

KIT EXPERIMENTAL PARA ENSINO DO ELETROMAGNETISMO: UMA PROPOSTA DE PRODUTO EDUCACIONAL

EXPERIMENTAL KIT FOR TEACHING ELECTROMAGNETISM: AN EDUCATIONAL PRODUCT PROPOSAL

Carlos Henrique Rocha¹
Giselle Faur de Castro Catarino²

Resumo

O produto educacional apresentado neste artigo é fruto de uma pesquisa de mestrado profissional que teve como objetivo analisar a aplicação de uma proposta de ensino do eletromagnetismo baseada na utilização de experimentos de baixo custo. Como referencial teórico, foi utilizada a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud, além das perspectivas atuais sobre experimentação na área da pesquisa em ensino da física. O produto educacional elaborado ao longo da pesquisa é composto de um Kit Experimental e uma Sequência Didática, desenvolvidos considerando a utilização de materiais de baixo custo e facilidade de montagem, com vistas a possibilitar sua aplicação nas diversas realidades do Ensino Médio, onde a escassez de recursos é o fator que, muitas vezes, inviabiliza a realização de atividades experimentais. Acreditamos que nosso produto educacional possibilita a exploração do conceito de Esquema da Teoria de Vergnaud, pois oportuniza aos alunos (sujeitos em ação) a manipulação de todos os experimentos propostos, mobilizando os conhecimentos que nem sempre são visíveis e dizíveis. Possibilita ainda ao docente a observação das expressões perceptivo-gestual dos alunos, que também contém núcleo conceitual, facilitando a mediação com vistas a conduzir os alunos ao Conceito Científico

Palavras-chave: Eletromagnetismo, Experimentos, Campo Conceitual

Abstract

The educational product presented in this article is the result of a professional master 's research that had as objective to analyze the application of a proposal of teaching of electromagnetism, which contemplates the use of experiments of low cost during the accomplishment of the classes. As a theoretical reference, we used the Conceptual Field Theory of Gérard Vergnaud and the current research on experimentation in physics teaching. The educational product developed throughout the research is composed of an Experimental Kit and a Didactic Sequence, developed considering the use of materials of low cost and ease of assembly, with a view to their application in the different realities of High School, where the shortage of often makes it impossible to carry out experimental activities. We believe that our educational product allows the exploration of the concept of Vergnaud Theory Scheme because it allows students (subjects in action) to manipulate all the proposed experiments, mobilizing knowledge that is not always visible and veritable. It enables the teacher to observe the perceptual-gestural expressions of the students, which also contains conceptual core, facilitating the mediation of the latter in order to lead the students to the Scientific Concept.

Key words: Electromagnetism, Experiments, Conceptual Field

¹ FAETEC/UNIGRANRIO – Professor de Eletrotécnica da ETEJK/Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências - Unigranrio

² UERJ/UNIGRANRIO – Professora Adjunta do Instituto de Física Armando Dias Tavares – DFAT- UERJ/Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências - Unigranrio

Introdução

O ensino das ciências, particularmente da Física e mais precisamente do eletromagnetismo, tem sido realizado, na maioria das salas de aula, sem a utilização de aparatos experimentais considerados fundamentais no processo de atribuição de sentido aos conceitos e compreensão da Física como uma forma de perceber o mundo. Tal panorama é contraditório com as atuais perspectivas na pesquisa em ensino de física que indicam que as atividades experimentais e de laboratório constituem-se uma das mais importantes ferramentas didáticas no ensino das ciências e, em particular, no ensino da Física (AZEVEDO et al., 2009).

Os obstáculos no processo de aprendizagem do eletromagnetismo podem ser entendidos observando-se as metodologias de ensino geralmente utilizadas, com excesso de atenção dada às aulas expositivas cuja abordagem privilegia a aplicação de fórmulas e realização de exercícios repetitivos em detrimento de abordagens mais práticas e conceituais que possibilitem uma associação dos conteúdos com a realidade e/ou experiências pessoais dos alunos. Este processo encontra-se desgastado, pois não permite que a educação se torne um ato cognoscente, ou seja, pouco estimula a participação do aluno no processo de construção do conhecimento.

Nesse sentido, novos mecanismos devem ser desenvolvidos para abordar os conceitos físicos, como é o caso do eletromagnetismo, foco deste trabalho. Propostas alternativas de metodologias de ensino podem estimular o processo de aprendizagem se forem desenvolvidas com o objetivo de despertar a curiosidade do aluno, possibilitando um olhar diferente do mundo que o cerca e estimulando-o na construção do conhecimento a partir da sua própria realidade.

Na discussão de novas metodologias, percebe-se que há certo consenso de que a aprendizagem é facilitada quando é possibilitado ao aluno realizar atividades práticas planejadas e com objetivos bem definidos, com vistas a enriquecer e favorecer a construção de conhecimento a partir dos conteúdos que estão sendo abordados.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), a experimentação é indispensável ao longo do processo de desenvolvimento das competências em Física, proporcionando ao aluno participação na construção do conhecimento. Ainda segundo os PCNEM é através da experimentação que se desenvolve no aluno a curiosidade e o hábito de questionar (BRASIL, 2000). Em seu artigo, Giordan aborda a importância da experimentação no ensino das ciências (GIORDAN, 1999):

É de conhecimento dos professores de ciências o fato de a experimentação despertar um forte interesse entre alunos de diversos níveis de escolarização. Em seus depoimentos, os alunos também costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos. Por outro lado, não é incomum ouvir de professores a afirmativa de que a experimentação

aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas em pauta (GIORDAN, 1998, p.43)

Segundo o autor, a abordagem experimental é fator essencial para a construção do conhecimento científico haja vista que a organização deste conhecimento permeia os processos de investigação. Mais adiante, continua analisando a importância do tema, dizendo que:

Numa dimensão psicológica, a experimentação, quando aberta às possibilidades de erro e acerto, mantém o aluno comprometido com sua aprendizagem, pois ele a reconhece como estratégia para resolução de uma problemática da qual ele toma parte diretamente, formulando-a inclusive. (GIORDAN, 1998, p.46)

Azevedo et al. (2009) também afirmam a necessidade de associar atividades experimentais às expectativas dos estudantes e aos contextos sociais numa postura problematizadora e investigativa. Problematizadora, segundo os autores, no sentido emprestado por Paulo Freire:

Neste sentido, a educação libertadora, problematizadora, já não pode ser um ato de depositar ou de narrar, ou de transferir, ou de transmitir conhecimentos e valores aos educandos, meros pacientes, à maneira da educação bancária, mas um ato cognoscente. (FREIRE, 1998, apud AZEVEDO, et al., 2009 p.3)

Sobre a postura investigativa, trazemos Carvalho e Sasseron (2015) que, partindo do pressuposto que “ensinar Ciências é ensinar a falar Ciências”(LEMKE 1997, 2000, 2003 apud CARVALHO e SASSERON, 2015), analisam diversos estudos sobre Ensino de Ciências por investigação e apontam que:

o ensino deve oferecer condições para que os alunos participem de processos de investigação em que o desenvolvimento de raciocínios é exercitado, proporcionando o envolvimento crítico com a análise de situações de problemas e a resolução destes por meio do uso de hipóteses construídas e testadas pela delimitação de condições de validade para um fenômeno e pela exploração das variáveis relevantes no contexto investigado (CARVALHO E SASSERON, 2015, p. 15).

Assim, o ensino baseado em processos de experimentação que valorizem a investigação associada a questões problematizadoras estimula o processo de autonomia do aluno durante a construção do conhecimento. A experimentação também apresenta uma dimensão cognitiva, baseada na concepção de modelos mentais, permitindo uma conexão entre o fenômeno com que se tem contato e sua representação (MOREIRA, 1996, apud GIORDAN, 1999, p. 47).

Para Araújo e Abib (2003), vários autores são unânimes quanto à defesa do uso de atividades experimentais e destacam dois aspectos fundamentais pelos quais acreditam na efetividade desta estratégia:

- As atividades experimentais têm a capacidade de estimular a participação ativa dos estudantes, fomentando a criatividade e o interesse dos mesmos e envolvendo-os no processo de aprendizagem.

- As atividades experimentais proporcionam um ambiente motivador, estimulante e agradável, rico em situações desafiadoras que, quando bem trabalhadas pelo professor, tornam a aprendizagem mais significativa.

A partir das perspectivas apontadas aqui sobre a importância da experimentação no ensino de física, partimos da hipótese de que a Conceitualização³, possibilitada a partir da realização de experimentos de baixo custo, durante as aulas de Física que abordem o conteúdo do eletromagnetismo, facilita e torna mais efetivo o processo de aprendizagem dos conceitos envolvidos bem como permite e aprimora o trabalho de mediação professor/aluno e aluno/aluno, tão importante para uma aprendizagem mais efetiva.

O objetivo deste trabalho foi, então, perceber e analisar se a utilização de experimentos de baixo custo, aliada à Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, contribuiria para o processo de aprendizagem do eletromagnetismo em duas turmas do terceiro ano do Ensino Médio.

Como produto educacional final, este trabalho desenvolveu e construiu uma série de experimentos de baixo custo com facilidade de montagem e aplicação, acompanhada de uma sequência didática (SD) que orienta a sua realização, a fim de que possam ser utilizados nas diversas realidades de escolas do Ensino Médio.

Referencial Teórico-Methodológico

Optou-se pela utilização da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud como suporte teórico deste trabalho entendendo que esta teoria permite compreender a aprendizagem do indivíduo através de situações, ou seja: a atuação do mesmo frente a estas situações o torna um “sujeito-em-ação”, cerne da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud. Com base nesta teoria, é possível elaborar uma série de atividades que possibilitem uma abordagem mais eficiente de conteúdos, no caso dessa pesquisa dos conteúdos do eletromagnetismo, desde a fase de elaboração das aulas até a fase de avaliação do aluno.

Em sua teoria, Vergnaud, que foi discípulo de Piaget, ampliou e redirecionou o foco de seu mestre, das operações lógicas reais, das estruturas gerais do pensamento, para o estudo do funcionamento cognitivo do sujeito em ação (MOREIRA, 2011).

Vergnaud toma como premissa que o conhecimento está organizado em campos conceituais cujo domínio, por parte do sujeito, ocorre ao longo de um largo período de tempo, pela experiência, maturidade e aprendizagem. Campo conceitual é, para ele, um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos, e operações de pensamento, conectados uns aos outros e provavelmente, entrelaçados durante o processo de aquisição. O domínio de um campo conceitual não ocorre em alguns meses, nem

³Para Vergnaud, a conceitualização é o foco para o desenvolvimento cognitivo do sujeito, para que ela ocorra o indivíduo necessita atribuir sentido àquilo que aprende.

mesmo em alguns anos. Ao contrário, novos problemas e novas propriedades devem ser estudados ao longo de vários anos se quisermos que os alunos progressivamente os dominem. De nada serve tentar contornar as dificuldades conceituais; elas são superadas na medida em que são encontradas e enfrentadas, mas isso não ocorre de um só golpe. (MOREIRA, 2011, p.206)

A Teoria de Vergnaud tem alguns traços com a Teoria de Vygotsky que podem ser percebidos quando constatamos a importância dada à interação social, à linguagem e à simbolização no progressivo e importante domínio de um campo conceitual pelos alunos (MOREIRA, 2011). Para Vergnaud, o desenvolvimento cognitivo do aluno tem como premissa a conceitualização. Moreira (2011) considera esta conceitualização o âmago do desenvolvimento cognitivo, ou seja, sua pedra angular.

Os conhecimentos prévios que o aprendiz tem sobre um tema servem como alicerce à construção do conhecimento. Para Vergnaud, mesmo que errôneos, estes conhecimentos prévios são a base para a construção do conhecimento científico do conceito estudado. Cabe aos professores um papel muito importante nesta construção, na medida em que apresentam aos alunos diferentes situações que permitam aos mesmos a modificação destes conceitos rumo ao conhecimento científico. Este importante papel de mediação, que também aparece na teoria de Vygotsky, é de fundamental importância durante a realização deste processo de transformação.

Moreira (2011) resume a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud como:

...uma teoria cognitivista neopiagetiana que pretende oferecer um referencial mais frutífero do que o piagetiano ao estudo do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem de competências complexas, particularmente aquelas implicadas nas ciências e na técnica. (MOREIRA, 2011, p. 207).

E continua:

Campo conceitual é também definido por Vergnaud como um conjunto de problemas e situações cujo tratamento requer conceitos, procedimentos e representações de tipos diferentes, mas intimamente relacionados. (MOREIRA, 2011, p.208)

Pode-se notar que, segundo Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud, para que o aluno aprenda é extremamente necessário que haja uma mediação do mesmo com outros indivíduos, quer seja o professor, seus colegas de classe, sua família e etc.

Embora muito da aprendizagem do aluno suscite de sua própria ação, de suas reflexões ao longo da vida e experiências pessoais, Vergnaud considera que esta ação de aprendizagem não se realiza significativamente sem a participação ou mediação do professor. Para ele, há muito implícito nos esquemas dos alunos e o professor tem papel fundamental no sentido de auxiliar estes alunos a explicitarem seus conhecimentos para que sejam analisados e aprimorados no sentido de se aproximarem aos conceitos científicos. Sobre os esquemas, entende-se que:

O esquema é uma totalidade dinâmica funcional, uma organização invariante da conduta, quanto a uma certa classe de situações. Essa organização comporta

objetivos e esperas, regras de ação, tomada de informação e de controle, e é estruturada por invariantes operatórios, isto é, conhecimentos adequados para selecionar a informação e processá-la. (PLAISANCE e VERGNAUD, 2003, P.66).

Ainda segundo Vergnaud, as concepções prévias dos alunos contêm teoremas-em-ação e conceitos-em-ação que devem ser trabalhados com vistas a evoluírem para conceitos científicos. Uma das maneiras de desenvolver a mediação é criando uma série de situações, nas quais os conceitos possam ser aplicados, no nosso caso em particular, os conceitos do eletromagnetismo, buscando uma compreensão mais ampla destes conceitos por parte dos alunos.

Procedimentos Metodológicos

A pesquisa é de abordagem qualitativa que, segundo Ludke e André (2013), vem despertando o interesse de muitos pesquisadores da área da educação. Este delineamento qualitativo se deve ao fato da interpretação da escrita, da fala, dos gestos e das ações dos alunos e do professor. Ainda segundo os autores, o contato direto do pesquisador com a situação estudada permite a obtenção de dados descritivos, retratando a perspectiva dos participantes.

Este trabalho de pesquisa foi um estudo de caso que, segundo Ludke e André (2013), precisa ser bem delimitado, com contornos bem definidos no desenrolar do estudo. Os estudos referentes a esta pesquisa tiveram como universo alunos de duas turmas do terceiro ano do Ensino Médio/Técnico em Administração de uma Escola Técnica Estadual, localizada na cidade do Rio de Janeiro.

A abordagem metodológica deste trabalho, por ser de cunho qualitativo, da forma estudo de caso, envolve a coleta de informações e a análise de dados, portanto foram utilizadas técnicas para coleta de informações e evidências durante a condução do trabalho de pesquisa.

Para facilitar a aplicação dos experimentos que foram propostos e desenvolvidos, bem como permitir que os mesmos sejam futuramente replicados em qualquer atividade do Ensino Médio, foi desenvolvida uma Sequência Didática (SD) sobre o tema em questão. Para Kobashigawa et. al (2008 apud LEAL, 2015), uma SD é um conjunto de atividades e intervenções planejadas, etapa por etapa, pelo docente para que o entendimento do conteúdo ou tema proposto seja alcançado pelos discentes. Para Leal (2013) a SD é uma ação democrática aos discentes e quebra o paradigma de que o professor somente reproduz um conhecimento aos alunos. Ainda segundo a autora dois grandes objetivos são alcançados, quais sejam: Possibilitar uma reflexão e apreensão acerca do tema proposto e estender o conhecimento sobre o tema à vida cotidiana dos alunos.

A SD foi composta por 4 (quatro) Atividades Experimentais e em cada uma delas foram elaboradas situações didáticas com diferentes abordagens experimentais: verificação, na qual há o

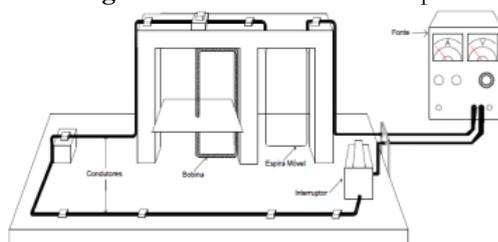
enfoque da teoria buscando estabelecimento de relação entre ela e o mundo dos objetos (SÉRÉ et al., 2003); investigação, na qual não há um roteiro fechado, possibilitando ao aluno intervenções e modificações ao longo das etapas; e concepção do experimento que, segundo Séré et al. (2003), possibilita escolhas ao aluno e um maior aprofundamento dos conhecimentos adquiridos. Cada atividade incluiu a descrição dos seguintes elementos: Variável Didática; Objetivo Específico; Material Necessário Para Realizar o Experimento; Procedimentos da Construção do Experimento; Procedimentos da Atividade; Tempo Estimado; e Comentários orientando a atividade.

Com a aplicação da SD buscou-se um avanço na apropriação do ensino, possibilitando aos professores as intervenções necessárias e a identificação das concepções dos alunos sobre o tema proposto. A fim de explorar o conceito de “Esquema” da Teoria de Vergnaud, foi oportunizada aos alunos participantes a manipulação de todos os experimentos propostos. Para Régnier e Monin (2009), as atividades práticas mobilizam conhecimentos que nem sempre são visíveis e dizíveis, pois existe uma defasagem entre as formas operatória (prática) e predicativa (oral e escrita) do conhecimento. Para as autoras, a expressão perceptivo-gestual dos participantes, observada durante a realização das atividades práticas, possui núcleo conceitual passível de ser analisado. Acreditamos que, ao oportunizar esta manipulação, favorecemos esta observação e posterior análise salientadas pelas autoras.

Antes da realização da SD, foi aplicado um questionário aos alunos, com diversas questões conceituais, abertas e fechadas, a fim levantar seus conhecimentos sobre o assunto. Em seguida foi aplicada a SD com os experimentos nas duas turmas. Foram realizados quatro momentos distintos para cada turma, onde foi utilizada a técnica da observação que, segundo Martins (2008), é um procedimento empírico de natureza sensorial que permite a coleta de informações, envolvendo a percepção sensorial do observador distinguindo-se, enquanto prática científica, da observação rotineira. Com auxílio de uma câmera de vídeo, todos os encontros foram gravados e posteriormente transcritos – falas e gestos – para texto e separados em turnos de fala, onde a participação dos alunos e do professor pode ser identificada.

Para aplicação dos experimentos foi desenvolvido um Kit Experimental, considerando a utilização de materiais de baixo custo e facilidade de montagem, cuja vista é mostrada na figura 1.

Figura 1 - Vista Geral do Kit Experimental



Fonte: Dados da Pesquisa

Posteriormente à realização dos experimentos, ao final dos quatro momentos, o mesmo questionário inicialmente aplicado aos alunos, foi reaplicado, a fim de gerar informações sobre como a implementação destas práticas impactaram no processo de aprendizagem, buscando analisar se houve evolução dos alunos em relação aos conceitos trabalhados. Segundo Martins (2008), a utilização de questionários é um importante e popular instrumento de coleta de informações. Vale ressaltar que não comparamos os resultados dos questionários entre os alunos ou turmas, sendo nosso objetivo perceber os sentidos atribuídos pelos alunos às atividades experimentais realizadas.

Buscando compreender o significado que os alunos atribuíram à realização dos experimentos, bem como inferir sobre sua satisfação, foi realizada uma entrevista coletiva, a qual, segundo Martins (2008), deve ser realizada com base nas suposições e conjecturas do pesquisador. Para o autor, as entrevistas permitem levantar motivações, percepções e atitudes dos entrevistados em relação ao objeto de pesquisa. Esta entrevista foi aplicada a um grupo de dez alunos (cinco de cada turma), entrevistados em momentos distintos e escolhidos aleatoriamente.

Embora o foco desta pesquisa estivesse no processo de aprendizagem, ao final dos quatro encontros também foi aplicado um questionário ao professor regente, com questões abertas e fechadas. Com este questionário buscamos inferir sobre a satisfação do professor em relação às aulas nas quais foram implementados os experimentos bem como sua posição em relação à melhoria da aprendizagem dos alunos após a participação nas atividades propostas.

Buscamos, com esta diversidade de fontes de informações (questionários, observação e entrevista), possibilitar visões distintas do mesmo fenômeno e a triangulação de dados que segundo Carvalho (2005) valida nossas análises.

O Kit Experimental

Para permitir a realização dos experimentos que contemplassem os principais conteúdos do eletromagnetismo, normalmente ministrados no terceiro ano do Ensino Médio, foi desenvolvido e construído um Kit Didático, com materiais de baixo custo e facilidade de montagem, onde podem ser realizados os sete experimentos: Campo magnético de um ímã, Atração e repulsão dos polos de um ímã, Geração de campo magnético a partir de uma corrente (Oersted), Regra de Ampère, Força magnética em um condutor, Comprovação da Lei de Faraday, Comprovação da Lei de Lenz.

Trata-se de um Kit Experimental compacto e de fácil transporte, não necessitando de um ambiente específico para realização dos experimentos como, por exemplo, um laboratório de Física. Para seu funcionamento basta que a sala disponha de uma fonte de tensão alternada de 127

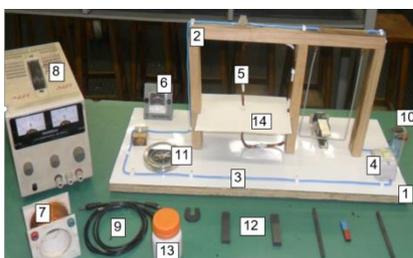
ou 220 V, podendo ser montado e utilizado sobre a mesa do professor. Para a construção do Kit Didático foram utilizados os materiais descritos na tabela 1 e mostrados na figura 2.

Tabela 1 – Descrição dos componentes do Kit Experimental

Item	Descrição	Item	Descrição
1	1 tábua de madeira com 15 x 40 cm	8	1 fonte de tensão CC variável 15V/3A
2	1 m de ripa de madeira de 2 x 2 cm	9	2 cabinhos com plug banana macho
3	2 m de fio de cobre de 1,5 mm ² isolado	10	2 terminais fêmea tipo banana
4	1 interruptor simples de sobrepor	11	1 bússola
5	20 m de fio de cobre esmaltado	12	Imãs de ferrite ou neodímio barra e U
6	1 galvanômetro de zero central	13	1 pote de limalha de ferro
7	Bobina de 500 espiras	14	1 chapa de acrílico 14 x 14 cm

Fonte: O autor.

Figura 2 – Layout Kit Experimental



Fonte: O autor.

Parte do material necessário para montagem do Kit Didático foi obtida a partir de material de refugo da própria escola, por exemplo, restos de madeira, pontas de fio, pedaço de acrílico, limalhas de ferro, plugs/bornes e fios esmaltados. Os demais componentes, necessários à montagem do Kit Didático, fonte de tensão, imãs, galvanômetro, bobina e bússola foram obtidos ao custo total de R\$ 350,00 (trezentos e cinquenta reais). Se compararmos este valor com os valores praticados pelas empresas especializadas na venda de instrumentos, equipamentos e kits para laboratórios de Física cujos montantes necessários à aquisição giram na faixa de milhares de reais, podemos considerar nosso projeto de baixo custo, ou seja, este custo pode ser absorvido pela escola sem grande impacto financeiro em seu orçamento.

Resultados e Discussão

A análise de dados foi realizada a partir da organização de todas as informações coletadas durante o processo e se baseou em um modelo clássico, criado, pelo autor, fundamentado na Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud. Este modelo visou identificar, a partir das situações

proporcionadas pelos experimentos de baixo custo, os sujeitos-em-ação, analisando seus esquemas e invariantes operatórios⁴.

Esta análise foi realizada com base nas respostas dos questionários aplicados, relato das observações obtidas durante o acompanhamento da realização das práticas experimentais a partir dos vídeos que foram gravados e relatos das entrevistas realizadas.

Após a tabulação desses dados, pôde-se inferir sobre melhorias no processo de aprendizagem a partir da inserção de uma SD baseada em experimentos durante a realização das aulas de eletromagnetismo, propondo e fundamentando possíveis mudanças que visem aumentar a efetividade deste processo nas aulas presentes no Ensino Médio.

A entrevista foi realizada em momentos distintos para cada uma das duas turmas. Durante a realização da entrevista, quando solicitados a comparar as aulas com enfoque experimental desenvolvidas com as aulas tradicionais, os entrevistados das duas turmas foram unânimes pela escolha das aulas com enfoque experimental, por exemplo, na turma A, o aluno A4 diz: *“A experiência faz a gente aprender melhor, porque a gente põe em prática aquilo que aprendeu”*. O aluno A1 completa: *“É mais dinâmico também, ajuda até a fixar a matéria que quando escreve esquece de tudo”*. Na turma B, o aluno B3 salienta: *“Eu acho que positivo é porque a gente consegue ver o que realmente a gente está aprendendo...”*. Pelas falas notou-se que, embora não tenham plena noção do que é conceitualização, a consideraram como um fator importante para uma aprendizagem significativa.

Em seu questionário, o professor relatou que achou importante a utilização dos experimentos de baixo custo durante as aulas, concordando que os experimentos serviram como elemento facilitador no processo de ensino e de aprendizagem. Considerou que este instrumento facilitou sua mediação, permitindo de forma mais efetiva o levantamento dos conceitos. Quando questionado se utilizaria os experimentos em outras turmas, informou que sim e considerou que talvez estes experimentos possam ser replicados em outras realidades de ensino.

A análise dos questionários aplicados em dois momentos distintos aos alunos, antes e posteriormente a realização dos experimentos, permitiu constatar que houve uma ampliação no domínio dos conceitos envolvidos durante a realização das atividades. Notou-se um aumento na qualidade das repostas, bem como uma redução na quantidade de questões que foram deixadas em branco, conforme mostra o gráfico 1.

⁴Conhecimentos contidos nos esquemas.

Gráfico 1 – Comparação do Desempenho dos Alunos Pré e Pós Atividade 1



Fonte: O autor.

Por exemplo, as definições de campo magnético evoluíram, em alguns casos, para o conceito científico. Podemos verificar as respostas do aluno B2 antes e depois da aplicação dos experimentos, respectivamente mostradas nas figuras 3 e 4.

Figura 3 – Resposta do Aluno B2 a Questão 7 Antes da Realização do Experimento

7) Descreva, com suas palavras, campo magnético:
É a área de maior magnetismo.

Fonte: A pesquisa.

Figura 4 – Resposta do Aluno B2 a Questão 7 Após a Realização do Experimento

7) Descreva, com suas palavras, campo magnético:
É a área que envolve os ímãs, representando a zona de influência dos ímãs.

Fonte: A pesquisa.

A análise do quarto instrumento de coleta de dados, ou seja, a observação das gravações e suas respectivas transcrições permitiu a compreensão do processo de aprendizagem dos alunos quando confrontados com as situações, criadas e mediadas pelo professor durante a realização dos experimentos. Pôde-se comprovar, em diversos turnos de fala, que as situações facilitaram a explicitação dos conceitos por parte dos alunos, possibilitando a observação dos sujeitos-em-ação, com vistas a pontuar suas dificuldades e progressões na aprendizagem. Na teoria de Vergnaud, a observação dos gestos também é fator importante, pois permite ao professor analisar no aluno fatores que, às vezes, sua dificuldade de linguagem não permite externar.

Considerações Finais

A análise dos dados obtidos com a pesquisa permitiu validar nossa hipótese, ou seja, a realização de experimentos de baixo custo ao longo do processo de aprendizagem do Eletromagnetismo torna este processo significativo, permitindo ao professor a mediação e a conceitualização.

As situações criadas a partir da realização dos experimentos estimularam a exposição dos conceitos que os alunos possuíam sobre o tema, criando um ambiente frutífero ao processo de aprendizagem. Além disso, os esquemas, descritos na Teoria de Vergnaud, foram criados pelos alunos, sujeitos-em-ação, ao longo das atividades propostas, possibilitando a estes, externar seus invariantes operatórios. A identificação destes invariantes operatórios, corretos ou não, permitiu ainda ao professor estabelecer um processo de mediação com vistas a melhorá-los ou conduzi-los aos teoremas e conceitos científicos.

O Produto Educacional (Kit Experimental + Sequência Didática), desenvolvido ao longo deste trabalho, mostrou-se bastante relevante para trabalhar os experimentos do Eletromagnetismo devido ao baixo custo envolvido para sua construção, praticidade e facilidade de montagem, permitindo sua utilização nas diversas realidades do Ensino Médio.

Referências

ARAÚJO, M.; ABIB, M. S. Atividades Experimentais no Ensino da Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.25, n. 2, p. 176-194, 2003.

AZEVEDO, H. L.; JÚNIOR, F. N. M.; SANTOS, T. P.; CARLOS, J. G.; TANCREDO, B. N. O Uso do Experimento no Ensino da Física: Tendências a Partir do Levantamento dos Artigos em Periódicos da Área no Brasil. IN: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7. **Anais...** Florianópolis, ABRAPEC, 2009.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, Brasília, 2000.

CARVALHO, A. M. P. de. **Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e Suas Metodologias**. São Paulo: Papirus, 2005.

CARVALHO, A. M. P. de.; SASSERON, L. H. Ensino de física por investigação: referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de ensino investigativas. **Ensino Em Re-Vista**, v.22, n.2, p.249-266, jul. /dez. 2015

GIORDAN, M. O Papel da Experimentação no Ensino das Ciências. **Revista Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, 1999.

LEAL, C. A. **Vamos brincar de quê?** Os jogos cooperativos no ensino das ciências. 2013. 167f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – PROPEC, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Nilópolis, Rio de Janeiro, 2013.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 2013.

MARTINS, G. de A. M. **Estudo de Caso: Uma estratégia de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2008.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 2011.

PLAISANCE, E; VERGNAUD, G. **As Ciências da Educação**. São Paulo: Loyola, 2003.

RÉGNIER, N. M. A.; MONIN, N. **Da teoria dos campos conceituais à didática profissional para a formação de professores:** contribuição da psicologia e da sociologia para análise de práticas pedagógicas. Educação Unisinos, v.13, n.1, p.5-16, 2009.

SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da Experimentação no Ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino da Física**, v. 20, n. 1, p. 30-42, 2003.