natureza, ao utilizar a investigação nos experimentos a nível básico.

O receio às mudanças sempre fez parte da atitude humana. Com a velocidade dos acontecimentos atuais, alguns meses são suficientes para estarmos à margem das tendências mundiais. Há necessidade de constante atualização, de sermos mais pragmáticos do que dogmáticos. O que nós docentes precisamos fazer para inserirmos no processo como participantes ativos e não apenas como meros retransmissores de novidades? O professor atual deve ser um facilitador, o aluno um colaborador ativo, deve-se dar ênfase ao pensamento crítico, o método de ensino deve ser interacionista, para permitir ao estudante acesso ilimitado ao conhecimento. Não são apenas os equipamentos que evoluem, devemos estar numa constante mutação seja de atitudes ou de comportamentos. (Ramos e Santos, 2009, p.8).

O uso de tecnologia avançada pode não ser requerido para apresentar o conteúdo aos estudantes em ensino experimental direto por investigação, varias instituições obtém bom desempenho usando materiais de baixo custo como peças de brinquedo, refugos de hardware de computador, dentre outros, o que se adapta ao ensino médio público, em que normalmente há certa dificuldade de recursos.

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Este trabalho tem como objetivo, dentre outros, utilizarem estratégias para motivar o estudante na construção de seu conhecimento científico, de maneira conveniente, promovendo suas habilidades e, ao mesmo tempo, sedimentando competências vinculadas a estas habilidades. Como conseguirmos estes objetivos de forma não onerosa e eficiente?

Devemos, portanto, buscar alternativas que possam atender a maioria dos estudantes, para que eles possam chegar a melhores instâncias de ensino. As Ciências da Natureza são primordiais para que nossos estudantes consigam concluir o curso médio. Primeiro pela importância que estas Ciências assumem no mundo tecnológico atual em que as nações possuem como verdadeiras commodities, a informação; segundo porque parte da evasão escolar é creditado a estas Ciências, devido à dificuldade que alguns alunos encontram no processo ensino-aprendizagem (Ramos e Santos, 2009, p.3).

A dificuldade colocada anteriormente é explicitada pelo grupo de professores em Carvalho et al. (1999):

Como professores do ensino médio, estávamos insatisfeitos com os resultados obtidos em nossos cursos: alunos com dificuldades, que não entendiam a matéria, que não relacionavam com seu dia a dia, que procuravam apenas que fórmula usar para acertar o problema. Buscávamos um modo de, mudando nossa prática, atingir melhores resultados em relação à aprendizagem (p.9).

Entre alguns caminhos apontados por vários estudiosos, um chama à atenção: é o de olhar a inteligência sob uma nova ótica, diferente daquela estabelecida e fixada no mundo ocidental, de que esta (Q. Is.) seria única e mensurável, e a focarmos como plural e em cada indivíduo, podendo com isso oferecer ao processo cognitivo uma singularidade tão grande como nossas retinas (Ramos e Santos, 2009, p.3).

“É o que nos propõe o estudo minucioso iniciado há mais de duas décadas por Howard Gardner (1983a) e sua equipe, que nos leva a compreender que possuímos várias inteligências o que pode levar a uma revolução na aplicação dos métodos e processos para apreensão dos conteúdos. Gardner denominou a conclusão destes estudos como Teoria das Inteligências Múltiplas. Existe um espectro de inteligências que aparecem em indivíduos diferentes, combinadas de formas diferentes. Sendo assim, não há possibilidade de que na vida adulta, as inteligências operem isoladamente. Na realidade, elas funcionam combinadas e a atividade adulta sofisticada será desenvolvida pela fusão de várias destas inteligências. O ideal é que tenhamos várias delas desenvolvidas em nossas crianças e adolescentes. Nas sociedades atuais as capacidades espaciais, interpessoais e cinestésico-corporais desempenham papéis importantes”. (Gardner, 1983, pp.1-3).

Necessitamos então, de um programa pedagógico que contemple o entendimento do perfil das inteligências de cada estudante, permitindo uma “busca mais esclarecida das alternativas para suprir as deficiências dos alunos e, rotas alternativas para assimilação de determinados conteúdos que estejam se tornando empecilhos aos mesmos”, tais como: Matemática e Ciências da Natureza, utilizando-se, por exemplo, de relações espaciais ou da música por meio de técnicas lingüísticas (Ramos e Santos, 2009, p.4).

Cada aluno é singular isto é, numa mesma situação de aprendizagem, cada um terá sua própria visão da matéria ensinada, demonstrando com isto a importância no processo ensino aprendizagem, da qualidade das intervenções do professor. As inteligências que predominam quando falamos em Ciências da Natureza são a lógica-matemática e a espacial. O mais notável é a possibilidade de desenvolver a inteligência lógica matemática a partir de outras inteligências; isto somente é possível através de uma avaliação correta das dificuldades, traçando novos planejamentos, utilizando outras inteligências para se chegar aos objetivos esperados. Uma alternativa é apresentar situações-problemas enfrentadas no seu dia a dia para os estudantes e permitir que eles elaborem, construam, e discutam suas hipóteses coletivamente. Caberá ao professor compreender as estratégias a serem usadas para seus alunos, somente assim poderá ajudá-los (Ramos e Celso, 2009, p.4).

Edouard Claperèd defendia que: “a escola deveria ser ativa, ou seja, deveria mobilizar a atividade da criança, ser mais um laboratório do que um auditório”. (Claperèd, 1930, p.46)

Um erro grave que ainda perdura, é a exigência de decorar a tabuada ou fórmulas matemáticas, físicas ou químicas. Devemos partir de suas experiências diárias, porque somente assim será internalizado o conhecimento e poderemos levá-los a raciocinar, refletir, inquirir e concluir, e aí sim, darem sentido a estes números e fórmulas.

“A experimentação tem sido encarada como uma forma metodológica para enfrentar o problema da baixa aprendizagem em ciências. Assim, os métodos são o centro da problemática pedagógica, se um conteúdo não é compreendido é porque os meios pelos quais foi veiculado são falhos”.

“É preciso discutir que atividade científica pressupõe pluralidade de métodos de investigação, sendo cada abordagem a retificação de antigos erros e a construção de novas verdades, pois o saber humano é uma empresa nunca acabada”. (Oliveira, 1992, pp.86-87).

Pesquisas sobre a didática nas disciplinas exatas apontam novas formas de ensinar, como o ensino experimental por investigação, como a união da pesquisa com a prática, dentre outras, e, mostram-nos que muito do que era considerado erro, na verdade são estratégias diferenciadas de raciocínio, que devem ser levadas em consideração no planejamento das intervenções. Esta mudança de perspectiva encaminha claramente a uma mudança também nos modelos adotados para se ensinar. Numa complexidade de atributos somente, é cabível uma atividade em que o estudante esteja efetivamente presente em todos os momentos sendo “cúmplice” de sua aprendizagem. Estas medidas nos conduzirão a inclusão dos educandos, sendo os mesmos co-autores de nossa sociedade (Ramos e Celso, 2009, p.5).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Este trabalho de pesquisa além da realização de experiências relativas ao tema eletromagnetismo visa basicamente responder: “Em que medida o ensino investigativo ou a maneira de ensinar por investigação pode melhorar o aprendizado da física no ensino médio?” “Em que medida o ensino por experimentação, que inclui experimentos estruturados isto é, que tem seqüência didática objetivando levá-los à investigação e demonstração de fenômenos e princípios, pode motivar o aluno ao estudo da física básica?” “Que competências e habilidades o aprender fazendo pode se desenvolver nos alunos?” “Por que ensinar Ciências por meio da investigação?” “Em que sentido o uso da atividade investigativa pode ajudar a solucionar problemas enfrentados em sala de aula?”

3. METODOLOGIA

3.1 Que é ensino por investigação? Por que investigar?

Investigação é atividade que depende da habilidade não só de construir questões sobre o mundo natural, mas também buscar respostas para as mesmas. Aprender a investigar envolve aprender a observar, planejar, levantar hipóteses, realizar medidas, interpretar dados, refletir e construir explicações de caráter teórico. Porém, essas habilidades não precisam ser trabalhadas simultaneamente ou numa única atividade.

“No ensino de ciências por investigação, estudantes interagem, exploram e experimentam o mundo natural, mas não são abandonados à própria sorte, nem ficam restritos a uma manipulação ativista e puramente lúdica. Eles são inseridos em processos investigativos, envolvem-se na própria aprendizagem, constroem questões, elaboram hipóteses, analisam evidências, tiram conclusões, comunicam resultados”.

“Nessa perspectiva a aprendizagem de procedimentos ultrapassa a mera execução de certos tipos de tarefas, tornando-se uma oportunidade para desenvolver novas compreensões, significados e conhecimentos do conteúdo ensinado”. (Maués e Lima, 2006, p.10).

Atividades de caráter investigativo implicam, inicialmente, à proposição de situações-problema que acompanham todo o processo de experimentação. O professor orienta as atividades experimentais, por exemplo, propõe e discute as questões praticadas, contribui para o planejamento da investigação dos alunos, possibilita a discussão e a argumentação entre os estudantes, promove a sistematização do conhecimento. Portanto oportuniza, significativamente, a vivência de experiência pelos alunos, permitindo-lhes a construção de novos conhecimentos acerca do que está sendo investigado (Munford et al., 2008, p.87).

A Ciência possui processos e produtos, o conhecimento em Ciências não pode ser reduzido apenas ao conhecimento de conceitos e fatos. É fundamental, em sua vida escolar, que os alunos, gradativamente, desenvolvam entendimento da natureza das explicações, dos modelos e teorias científicas, bem como das práticas usadas para gerar esses produtos.

Os estudantes têm o direito de aprender estratégias para pensar cientificamente, o questionamento e a curiosidade são condições necessárias para a aprendizagem em Ciências. Uma investigação só faz sentido quando explicita algo que se quer conhecer. O sujeito que aprende é capaz de atribuir significados ao mundo (Munford et al., 2008, p.87).

Enfim: ao invés de aulas expositivas e teóricas sobre o assunto, em que medida a utilização de experimentos estruturados, demonstrativos e investigativos pode motivar e viabilizar a aprendizagem dos alunos do ensino básico no estudo do eletromagnetismo.

3.2 Características das atividades experimentais investigativas

A atividade experimental investigativa objetiva aumentar o estágio de conhecimentos sobre fenômenos da realidade, bem como sobre as implicações de uma teoria, ou sobre a sua consistência.

“Em uma atividade experimental de investigação realizada em sala de aula, o aluno deve ser colocado frente a uma situação em que ele seja solicitado a fazer mais do que se lembrar de uma fórmula ou de uma solução já utilizada em situação semelhante”. (Borges, 2002, p.84)

Disso pode-se concluir que, nesta atividade experimental, o estudante participa diretamente da definição ou interpretação de um fenômeno ou problema, ao ser transformado em questões passíveis de investigação, em que ele próprio desenvolve suas habilidades e constrói seu conhecimento em relação ao tópico analisado.

“Ao se propor uma atividade experimental investigativa na escola, deve-se discutir com os alunos, a importância do tema em estudo. Uma orientação experimental e investigativa pressupõe o envolvimento direto em uma tarefa, cuja finalidade e sentido estejam claros para eles”. (Tamir, 1990, p.85)

A discussão do tema em questão ajuda os alunos a começar a formar compreensão inicial da situação-problema, permitindo-lhes realizar análise qualitativa desta situação, ajudando-os a considerá-la numa visão de um problema específico.

3.3 Características e tipos de atividades com caráter investigativo

“A atividade investigativa não pode reduzir-se a mera observação e manipulação de dados, ela deve levar o aluno a refletir, discutir, explicar e a relatar seu trabalho aos colegas”.
(Carvalho et al., 2008, p.88)

Para Carvalho et al. (2008, p.88) tais atividades devem, portanto:

- a) Conter um problema, não há investigação sem problema, portanto o professor deve formular um problema que instigue e oriente o trabalho a ser desenvolvido com e pelos alunos.
- b) Ser, sempre que possível, generativas, ou seja, devem desencadear debates, discussões e outras atividades, experimentais ou não.
- c) Propiciar desenvolvimento de argumentos, por meio de coordenação de enunciados teóricos e evidência.
- d) Motivar e mobilizar os alunos, promover o engajamento destes com o tema em investigação. Desafios práticos e resultados inesperados podem auxiliar nessa direção.
- e) Propiciar a extensão dos resultados a todos os estudantes da turma.

Em relação aos tipos de atividades investigativas podemos caracterizá-las como práticas: experimentais, de campo e de laboratório; de demonstração; de pesquisa; com filmes; de simulação em computador; com banco de dados; de elaboração verbal e escrita de um plano de pesquisa; de relatório de atividades experimentais, entre outras. Por outro lado, em relação aos experimentos simulados no computador, as escolas públicas ainda esbarram na dificuldade de acesso dos estudantes ao computador (faltam computadores ou o acesso é restrito).

Gott e Duggan (1995) discriminam fases e processos que compõem as atividades experimentais investigativas escolares, em que se pode, resumidamente, mencionar:

1. Problematização (problema epistêmico);
2. a) Produção de hipóteses e conjecturas;
2. b) Escolha dos métodos de investigação;

3. a) Uso de procedimentos de investigação;
3. b) Análise de dados e avaliação de resultados;
4. b) Comunicação de resultados.

A atividade investigativa é uma estratégia, entre outras, que o professor pode utilizar para diversificar sua prática pedagógica no cotidiano escolar. Ao falar de ensino de Ciências por investigação, usa-se estratégia de ensino diferente das que tinham sido mais freqüentemente exploradas nas escolas. Trata-se de atividade centrada, basicamente, nos alunos e visa, sobretudo, ajudar os estudantes a desenvolver autonomia, bem como a capacidade de tomar decisões, de pensar, de resolver problemas com base em critérios bem definidos, para apropriar-se de conceitos e teorias. Para tal é necessário que o professor esteja instrumentalizado para avaliar e adaptar-se às atividades investigativas (Munford et al., 2008, p.86).

3.4 A realização das aulas investigativas experimentais

O exercício de atividade experimental por investigação foi realizado com alunos da 3ª série de ensino médio da Escola Estadual Profº Martinho Sylvio Bizutti em Igarapava/SP. As duas experiências foram realizadas com três turmas, totalizando cerca de oitenta estudantes que participaram das aulas experimentais.

O primeiro experimento, com o tema “construa sua própria bússola”, foi relevante devido a sua adequação à fase introdutória no estudo do magnetismo bem como, seu caráter interdisciplinar, sobretudo com a Geografia. O segundo experimento, com o tema “construindo um motor elétrico”, foi escolhido visto que engloba vários tópicos estudados no eletromagnetismo, em fase final de estudo do assunto como também, está relacionado ao cotidiano do aluno (todos têm eletrodomésticos em casa, com motores eletromagnéticos, com movimento de giro). Em ambos foram usados roteiros estruturados para a realização dos experimentos (anexo I).

Antes da apresentação do experimento, construa sua própria bússola, na fase inicial do estudo sobre magnetismo, os alunos tiveram aulas teóricas

sobre o comportamento dos ímãs tais como: pólos, inseparabilidade dos pólos, linhas de indução de um campo magnético, dentre outros. Em relação à apresentação do experimento construindo um motor elétrico, na fase final de estudo sobre eletromagnetismo, antes da apresentação do experimento, os alunos tiveram aulas teóricas principalmente sobre campo magnético de uma corrente elétrica, força magnética em um condutor bem como assistiram vídeos referentes às leis de Faraday e de Lenz.

Considerando-se a carga horária que dispomos atualmente no ensino da Física nas escolas públicas estaduais, de ensino médio geral, por exemplo, é de fundamental importância que tanto o espaço quanto o tempo de apresentação sejam aproveitados ao máximo. Não encontramos outro dispositivo capaz de atender a esta questão e a adequação ao conteúdo a ser ministrado do que através de apresentação das experiências pelos alunos em sala de aula. As apresentações de cada um dos dois experimentos foram realizadas por um grupo de seis alunos em cada sala de aula, para cada turma das três em que foram feitos os experimentos, conforme roteiro de experimentação (anexo I) e descrição dos dois experimentos na análise de resultados. Durante a apresentação houve interação do grupo de apresentação com a turma e o professor.

Os pontos relevantes ocorridos nos experimentos foram anotados pelo professor, logo após as suas apresentações, enquanto os alunos respondiam aos questionários pertinentes aos mesmos. Conforme a contextualização efetuada sobre os experimentos (vide 4.1: Análise de resultados das atividades experimentais numa perspectiva investigativa – investigando e contextualizando as experiências).

Durante o desenvolvimento de atividades experimentais de demonstração pelo grupo de alunos em conjunto com o professor, os estudantes exercem papéis ativos e vivenciam situações que podem desencadear discussões produtivas para o processo ensino-aprendizagem. Para isso, tais atividades devem partir de um problema ou tópico proposto pelo professor em uma investigação experimental que, se for do tipo estruturada por meio de um roteiro (vide roteiros de experiências no anexo I), em que se propõe aos alunos do grupo a apresentação de um problema experimental para eles investigarem, fornecendo a lista de materiais a serem usados, indicando

os procedimentos a serem utilizados e propondo questões para orientá-los em direção a uma conclusão, diferente do experimento investigativo semi estruturado em que não há intervenção constante e diretiva do professor ou, experimento investigativo aberto em que o professor apenas propõe o tema e os alunos desenvolvem livremente o experimento, precisando escolher os procedimentos de investigação.

Neste trabalho com investigação experimental estruturada os alunos devem produzir generalizações a partir dos dados coletados. É interessante que os alunos do grupo de apresentação e mesmo os demais da sala de aula, sejam convidados a levantar hipóteses, sobre possíveis respostas para a situação-problema experimental e, também, sobre possíveis procedimentos para se chegar a uma solução satisfatória. Durante a demonstração e apresentação, ao longo das discussões, os alunos devem ser incentivados a fazer observações e a propor novas questões. Nesse momento, é importante que o professor leve os alunos a desenvolver reflexões, relatos e argumentações sobre o fenômeno investigado. Para finalizar, o professor deve dar um fechamento ao trabalho, enumerando as principais idéias discutidas durante a atividade experimental, bem como ressaltar e explicar os conceitos científicos nela envolvidos.

3.5 A aplicação do questionário

Após a realização dos experimentos foi aplicado o questionário da pesquisa aos alunos (anexo II) que incluiu roteiro estruturado, isto é, questionário formulado com respostas em múltipla escolha ou fechadas. As respostas fornecidas foram tratadas estatisticamente (mediante formulação, tabulação e análise) para verificar se determinado perfil de resposta é significativo ou não. Tais respostas foram expressas em gráficos de acordo com as correlações existentes nas perguntas do questionário.

A partir de tais dados obtidos na pesquisa passamos a formular os resultados e fazermos observações e interpretações relacionando-os a algumas características das atividades investigativas e experimentais, ou seja, relacionar o arcabouço obtido na pesquisa bibliográfica com o que ocorreu na

amostra obtida junto aos alunos pesquisados conforme o levantamento do questionário (anexo II).

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Atividades experimentais numa perspectiva investigativa

Tradicionalmente, as atividades experimentais de demonstração constituem-se, em apresentações realizadas pelo professor, em laboratório ou em sala de aula. Com o objetivo não só de motivar os alunos, mas também de ilustrar e fundamentar a explicação de conceitos, neste trabalho que desenvolvemos, as apresentações (vide - montagem dos experimentos - anexo I) são realizadas pelos próprios alunos, orientados pelo professor que atua como um orientador coadjuvante. Nesta prática cada tópico experimental é trabalhado com grupos de seis alunos que o repassam para a turma, conforme os experimentos por investigação a seguir relatados:

Investigando e contextualizando a experiência: construa sua própria bússola realizada com a turma da 3ª série C

Problematização

P: “Você já notou que em qualquer lugar que coloque uma bússola seu ponteiro aponta sempre para a mesma direção? Por que isto acontece? O ímã pode atrair ou repelir certos metais ou outro ímã, isto tem algo comum com o comportamento da bússola? O que você acha de construirmos uma bússola?”

P: “gente! silêncio! Vamos ver a apresentação do grupo1, da Bruna, André, Joel, João, Pedro e Karina, que construíram uma bússola, e aí, funcionou?”

João: “a principal coisa que fizemos foi esfregar a agulha no ímã. Ela estando imantada aponta sempre para a mesma direção”

Pedro: “pessoal, vem ver! Quando você coloca o isopor dentro d’água a agulha gira, se você girar o isopor, ele gira novamente sozinho voltando para a mesma posição, vejam!”

Antônio: “a agulha movimentou porque você colocou o isopor na água e houve uma força da água que girou a agulha...”

P: “Pedro! Enquanto espera a água parar, fixe a agulha no isopor, esfregue novamente a agulha no ímã, sempre no mesmo sentido e no mesmo lugar ou

pólo, e coloque devagar o isopor na água e faça um movimento de giro com ele”

Joel: “o isopor gira e a agulha volta para a mesma direção que o Pedro fez no início”

Antonio: “Ah! É mesmo, a agulha gira sozinha...”

Karina: “por que se deve esfregar a agulha no imã no mesmo sentido?”

P: “pessoal, a força que gira o isopor não é devido a seu peso ou movimento da água, é porque a agulha ficou imantada. Deve-se esfregar no mesmo sentido para ter maior imantação. Por que a agulha ficou imantada?”

Bruna: “porque é de metal...”

Joel: “porque ao esfregar passou força do imã para a agulha”

André: “porque passou material do imã para a agulha”

P: “psiu! Se fosse de alumínio ficaria imantada?”

Bruna: “sim...”

P: “vamos verificar! Daniel fixe a agulha de alumínio no isopor e proceda do mesmo modo quando usamos a agulha de aço”

Daniel: “a agulha de alumínio não se movimentou...”

Antonio: “não porque a agulha de alumínio é muito leve...”

P: “gente! A imantação só ocorre em materiais ferromagnéticos isto é, materiais metálicos com esta característica como: ferro, aço, níquel, dentre outros; a agulha de alumínio, conforme se verificou não se movimentou devido a este material não ser ferromagnético. Um imã em barra não se movimenta, por que a agulha movimentou sozinha?”

Karina: “movimentou...”

Pedro: “já vi falar que a Terra tem campo magnético, não é devido a isto?”

Paula: “como?”

P: “Sim, Pedro, há interação entre os campos magnéticos da Terra e da agulha. A bússola tem um imã em seu interior e, como aqui, tem campo magnético. Um imã em barra não gira, devido estar apoiado na mesa seu movimento é impedido pela força de atrito. A bússola funciona porque tem imã permanente em seu interior, seu ponteiro gira porque a base do imã está isolada e imersa num líquido”

P: “pessoal! Há algum outro questionamento sobre o experimento ou algo relacionado a ele?”

Desencadeando discussões produtivas após a apresentação da experiência

Joel: “professor! Se a Terra tem campo magnético, este campo não faz força magnética?”

Karina: “essa força não modifica o movimento da Terra...”

P: “um campo magnético cria força magnética se interagir com outro campo magnético ou com corpos eletrizados. Karina! Segundo me consta, não há qualquer evidência de que o campo magnético da Terra exerce influência em seu movimento”

André: “além da bússola o campo magnético da Terra faz alguma influência?”

Bruna: “é! Não aumenta a temperatura da Terra?”

Paula: “aumenta o peso das coisas?”

P: “a força peso surge devido ao campo gravitacional da Terra, conforme viram no 1º ano, tanto o peso como as forças magnéticas são forças de campo, agem à distância. O que posso dizer é que o campo magnético da Terra serve de escudo ao vento solar, neste ‘vento’ existem partículas eletrizadas, estas são desviadas da Terra devido a este campo magnético”

P: “alunos do grupo um, tragam o relatório da experiência na próxima aula, não se esqueçam de descrever o que aconteceu e por que aconteceu. Pessoal responda o questionário referente ao experimento, faremos sua resolução definitiva no final da aula”

Fechamento da experiência

P: “verificamos então que a bússola é um ímã como também a Terra por possuírem metais ferromagnéticos, que os ímãs possuem dois pólos que, da mesma forma que as forças elétricas, as magnéticas podem ser de atração e de repulsão, que os ímãs podem ser naturais e que certos metais podem ser imantados e outros não”

Investigando e contextualizando a experiência: construir motor elétrico realizada com a turma da 3ª série A

Problematização

P: “Você sabe como funciona um motor elétrico? Quais são seus componentes principais? Que leis físicas explicam seu funcionamento? Que tal construir um

motorzinho elétrico para discutir seu princípio de funcionamento e os conceitos do eletromagnetismo envolvidos?”

P: “pessoal! Vamos ver a apresentação do grupo 4, do Adriano, Brenda, Daniela, Francis, Luis, Mateus e Weber que construíram um motorzinho elétrico”

Luis: “testamos em casa e também agora, a bobina não gira, ou começa a girar e volta à posição do início, a pilha não está fraca porque é nova!”

P: “você raspou o verniz de um lado do fio ou metade da bobina nos apoios das presilhas?”

Francis: “não desencapamos as duas extremidades totalmente...”

P: “Francis, corte a ponta de uma das extremidades, desencape o verniz pela metade, esfregue com lixa de unha as duas extremidades. Luis! Dê um impulso inicial. Viu, agora funcionou! O que faz a bobina girar?”

Brenda: “tem que ter uma força para ela girar...”

Weber: “mas, de onde vem esta força?”

Antonio: “do ímã...”

Daniela: “é, mas... o que a pilha está fazendo aí?”

Luis: “ela gera energia elétrica, passa pelo suporte e chega até a bobina”

Karina: “então, pra que o ímã?”

P: “muito bem! Vejam que precisamos do ímã que tem campo magnético, da pilha que tem energia elétrica que chega à bobina quando fechamos o circuito. Mas, o que o campo magnético do ímã e a corrente elétrica fazem para aparecer a força que gira a bobina?”

Antonio: “o campo magnético do ímã atrai as cargas elétricas da bobina...”

Paula: “não sei, só sei que o campo ímã faz alguma coisa na bobina...”

Mateus: “o campo magnético do ímã empurra a corrente elétrica da bobina?”

P: “não é bem assim, Mateus! A corrente elétrica na bobina gera ao seu redor um campo magnético não permanente, o ímã tem campo magnético permanente. Na interação destes dois campos magnéticos surge a força magnética que gira a bobina”

Weber: “mas, como é esta interação?”

Daniela: “sim, qual dos dois campos é mais forte?”

P: “quando você coloca dois ímãs de frente com mesmo pólo, o que ocorre?”

[professor fala enquanto escreve na lousa as fórmulas de força magnética especificando as grandezas existentes $F_m = v.q.B$; $F_m = B.i.l$ em 90°]

Luis: “aparece uma força que os separa...”

P: “aqui é a mesma situação, o pólo do imã permanente e da bobina quando ela dá meia volta são iguais então aparece força de repulsão que gira a bobina”

Francis: “e na outra meia volta da bobina o que ocorre?”

Pedro: “o campo magnético do imã continua repelindo o da bobina...”

P: “não é bem assim Pedro! Na outra meia volta da bobina o pólo da bobina se inverte e aparece força magnética de atração”

Mateus: “então se a bobina é atraída para o imã ela devia voltar e não continuar girando...”

Luis: “não foi o que aconteceu no teste que fizemos em casa ela ia e voltava?”

P: “foi, por isto que se deve raspar só uma parte ou lado do fio de apoio deixando o outro lado intacto ao longo do comprimento dos eixos de apoio na presilha. Ao fazer isto, o circuito é cortado e não aparece força de atração, o fluxo da corrente é intermitente, ora tem, ora não tem. Nesta outra metade a bobina completa a volta por inércia”

Joel: “a corrente elétrica que vinha da pilha é desligada nesta meia volta?”

P: “sim. Francis retire o imã da montagem, o que acontece?”

Daniela: “oh! O motor está parando...”

P: “Francis! Agora coloque o imã invertendo sua posição, o que acontece?”

Daniela: “o motor não funciona?”

Weber: “ah! Agora está funcionando, mas girando em movimento inverso!”

P: “agora Francis! Desconecte a pilha, inverta seus pólos e conecte novamente, o que acontece?”

Luis: “olha! Inverteu novamente o movimento da bobina!”

Antonio: “a corrente elétrica tem seu sentido invertido também?”

P: “sim, pessoal! Há algum outro questionamento sobre o experimento ou algo relacionado a ele?”

Desencadeando discussões produtivas após a apresentação da experiência

Antonio: “onde estes motorzinhos são usados?”

Bruno: “nos carros, no limpador de para brisas”

P: “somente aí?”

Francis: “acho que em tudo que tem movimento...”

Brenda: “por que não fazem um carro com um motor deste tipo?”

P: “são usados em certos tipos de aparelhos com certos tipos de movimento, para um veículo é preciso um motor com muita potência, não é?”

Daniela: “sim, mas que tipo de movimento?”

Mateus: “se a espira do motorzinho gira então ele cria movimento de giro”

P: “muito bem Mateus, é isso mesmo, mas onde são aplicados? Aqui na sala de aula temos um exemplo...”

Francis: “ah! No ventilador”

Paula: “então os eletrodomésticos usam este motorzinho?”

Luis: “acho que são usados no aspirador de pó, no liquidificador, não são?”

P: “sim gente, em todos os aparelhos eletrodomésticos que tem movimento de rotação. Estes aparelhos na realidade trabalham com corrente alternada, aqui no experimento, a corrente é contínua, daí o artifício da raspagem do fio da bobina nas extremidades. E a potência? Como fazer um motor mais potente?”

Weber: “acho que aumentando o tamanho do imã...”

Paula: “não se pode aumentar o número de espiras?”

Joel: “afinal o que aumenta a potência?”

P: “pode-se aumentar o campo magnético permanente, aumentar a quantidade de espiras da bobina, por exemplo, mas tem limite, pois aumenta a sua massa aumentando sua inércia o que dificulta seu movimento”

Bruno: “é essa força que faz as pás do ventilador girar?”

Brenda: “é... mas o que acontece dentro dele?”

Paula: “o que é espira?”

P: “espira é o anel ou cada volta completa do fio na bobina, que tem varias espiras. Maior o comprimento de fio usado na bobina, maior a força magnética, maior a velocidade de rotação e vice-versa. Vocês lembram no 1º ano quando se estudou energia cinética, o que acontece aqui com esta energia?”

Paula: “se as pás giram, tem movimento, então tem energia cinética...”

Bruno: “no 1º ano aprendi que a gente tira energia cinética da potencial.

Onde está a energia potencial no ventilador?”

Francis: “no motor elétrico dele...”

P: “as pás do ventilador tem energia cinética de rotação, esta energia é retirada de seu motor elétrico, então que energia é transformada no ventilador?”

Ana: “transforma a força do motor em energia cinética de rotação...”

Paula: “mas... esta força não tem energia...”

Bruno: “tem... mas é potencial?”

P: “gente, esta força que faz girar as pás do ventilador é devido à energia elétrica existente no motor”

Joel: “ah! Então o ventilador transforma energia elétrica em energia cinética”

Paula: “de onde vem esta energia elétrica?”

P: “concluindo, o fio que chega ao ventilador trás energia elétrica que vem da rede de distribuição que, no motor, é transformada em energia cinética de rotação que você vê no movimento de giro das pás do ventilador. Pessoal do grupo do motorzinho traga o relatório da experiência na próxima aula, não se esqueçam de descrever o que aconteceu e por que aconteceu, ok? Meus alunos respondam o questionário, faremos sua resolução no final da aula...”

Fechamento do experimento

P: “pessoal! Então vimos que no motorzinho temos a pilha, a bobina e o imã. Que na interação entre os campos magnéticos do imã e da bobina surge a força eletromagnética que gira a bobina. Que aqui, ele funciona com corrente contínua com fluxo intermitente e que os aparelhos eletrodomésticos que tem rotação funcionam com corrente alternada que obtém energia da rede elétrica, ok!”

Esse tipo de atividade experimental é significativamente diferente das atividades experimentais tradicionalmente realizadas nas aulas de Ciências em que o professor as apresentava e fazia tudo, com os alunos em atitude passiva. Aqui, faz com que os estudantes participem ativamente, elaborando hipóteses sobre o(s) fenômeno(s) em foco, analisem os resultados obtidos, façam conexão com os conhecimentos anteriormente adquiridos e se posicionem em face desses conhecimentos alcançados. Isto confere caráter investigativo a tal atividade experimental.

4.2 - Análises do questionário

No que se refere ao questionário aplicado aos estudantes (vide anexo II) objetivou-se verificar: parecer sobre o grau de satisfação e importância que o aluno observa em relação à prática de experimentos por investigação; em que

teor a prática experimental direta (aquela em que o aluno realiza o experimento) é usada no aprendizado dos estudantes; o que a prática experimental investigativa pode propiciar ao aprendiz em relação a sua realização como estudante; e, em que grau o ensino por investigação e experimentação, pode oferecer ao estudante, em sua interação com o conhecimento, ou seja, como o uso de investigação em experimentos pode melhorar a aprendizagem dos alunos, no caso, no estudo de eletromagnetismo (aspecto metodológico) como também, sua interação com os colegas e o professor (aspecto psicológico).

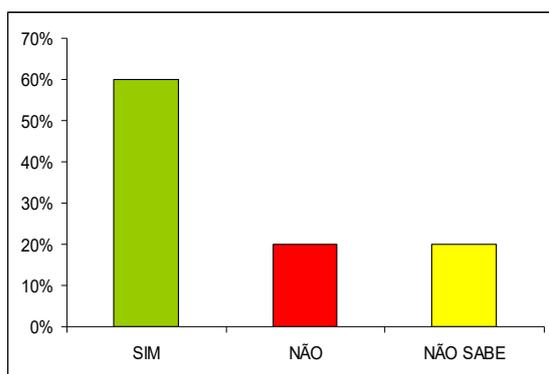


Gráfico 1 – Grau de satisfação e importância no ensino experimental por investigação.
Fonte: Arquivo Pessoal, (2011).

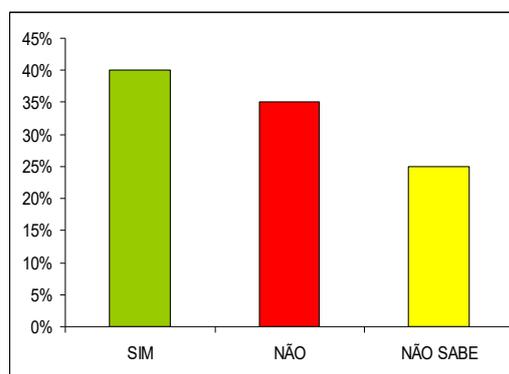


Gráfico 2 – Uso do ensino experimental por investigação.
Fonte: Arquivo Pessoal, (2011).

Para a montagem gráfica e percentual do questionário referente aos alunos (vide anexo II), foram expressas no 1º gráfico as perguntas um e dois: grau de satisfação do aluno e importância atribuída na atividade experimental; no 2º gráfico as perguntas três, quatro e cinco: acostumado a fazer, sente-se mais atuante, se prefere fazer ou ver experimentos.

Portanto, após a análise dos dados coletados e montagem dos gráficos expressos, em relação aos estudantes, podemos afirmar: a maioria (60%) mencionou parecer favorável a importância e satisfação que esta metodologia pode proporcionar; cerca de (40%) dos estudantes considerou que a experimentação investigativa direta (aquela em que os próprios alunos manipulam o material, “põem a mão na massa”, na montagem do arranjo experimental, diferente de experimentos realizados somente pelo professor ou em simulação no computador) é pouco utilizada e que eles anseiam por usar mais deste procedimento de ensino.

“Esta é a etapa mais ‘prática’ do laboratório: quando os alunos manipulam o material. Essa manipulação é extremamente importante para que eles se acostumem a ver a Física como uma ciência experimental”. (Azevedo, 2003, p.28)

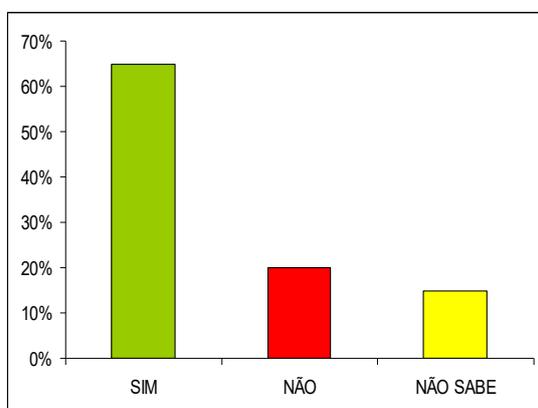


Gráfico 3 – Consistência, confiança e realização no ensino experimental por investigação.
Fonte: Arquivo Pessoal, 2011.

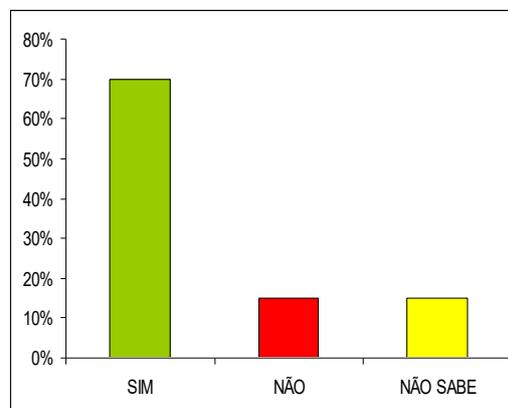


Gráfico 4 – Aspecto metodológico e psicológico com ensino experimental por investigação.
Fonte: Arquivo Pessoal, 2011.

No 3º

gráfico as perguntas seis, sete e oito: consistência, confiança e realização no aprendizado e no 4º gráfico as perguntas nove e dez: interação aluno/objeto, aluno/professor e aluno/aluno na aprendizagem.

No terceiro gráfico (65%) dos alunos pesquisados concordam que o experimento demonstrativo e investigativo propicia mais consistência, confiança e realização nas atividades isto é, o aluno se sente mais eficiente em seu aprendizado; no quarto gráfico, em relação aos experimentos realizados, os estudantes predominantemente (70%) consideraram que o ensino experimental por investigação é interessante e interativo ao conhecimento bem como, houve boa troca de idéias sobre os tópicos abordados tanto com os colegas quanto com o professor nesta fase de aprendizagem.

5. Considerações finais

À vista dos resultados obtidos na pesquisa com os questionários estruturados e das análises referentes à pesquisa bibliográfica anteriormente mencionada pode-se destacar que os estudantes de um modo geral apóiam esta ação ou iniciativa e, na pesquisa informaram que este tipo atividade, isto

é, ensino experimental por investigação no âmbito das Ciências da Natureza ainda é pouco utilizado.

Os experimentos por investigação realizados com eletromagnetismo (construa sua própria bússola e construindo um motor elétrico) atingiram as expectativas de despertar a curiosidade e motivar os estudantes ao aprendizado, de construir conhecimento bem como, houve boa interação na realização das aulas.

Pôde-se comprovar a eficácia do ensino por investigação mediante a aplicação de questionários pertinentes aos dois experimentos (vide - você aprendeu? - anexo I). As habilidades requeridas nos experimentos tais como: compreender como funcionam os ímãs e as agulhas magnéticas, entender como o magnetismo do planeta pode ser usado para orientação e localização; compreender como um campo magnético externo pode exercer força magnética sobre um condutor percorrido por corrente elétrica, entender o funcionamento de um motor de corrente contínua e reconhecer as transformações de energias envolvidas em motores elétricos (CCF, 2007, pp.47-48), foram atingidas.

A qualidade do processo ensino-aprendizagem deve passar por metodologias de ensino em que os aspectos qualitativos prevaleçam sobre os quantitativos, para termos aprendizagem bem fundamentada e contextualizada no mundo atual.

A predominância de idéias entre educadores e pedagogos é de que através do diálogo, do favorecimento a aprendizagem é que poderemos motivar o estudante ao conhecimento, devemos estar cientes dessa nossa função. É preciso que estejamos conscientes de que ao mudarmos a escola dentro de paradigmas convincentes poderemos mudar a sociedade, portanto nossas intervenções são fundamentais para a evolução de ambas.

É necessário que o professor se conscientize de que deva despertar habilidades e competências em seus alunos em consonância com o mundo tecnológico atual, de um lado e, de outro, que esta interação seja fraterna, educada, porque, através desta postura, poderemos formar adequadamente as novas gerações...

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, M. C. P. S. de (2003) **Ensino por Investigação: problematizando as atividades em sala de aula.** Em A. M. P. CARVALHO (Org.), **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática.** 1ª Ed. (cap.2), p.28. São Paulo: Thomson Pioneira (2003).
- BORDA, O. F. et al. (1974) **Causa popular. Ciência popular. Uma metodologia do conhecimento científico através da ação.** p.41. Bogotá: Publicação de la Rosca (1974).
- BORGES, A T. (2002) **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.19, n.3, pp.291-313, dez. 2002. Em M. E. C. de Castro et al. (Orgs.), **Ensino de Ciências por Investigação.** V.2, p.84. Belo Horizonte: UFMG/FAE/CECIMIG (2008).
- BRASIL – MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) – Física: Ensino Médio.** Brasília: Secretaria de Educação Básica, 1998.
- CARVALHO, A. M. P. et al. (1999) **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática.** 1ª Ed. (cap.3), p.35. São Paulo: Thomson Pioneira (2003).
- _____, A. M. P. et al. (2003) **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática.** 1ª Ed. (cap.1), p.3. São Paulo: Thomson Pioneira (2003).
- _____, A. M. P. et al. (2004) **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática.** Em M. E. C. de Castro et. al. (Orgs.), **Ensino de Ciências por Investigação.** v.1, pp. 88-89. Belo Horizonte: UFMG/FAE/CECIMIG (2008).
- CASTRO, A. D. de (2003) **Prefácio.** Em A. M. P. Carvalho (Org.) **Ensino de Ciências: Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática.** 1ª Ed. (p.7). São Paulo: Thomson Pioneira (2003).
- CCF - Conteúdos Complementares de Física - Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais (SEE/MG). **Proposta Curricular para o Ensino Médio – Física.** pp. 47-48. Belo Horizonte, 2007.
- CLAPERED, E. (1930) **Educação Funcional.** Em Revista Histedbr On-line, n.28, p.46 (pp.38-56). Campinas, dez. 2007.
- DRIVER, R. et Al. (1999) **Construindo conhecimento científico na sala de aula.** Revista Química Nova na Escola, 1 (9) pp.31-40. Em M. E. C. de Castro

et al. (Orgs). **Ensino de Ciências por Investigação**. v.2, p. 82. Belo Horizonte: UFMG/FAE/CECIMIG (2008).

GAMBOA, S.A.S. (1982) **Análise epistemológica dos métodos na pesquisa educacional: um estudo sobre a dissertação de mestrado em educação da UnB**. p.36. Brasília: Faculdade de Educação da UnB. Em J. F. de M. Neto, **Pesquisa-Ação (aspectos práticos nos movimentos sociais populares e em extensão popular)**, p.2. Universidade Federal da Paraíba (2004).

GARDNER, H. (1983) **Inteligências Múltiplas: a teoria na prática**. Em M. O. C. JUNIOR, (fichamento), pp.1-3. Porto Alegre: Artes Médicas (1995).

GOTT, R.; DUGGAN, S. (1995) **Investigative Work in the Science Curriculum. Developing Science and technology Education**.

Open University Press. Em M.E.C. de Castro et al. (Orgs), **Ensino de Ciências por Investigação**. v.2, pp.85-88. Belo Horizonte: UFMG/FAE/CECIMIG (2008).

MAUÉS, E. R. da C.; LIMA, M. E. C. C. (2006) **Ciências: atividades investigativas nas series iniciais**. Presença Pedagógica. v.72, pp.34-43. Em A. M. B. Silva, **A influência da utilização da experimentação e da investigação na qualidade de ensino**. p.10. Belo Horizonte: UFMG/FAE/CECIMIG (2010).

MENEZES, L. C. et al. (2008) **CENP/ Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Caderno do aluno, 3ª Série, v.2, pp. 8-9, pp. 22-25. Secretaria de Estado da Educação de São Paulo. São Paulo (2010).

MONTEIRO, M. A. A. et al. **As atividades de demonstração e a Teoria de Vigotsky: um motor elétrico de fácil construção e de baixo custo**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.27, n.2, pp.371-384, ago.2010.

MUNFORD, D. et al. (2008) **Ensino de Ciências por Investigação**. v.1, pp. 86-88. Belo Horizonte: UFMG/FAE/CECIMIG (2008).

MUNFORD, D. ; LIMA, M. E. C. C. **Ensinar Ciências por investigação: em que estamos de acordo?** Revista Ensaio, v.9, n.1, jul. 2007. Em M. E. C. de Castro et al. (Orgs). **Ensino de Ciências por Investigação**. v.2, p.80. Belo Horizonte: UFMG/FAE/CECIMIG (2008).

NETO, J. F. de M. (2004) **Pesquisa-Ação (aspectos práticos da pesquisa-ação nos movimentos sociais populares e em extensão popular)**. pp.1-2. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa (2004).

OLIVEIRA, M. D. ; OLIVEIRA, R. D. (1985) **Pesquisa Social e Ação Educativa: Conhecendo a Realidade Para Transformá-la.** Em C. R. BRANDÃO (Org.), **Pesquisa Participante** (pp.83-95). São Paulo: Brasiliense (1985).

OLIVEIRA, R. J. (1992) **A crítica ao verbalismo e ao experimentalismo no ensino de Química e Física.** Química Nova, v.15, n.1, pp.86-89 (1992).

RAMOS, W. V. M.; SANTOS, C. T. B. dos (2009) **Ação política da avaliação sobre a educação básica no ensino de ciências da natureza** (p.2, p.3, p.4, p.5, p.8, p.9). Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba (2009).

RIZZINI, I. , CASTRO, M. R. e SARTOR, C. D. (1999). **Pesquisando... Guia de metodologias da pesquisa para programas sociais.** Rio de Janeiro: Universidade Santa Úrsula (1999).

RODRIGUES, H. B. C. e SOUZA, V. L. B. (1987) **A análise institucional e a profissionalização do psicólogo.** Em V. R. KAMKHAGI e O. SAIDON (Orgs.), **Análise Institucional no Brasil**, p.31 (pp.27-46). Rio de Janeiro: Espaço e Tempo (1987).

TAMIR, P. (1990) **Practical Work im school: na analysis of current pratic.** Em M. E. C. de CASTRO, et al. **Ensino de Ciências por Investigação.** Belo Horizonte: UFMG/FAE/CECIMIG, v.2, p.85 (2008).

THIOLLENT, M. (1987) **Notas para o debate sobre pesquisa-ação.** Em C. R. BRANDÃO (Org.). **Repensando a pesquisa participante**, 3ª Ed. (pp.82-103) p.83. São Paulo: Brasiliense (1987).

VALADARES, E. de C. **Física mais que divertida: inventos eletrizantes baseados em materiais reciclados e de baixo custo**, 2ª ed. (pp.113-114). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais (2002).

SITES

<<http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=Magnets-and-Eletromagnets>>

Acesso em 12 Set. 2011.

<http://www.cienciamao.if.usp.br/tudo/exibir.php?midia=pmd&cod=_pmd2>Acesso

em 18 Set. 2011.

<http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=Faradays_Law>Acesso em 25 Set. 2011.

<<http://cenp.edunet.sp.gov.br/fisica/gref/ELETROMAGNETISMO/eletro14.pdf>>

Acesso em 02 Out. 2011.

ANEXO 1



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

Construa sua própria bússola

Montagem do experimento: construa sua própria bússola

É fácil construir uma bússola. Para isso, você vai precisar de:

Materiais

- Um copo ou uma xícara;
- Uma agulha de costura;
- Um pedaço de rolha ou isopor;
- Água;
- Um ímã.

Mãos à obra!

1. Encha um pouco mais da metade do copo com a água.
2. Fixe a agulha no pedaço de rolha ou no isopor.
3. Esfregue o ímã na agulha sempre na mesma direção para imantá-la. Cuidado: se você encostar as mãos na agulha, poderá desmagnetizá-la.
4. Coloque a rolha dentro do copo de forma a manter a agulha fora da água. Pode-se usar um prato fundo no lugar do copo bem como, ao invés de rolha, um pedaço de isopor em forma de paralelepípedo.

Você aprendeu? Observado o experimento responda as questões

1. Um de seus colegas afirmou que uma bússola é um detector de objetos magnéticos. Você concorda com ele?

R: Sim, pois a bússola é sensível a campos magnéticos.

2. É possível determinar o pólo norte e o pólo sul de um ímã? Como?

R: Sim, por meio da orientação de uma bússola. Ela aponta sempre ou seu ponteiro é atraído para o pólo sul magnético do ímã.

3. Explique por que o ponteiro da bússola aponta sempre para o norte geográfico.

R: Resposta pessoal espera-se que o estudante possa relacionar o pólo norte

do ponteiro da bússola com o pólo sul magnético da Terra que é o norte geográfico.

4. Pode-se dizer que a Terra é um grande ímã? Explique sua resposta.

R: Sim. A Terra tem o mesmo comportamento que o ímã, fazendo a bússola apontar para o seu norte geográfico que é o pólo sul magnético da Terra.



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

Construindo um motor elétrico

Montagem do experimento: o que fazer? Mãos a obra!

Materiais

- 90 cm de fio de cobre esmaltado (número 26);
- Duas presilhas metálicas de pasta de arquivo;
- Uma pilha grande;
- Um ímã em barra;
- Um pedaço de madeira.

1. Faça uma bobina com o fio esmaltado. Ela pode ser quadrada ou redonda, como mostra a figura. Para a construção da bobina, você pode utilizar seus três dedos centrais, dando aproximadamente dez voltas em torno deles. Deixe sem enrolar aproximadamente 5,0 cm de fio em suas duas extremidades. Eles servirão de eixo de rotação do motor.

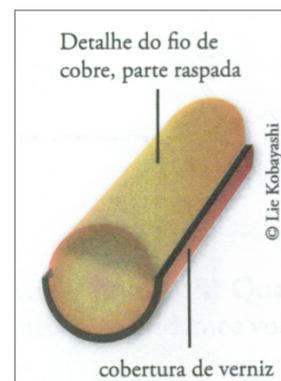
2. Para apoiar a bobina, faça duas hastes com presilhas de pasta de arquivo, dando o formato indicado na primeira figura da próxima página.

3. Encaixe as hastes no pedaço de madeira.

4. A pilha servirá de fonte de energia elétrica, ficando conectadas as presilhas (hastes), produzindo corrente na bobina do motor. No lugar da pilha pode-se utilizar um carregador de bateria de celular que não esteja mais sendo utilizado. Mas, para isso, deve-se retirar o plug de saída para que dois fios possam ser ligados ao terminal do fio da experiência.

5. Aparte fixa do motor será constituída de um ímã permanente, que será colocado sobre a tábua, conforme indica a figura a seguir.

6. Dependendo do ímã utilizado, será necessário usar um pequeno suporte para aproximá-lo da bobina.



7. Para colocar o motor em funcionamento, não se esqueça de que o verniz do fio da bobina é isolante elétrico. Assim, você deve raspá-lo para que o contato elétrico seja possível. Além disso, em um dos lados você deve raspar só uma parte, deixando o restante intacto ao longo do comprimento (observe na figura a maneira correta de raspá-lo).

8. Dê um pequeno impulso inicial para dar a partida no motor e observe seu funcionamento.

Você aprendeu? Observado o experimento, responda as questões

1. Retirado o ímã da montagem você observou que o motor parou. Por que isso aconteceu?

R: Porque há necessidade de campo magnético para que se tenha o movimento do motor, pois o campo magnético do ímã interage com o campo magnético gerado na espira.

2. Quais grandezas físicas estão relacionadas com a velocidade de giro do motor?

R: Campo magnético, tensão, corrente elétrica e resistência elétrica.

3. Se o esmalte das duas pontas livres da bobina for raspado integralmente. O que acontecerá? Explique.

R: A bobina não gira, permanece oscilando em relação a seu ponto de equilíbrio, devido à inversão da força magnética que atua na bobina.

4. Quais os principais componentes do motor? Quais leis explicam seu funcionamento?

R: Bobina, fonte de corrente elétrica (pilha ou bateria) e ímã (campo magnético do motor). Explicam seu funcionamento a Lei de Faraday e a Lei de Lenz

ANEXO 2**Questionário aos estudantes do 3º ano do Ensino Médio**

1- Você gosta de estudar um tema em Ciências da Natureza buscando realizar experimento sobre este tema?

() sim () não () não sabe

2-Você acredita que no estudo de Ciências da Natureza é importante a prática de experiências?

() sim () não () não sabe

3- Você está acostumado a fazer em anos anteriores experimentos sobre temas em Ciências da natureza?

() sim () não () não sabe

4-Você se sente mais atuante no aprendizado quando participa diretamente ou realiza experimentos em sala de aula?

() sim () não () não sabe

5-Você prefere tentar realizar um experimento ao invés de ver vídeos que apresentam experiências investigativas prontas?

() sim () não () não sabe

6-Você acredita que a prática de experimentos investigativos proporciona um aprendizado mais consistente?

() sim () não () não sabe

7- Você tem mais confiança no aprendizado quando se realiza experimento demonstrativo e investigativo de alguns fenômenos científicos?

() sim () não () não sabe

8- Você se sente mais realizado em seus estudos ao fazer experimentos investigativos sobre a matéria ensinada?

() sim () não () não sabe

9- Você achou que nossas aulas ao usar experimentos investigativos foram interessantes?

() sim () não () não sabe

10- Você se relacionou mais com os colegas e com o professor ao realizar experimentos investigativos?

() sim () não () não sabe