

Uso de organizadores prévios na aprendizagem significativa do eletromagnetismo

Roberto Luiz de Azevedo

RESUMO

Nesta pesquisa trabalhamos as pré-concepções que os discentes do terceiro ano do Ensino Médio trazem de sua vivência cotidiana sobre o assunto Eletromagnetismo. O aproveitamento desses conceitos prévios como sendo ideias âncoras pode tornar a nova aprendizagem significativa para os alunos, promovendo, dessa forma, uma potencialização no entendimento do assunto o que refletirá em seu desempenho. A aprendizagem significativa desses conceitos será otimizada pela utilização de organizadores prévios (oficinas e leituras de artigos científicos) expostos aos aprendizes por uma instrução orientada e programada. Podemos verificar que, com o uso dessa metodologia, muitas ideias trazidas pelos alunos foram modificadas, transformando-se em ideias estáveis que funcionaram como potenciais ancoradouros para os novos conceitos, promovendo, dessa maneira, a aprendizagem significativa do assunto proposto. O tópico “resultados”, desta pesquisa, pode ser utilizado como uma exemplificação da aplicação da metodologia.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa. Organizador Prévio. Eletromagnetismo. Ideia Âncora. Material Instrucional.

Using Previous Organizers Meaningful Learning in the Electromagnetism

ABSTRACT

In this search we worked the pre-conceptions that the students of third year of high school bring of their quotidian experience about electromagnetism. The profit those previous concepts like anchor ideas can turn the new learning significative to the students, promoting, this way, a potencialization in the understanding of the subject that will reflect in their performance. The significative learning those concepts will be optimized by the utilization of previous organizers (workshops and reading of scientific articles) exposed to the learners through of a instruction oriented an programmed. We can verify that, with the use that methodology, many ideas brought by the students and were modified transforming in stables support ideas that worked like potential anchorages to the new concepts, promoting, this way, the significative learning of the subject proposed. The “resulted” topic this search can be utilized like a example of the application of the methodology.

Keywords: meaningful in learning, previous organizer, electromagnetism, anchor idea, instructional material

Roberto Luiz de Azevedo é Mestre em Ensino de Física, professor de Física, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais/ifsuldeminas- Campus Machado. Endereço para correspondência: Rod. Machado – Paraguaçu, Km 3, Santo Antônio, CEP: 37750-000 – Machado/MG. E-mail: robertolazevedo@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

Para muitos alunos do terceiro ano do Ensino Médio, os conceitos expostos pelo professor constituem um grande problema, pois tais conceitos são extremamente abstratos, o que colabora para o insucesso no tópico de estudo ou em uma aversão pela disciplina. Essa preocupação, presente para a grande maioria dos professores, faz com que sejam experimentadas variadas metodologias para despertar o interesse de seu alunado.

A perspectiva da pesquisa, embasada em nossa experiência docente de 16 anos no Ensino Médio, estimulou a busca de uma possível solução para esse problema, através da utilização de uma abordagem diferenciada daquela que tradicionalmente é adotada. Procuramos investigar sobre os fundamentos do Eletromagnetismo por considerarmos que esse conteúdo apresenta grande dificuldade de entendimento, em razão de seu grau de abstração e seu enfoque tridimensional.

A inspiração e a motivação para o desenvolvimento desse tema de pesquisa se consubstanciam no anseio de muitos profissionais do ensino por metodologias alternativas que venham dinamizar e significar o aprendizado da Física, além de motivar o alunado para uma nova fase acadêmica de descobertas que a aprendizagem significativa dessa disciplina potencializa. Neste trabalho, compreendemos aprendizagem significativa na perspectiva de Ausubel (2003).

Nossa fundamentação teórica baseou-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003), cujo argumento básico é que as pré-concepções existentes na estrutura cognitiva¹ do discente facilitam a aprendizagem, pois estas servem de âncora para a assimilação de novas informações. Quando a interação entre a nova informação e o conhecimento já adquirido pelo aluno se dá de forma substantiva e não arbitrária, a assimilação ocorrerá de maneira eficiente, resultando em uma aprendizagem significativa, e isso é conseguido com a utilização dos organizadores prévios. Então, como montar uma estratégia de ensino com base na Teoria de Ausubel? Como fazer com que os alunos sintam-se motivados para o ensino de conceitos do Eletromagnetismo? Como podemos aproveitar seus pré-conceitos de modo a significar o novo assunto?

Advogamos que a aprendizagem seria mais significativa e motivadora se a Física fosse abordada de uma maneira contextualizada, com referência às situações cotidianas dos alunos, com o foco em seus conhecimentos prévios e aproveitando as suas experiências socioculturais.

A motivação para o estudo da Física inicia-se da evocação daquilo que o aluno conhece sobre o assunto a ser estudado. Para trazer à tona suas pré-concepções, utilizamos organizadores prévios² representados por leitura de textos e realização de oficinas³. As

¹ Conteúdo total e organização das ideias de um dado indivíduo; ou, no contexto da aprendizagem de uma matéria de ensino, o conteúdo e a organização de suas ideias numa área particular de conhecimento (MOREIRA; MASINI, 2006, p.107).

² Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados aos alunos antes da matéria, em um nível de abstração, generalidade e inclusividade maior do que a matéria em si e, explicitamente relacionado com suas pré-concepções, servindo de ponte cognitiva entre aquilo que o aluno sabe e aquilo que se deseja que ele aprenda. Doravante, onde se lê "materiais instrucionais" entenda-se por "organizadores prévios", e vice-versa.

³ Entende-se por oficinas a interação dos alunos com o objeto de aprendizagem, ou seja, "mão na massa" ou "hands on". Essa interação se dará pela construção de protótipos. A realização das oficinas constitui, também, em um material instrucional e, conseqüentemente, em um organizador prévio.

oficinas podem, além de outros aspectos, subsidiar os alunos de ideias âncoras relevantes caso eles não as possuam.

Embora reconheçamos que tanto a ênfase dada à álgebra quanto os experimentos demonstrados aos alunos desempenham um papel importante na aprendizagem da Física, acreditamos que, neste nível de ensino, essas estratégias assumem um papel de coadjuvante, ao passo que o levantamento dos conceitos prévios dos discentes, bem como a “ativação” da estrutura cognitiva dos educandos para o novo conhecimento a ser assimilado, podem ser protagonistas no processo ensino/aprendizagem.

Hipotetizamos que a elaboração de um conteúdo, levando em conta os conhecimentos prévios dos alunos, levantados a priori via pré-questionário, juntamente com os materiais instrucionais e, interligando suas concepções espontâneas sobre o assunto com os conceitos a serem aprendidos; potencializem a aprendizagem mais efetiva e significativa de conceitos físicos. Na grande maioria dos casos, pode ocorrer que as pré-concepções dos alunos se modifiquem, transformando-se em conceitos ou ideias cientificamente mais corretas.

Abordamos os conceitos do conteúdo de Eletromagnetismo com discentes do Ensino Médio da rede pública do Estado de Minas Gerais, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Machado, por meio de uma instrução orientada que considera as concepções espontâneas dos discentes, mediadas por materiais instrucionais.

Ao estudar as inúmeras publicações, observamos a preocupação com o ensino de Física nas últimas décadas, sobretudo no que diz respeito à busca de metodologias alternativas, minimizadoras do desinteresse e maximizadoras da motivação dos alunos.

No artigo intitulado *Sobre o uso de metodologias alternativas para o ensino e aprendizagem de ciências*, Yamazaki e Yamazaki (2006) fazem um levantamento das diversas metodologias utilizadas no ensino de ciências.

Segundo os autores, o ensino e a aprendizagem da Física podem ser melhorados por meio de metodologias que potencializem a criatividade, a criticidade e a motivação dos alunos.

O ensino através de brincadeiras, jogos, desafios etc, parece provocar aprendizagem de forma mais eficiente no sentido de que os estudantes além de mostrarem-se dinâmicos quando em meio ao processo, mostram-se também dispostos a continuar a aprendizagem mesmo que em outros contextos [...] (YAMAZAKI; YAMAZAKI, 2006, p.1)

Julgamos que as brincadeiras, jogos, desafios, etc., devem ser utilizados com parcimônia e que os alunos sejam preparados e conscientizados antes de serem submetidos a essa metodologia e, além disso, os mesmos necessitam de certo amadurecimento cognitivo, pois, ao contrário, o efeito desejado não será obtido. Por exemplo, ao colocarmos um aluno para vivenciar a situação que levou Aristóteles a descobrir o empuxo e resolver a questão do rei Hierão, o mesmo perceberá tudo que lhe for motivador e atraente como: espirrar água nos colegas, fazer borbulhas dentre outras brincadeiras, menos naquilo que é o interesse alvo.

Em nosso caso, as oficinas, bem como a exploração das reportagens de revistas científicas, objetivam preparar cognitivamente os alunos, além de dinamizar e colocá-los como protagonistas no processo de aquisição da própria aprendizagem. Com isso, esperamos o aumento do interesse e da motivação dos estudantes, uma vez que se tornarão agentes participativos e integrantes em seu processo de aprendizagem.

A apresentação das oficinas, tal como se propõe nesta pesquisa, possui um diferencial em relação às brincadeiras, jogos, desafios, no que diz respeito ao envolvimento efetivo do aluno na construção dos protótipos propostos. Nesse sentido, acreditamos que a utilização das oficinas como um instrumento motivador para a aprendizagem subsequente promova maior interesse no educando pelo assunto estudado.

Na publicação do Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará (CEFET-CE), em 2004, intitulada *Oficinas de Física: uma proposta para desmistificar o ensino de Física e conduzir para uma aprendizagem significativa*, Sales e Barbosa (2004) abordam a aplicação da metodologia de oficinas para o ensino de Física no CEFET-CE, em turmas dos cursos técnicos, e/ou do ensino médio, com cerca de 25 alunos.

Os resultados obtidos com a utilização das oficinas foram satisfatórios no sentido da interação social e da valorização do conhecimento informal e intuitivo, conduzindo a uma aprendizagem efetiva. Segundo os autores, as oficinas de Física possuem por finalidade:

Desmistificar o ensino de Física, apontar para um caminho lúdico e prazeroso, reduzir a dicotomia teoria-prática e explorar uma Física fenomenológica, contextualizada e interdisciplinar. Utilizam materiais concretos de fácil aquisição e conduzem à confecção de modelos experimentais que facilitam o entendimento dos fenômenos físicos que se desejam estudar. (SALES; BARBOSA, 2004, p.1)

Compactuamos com a ideia desses autores, de que as oficinas são potenciais facilitadoras da aprendizagem quando utilizadas como fator de contextualização, constituindo uma ótima oportunidade para despertar ou criar as ideias esteios necessárias na estrutura cognitiva do aluno, promovendo uma facilitação no entendimento entre os conceitos já estabelecidos cognitivamente pelo educando e os conceitos propostos para o aprendizado, preparando-o para o conteúdo a ser assimilado.

Nesta pesquisa, reforçamos nossa proposta de trabalhar com as oficinas como um caminho na formação de subsunçores⁴ relevantes na estrutura cognitiva dos alunos, na medida em que:

As oficinas de Física conduzem os alunos para uma aprendizagem significativa, podendo ser aplicada mesmo antes de se enveredar pelos trâmites teóricos. Desta maneira, elas funcionam como “organizadores prévios” – estratégia proposta por Ausubel com fins de manipular a estrutura cognitiva, cujo intuito é provocar

⁴ Subsunçor (ideia âncora), ideia (conceito ou proposição) mais ampla que funciona como subordinador de outros conceitos na estrutura cognitiva e como ancoradouro no processo de assimilação. Como resultado dessa interação (ancoragem), o próprio subsunçor é modificado e diferenciado (MOREIRA; MASINI, 2006, p.107).

correlações entre o conhecimento que o aprendiz sabe e o que ele deverá vir a saber, para que esse conhecimento seja aprendido de forma significativa. (SALES; BARBOSA, 2004, p.3)

Advogamos com o pensamento dos autores supracitados que podemos despertar nos alunos as ideias esteios relevantes mesmo numa fase anterior aos conceitos teóricos de sala de aula, pois quando o aluno coloca a “mão na massa” para construir o seu protótipo, surgem questões sobre o seu funcionamento, podendo até aparecer outras versões de montagem. Portanto, essa manipulação de sua estrutura cognitiva propicia um desencadeamento de subsunçores relevantes, inclusive do desenvolvimento do aspecto motivacional, tendo em vista ainda que os discentes trazem consigo algum conceito cotidiano internalizado.

No artigo *Uma proposta para ensinar os conceitos de campo elétrico e magnético: uma aplicação da história da Física*, Magalhães, Santos e Dias (2002) sugerem a utilização da história da Física como organizador prévio, revelando a preocupação com as novas metodologias para o ensino dessa disciplina, na perspectiva de uma aprendizagem significativa.

Nesse artigo, os autores comentam que “[...] nosso pressuposto é que a história da Física pode ser um elemento facilitador de uma aprendizagem significativa, na medida em que funciona como organizador prévio” (MAGALHÃES; SANTOS; DIAS, 2002, p.3). É proposta a história da Física como agente otimizador da aprendizagem e como um organizador prévio da compreensão conceitual de fenômenos Eletromagnéticos, não só da compreensão, mas:

[...] que os alunos percebam que os fenômenos Eletromagnéticos estão presentes não somente no dia a dia deles, mas são essenciais em muitas pesquisas atualmente em curso nos mais modernos laboratórios, realizadas de acordo com os padrões científicos de pesquisa, internacionalmente adotados. (MAGALHÃES; SANTOS; DIAS, 2002, p.4)

A abordagem do Eletromagnetismo como propõe este trabalho de pesquisa, com a utilização da história como organizador prévio, possui um problema a ser considerado. Essas histórias podem ser apresentadas de modo reducionista, o que pode induzir o aluno a interpretações fragmentadas e incompletas dos processos de construção do conhecimento e da evolução da Ciência. Isso requer uma pesquisa e um estudo aprofundado por parte do professor antes de apresentar a história como um organizador prévio.

Outra questão é a veiculação implícita de uma visão empirista-indutivista de produção do conhecimento, podendo levar à noção de que as teorias científicas são descobertas a partir de observações livres de pressupostos teóricos.

As oficinas promovem uma maior interação, uma participação ativa dos alunos e maior socialização dos mesmos, bem como possibilitam a problematização dos vários assuntos apresentados ao longo da execução dos projetos propostos.

Com as oficinas, os discentes possuem três momentos distintos de aprendizagem: aquele que antecede a consecução dos protótipos (aquisição das competências necessárias para a construção dos modelos), o momento de “hand on”, ou seja, de “mão na massa” e o término da construção do protótipo quando, funcionando ou não, existirão sempre questões a ser debatidas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Organizadores prévios para a aprendizagem do eletromagnetismo no ensino médio

No presente trabalho de pesquisa, estudamos o ensino/aprendizagem de conceitos de Eletromagnetismo por meio dos organizadores prévios. Como organizador prévio, serão utilizadas leituras de textos (histórico e científico) e a realização de uma oficina com o intuito de ativar e organizar a estrutura cognitiva do aluno para aquilo que será abordado (estudado) futuramente. Sendo assim, o uso dos organizadores prévios não substituirá a aula tradicional, constituindo-se, dessa forma, como um agente facilitador, anterior à aprendizagem do conteúdo de Eletromagnetismo.

A metodologia foi aplicada aos alunos do Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFET Sul de Minas, Campus Machado), durante um mês (segunda quinzena de agosto e a primeira de setembro de 2009).

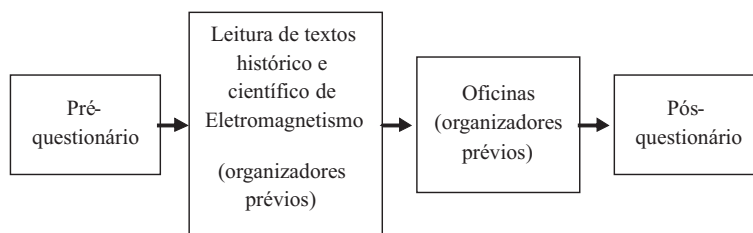
Todo o desenvolvimento da metodologia realizou-se no Campus Machado, dadas as melhores condições de infraestrutura e no período da tarde. Os alunos foram divididos em grupos de 4 (quatro) para a leitura dos textos, bem como para a realização das oficinas.

Tanto a fase das discussões das questões como as atividades das oficinas foram gravadas em áudio e vídeo e, posteriormente, transcritas para o trabalho. Os tópicos escolhidos dentro do Eletromagnetismo foram: força magnética e indução eletromagnética. Esses temas balizaram as atividades da oficina (força magnética) que foi realizada após o cumprimento de outros estágios (leitura dos textos de indução eletromagnética, respostas às questões dos textos e discussão dessas respostas).

As interferências do pesquisador ocorriam no próprio Instituto, no período da tarde, em uma sala e com atividades-dias de 1,5 h (uma hora e meia) para não tornar o trabalho cansativo e desestimulante.

Resumidamente, a aplicação da metodologia se estrutura como mostrado na figura 1.

FIGURA 1 – Etapas da metodologia, uma visão global.



Fonte: a pesquisa.

2.1.1 Etapas da metodologia

2.1.1.1 Pré-questionário

Inicialmente, foi aplicado um questionário⁵ com o intuito de levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre Eletromagnetismo e, a partir desses conhecimentos, avaliar o desenvolvimento e o amadurecimento cognitivo dos mesmos. A elaboração desse questionário deve estar intimamente ligada aos textos à oficina que o aluno irá realizar. No referido anexo, está apenas um exemplo para nortear o leitor na elaboração das questões, tendo em vista o objetivo de diagnosticar o quão desenvolvido cognitivamente está o aluno.

2.1.1.2 Leitura de texto

Posteriormente, os discentes leram um texto histórico sobre Eletromagnetismo⁶, que relatava a experiência de Oersted. Os alunos eram motivados a responder alguns questionamentos, por esse motivo era necessária uma leitura atenta. O intuito do texto era de ambientá-los ao novo conteúdo do Eletromagnetismo, que seria trabalhado no decorrer do bimestre e, além disso, o texto histórico faria com que os alunos de situasse no tempo. Toda etapa foi gravada em áudio e vídeo, assim como as discussões entre os alunos sobre as questões.

Após a leitura do texto histórico, foi entregue aos mesmos um artigo científico⁷, pertinente ao assunto do Eletromagnetismo. Assim como na primeira fase, os discentes responderam algumas questões a respeito do assunto tratado motivados à discussão, expuseram argumentos e apresentaram respostas com a mediação do professor.

⁵ As questões utilizadas pelo pesquisador se encontram no trabalho: AZEVEDO, Roberto Luiz de. *Utilização de organizadores prévios para a aprendizagem significativa do magnetismo e do eletromagnetismo*. 2010. 157f. Dissertação (Mestrado no Ensino da Matemática e Ciências) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.

⁶ Texto retirado do livro Física. Vol.: único de Alberto Gaspar, p.491.

⁷ Texto e ilustrações retirados do site: www.ciencia.hsw.uol.com.br

Com esse material instrucional, objetivou-se preparar cognitivamente os discentes para o assunto que seria estudado com o professor titular da disciplina, assim como ativar os subsunçores relevantes. Outro objetivo foi despertar os subsunçores na estrutura cognitiva dos discentes, ou mesmo criar ideias âncoras para o estudo futuro do Eletromagnetismo.

Primando pelo bom entendimento dos textos apresentados, antes da leitura dos mesmos, é prudente oferecer um texto complementar com intuito de fornecer significados aos termos que apareceriam e supostamente seriam novos para os discentes. A seguir, foram analisadas as relações de dependência entre as grandezas relacionadas e os conhecimentos prévios dos alunos, ou seja, procuramos identificar, nesse estágio os possíveis subsunçores, procedendo a leitura de artigos e a contextualização do conteúdo.

2.1.1.3 Realização da oficina

O último estágio da aplicação da metodologia foi a realização da oficina, onde os alunos, de posse dos conhecimentos e conceitos adquiridos ou modificados, passaram à aplicação dos mesmos na construção de um motor elétrico, cuja atividade permitiu a consolidação e a sedimentação dos conceitos assimilados nas etapas anteriores. Os equipamentos trazidos para as oficinas eram pré-montados e os alunos, seguindo o roteiro⁸, finalizavam a montagem. Todas as ferramentas que os aprendizes necessitavam estavam em sala.

Todas as atividades desenvolvidas durante a aplicação da metodologia foram gravadas em áudio e vídeo para que pudessem ser transcritas para o trabalho e analisadas. As interferências do pesquisador eram apenas como mediador e norteador das discussões entre os alunos e os grupos.

Após o cumprimento das três primeiras etapas da pesquisa, o mesmo questionário foi, apresentado, novamente, para os alunos responderem. Nosso objetivo com isso era avaliar o quanto de ideias novas (subsunçores) foram incorporadas pela estrutura cognitiva do discente, podendo haver, também, uma alteração da ideia âncora existente, evoluindo para um conceito mais geral e inclusivo.

2.1.1.4 Pós-questionário

Com o término das oficinas, o mesmo questionário foi apresentado aos discentes. Comparando as respostas obtidas em dois momentos, anterior e posterior à aplicação da metodologia, foi possível avaliar quais ideias foram incorporadas e/ou modificadas.

⁸ Roteiro retirado do site: www.feiradeciencias.com.br – prof. Luiz Ferraz Netto.

2.1.1.5 Ponderações quanto à aplicação da metodologia

Na situação de sala de aula, sugerimos que o docente estudasse outras bibliografias⁹ para que pudesse se familiarizar com a metodologia e que se contemple na matriz curricular da instituição de ensino algumas horas extras da carga horária de Física para implementação dessa metodologia. O professor, ao elaborar seu plano de aula, deverá dimensionar seu tempo para a aplicação do método. Com a prática adquirida, o docente poderá extrapolar para outros tópicos da Física. No caso da aplicação em sala, podemos dispensar o pós-questionário.

3 RESULTADOS

Na análise dos resultados, os nomes reais dos alunos foram substituídos por nomes fictícios, mantendo o gênero.

Tanto o texto histórico como o científico traziam questões que também foram analisadas com o intuito de acompanhar a evolução cognitiva dos alunos. Essas questões fazem parte dos textos lidos pelos alunos anteriormente às oficinas.

Notamos que cada aluno apresentava certa ansiedade em saber as respostas corretas das questões, pois o professor não as julgava “certas” ou “erradas”, apenas emitia considerações que estimulassem/provocassem o raciocínio dos alunos. As respostas corretas seriam dadas em um momento oportuno.

Diante dessa situação, a maioria dos alunos argumentou se poderia pesquisar o assunto em livros ou internet. O professor não se interpôs, deixando os discentes livres para realizar suas pesquisas.

Achamos genial essa atitude por parte dos alunos, uma vez que a pesquisa feita em condições motivadoras e não por imposição é uma forma de adquirir efetivamente os subsunçores relevantes para o estudo de um determinado tópico.

Nossa intenção foi utilizar alguns conceitos do Eletromagnetismo que estão mais próximos do cotidiano do aluno, para suscitar ou despertar subsunçores relevantes para a aprendizagem significativa.

Com a leitura do texto *Descoberta do magnetismo*¹⁰, houve um momento durante as discussões em que duas teses surgiram, a do aluno Renan, de que a magnetita só adquiriu propriedades magnéticas ao sair em forma de lava do vulcão, resfriando-se na direção norte-sul terrestre e a do aluno Wilson, que a magnetita já possuía propriedades magnéticas mesmo antes do resfriamento, conforme demonstrado abaixo:

⁹ MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a Teoria de David Ausubel*. 2.ed. São Paulo: Centauro, 2006.

AZEVEDO, Roberto Luiz de. *Utilização de organizadores prévios para a aprendizagem significativa do magnetismo e do eletromagnetismo*. 2010. 157f. Dissertação (Mestrado no Ensino da Matemática e Ciências) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.

¹⁰ Texto do livro Física, Eletromagnetismo e Física Moderna. Alberto Gaspar, p.182.

“Acho que deve ser uma região com muitos vulcões. Alguns ativos, outros inativos e ai algum desses ativos provavelmente deve ter a lava quando sai, desce nas rochas e deve ter formado várias pedras de magnetita ai no local no momento que foi resfriada a lava”. (Aluno Renan)

“Na minha opinião a magnetita já nasceu magnetita mesmo lá no interior da Terra”. (Aluno Wilson)

Observamos também que, com a evolução da aplicação da metodologia, os alunos iam modificando seus pré-conceitos, substituindo-os por ideias mais relevantes e estáveis, observadas nas falas dos estudantes. Quando questionados, suas respostas iam paulatinamente adquirindo mais propriedade, mais firmeza e clareza de raciocínio. Dessa forma, a ideia âncora anterior foi sendo substituída ou modificada pela nova ideia mais inclusiva. Com a leitura do texto: *Imãs naturais: fosséis magnéticos*¹¹, essas mudanças começaram a acontecer. O texto, entre outros assuntos, mencionava o ponto Curie da magnetita e, sobre esse tema, percebemos que algumas pré-concepções dos alunos foram modificadas.

Comparando a temperatura (585°C) com a temperatura do núcleo terrestre – obtida via pesquisa – concluíram que a tese do Renan estava correta, e todos os alunos passaram a sustentar a mesma conceituação.

“Então ontem eu já estava com a ideia do Wilson que a magnetita saia imã já só que hoje mudei para a do Renan porque se ela perde suas propriedades com quinhentos e oitenta e cinco lá no centro da Terra que é uma temperatura mais alta ela não pode ter propriedades magnéticas”. (Aluna Marina)

“Eu coloquei a mesma coisa que a Marina que ela perderá as propriedades magnéticas acima de quinhentos e oitenta e cinco graus”. (Aluno Eder)

Nesse momento, o professor pergunta ao aluno se ele faz uma ideia de quanto seria a temperatura no interior Terra.

“Uai. Eu pesquisei na internet e encontrei que é acima de seis mil graus Celsius”. (Aluno Eder)

O professor pergunta ao aluno Wilson se ele ainda defende sua tese.

“Não. (risos de todos os alunos) Na minha visão eu vou querer abdicar ela porque segundo o texto a magnetita perde as propriedades magnéticas dela quando ela ultrapassa quinhentos e oitenta e cinco graus Celsius e como o centro da Terra está muito mais com uma temperatura muito mais superior do que essa... com certeza ela perde o seu poder lá no centro, mas aí surge outra dúvida, um questionamento: O que faz com que a Terra tenha esse campo magnético?” (Aluno Wilson)

¹¹ Extraído do livro Física, Eletromagnetismo e Física Moderna. Alberto Gaspar, vol. 3, p.185.

Aproveitando “esse gancho”, o professor questionou o aluno Wilson se o magma movimentava no interior da Terra. Esse foi um bom momento para introduzir outro subsunçor que serviria para ancorar uma nova ideia; da geração de campo magnético pela circulação de corrente num condutor.

“Na minha opinião ele se movimenta. Ele se movimenta o tempo todo sem parar”.
(Aluno Wilson)

“Eu suponho que fosse pela diferença de temperatura mesmo seja mínima, mas é alguma temperatura como é o quente como que o lugar mais quente ele se movimenta é... supondo que com o ar daqui da Terra é mais quente ele sobe e o frio desce supondo que o magma quente sobe e o frio desce e depois resfriando movimento”. (Aluno Jaime)

O professor questiona: *como é chamada essa movimentação?*

“Correntes de convecção”. (Aluno Agenor)

Então o professor argumentou: *existiria outra causa para a movimentação do magma?*

“Poderia ser o movimento de rotação da Terra”. (Aluno Agenor)

Os alunos, motivados pela questão, pesquisaram o assunto e um deles relatou:

“É eu pesquisei que o movimento de rotação da Terra e o movimento de convecção do magma que ele vai gerar como que em espiras ele vai gerar um campo magnético e também que tem tipo descargas elétrica dentro do magma e isso vai fazer o campo magnético da Terra”. (Aluno Agenor)

Outro aluno completou a resposta.

“Eu li alguma coisa a respeito. Eu li lá que o núcleo ele é composto por cargas elétricas, correntes elétricas e no manto são formada espiras solidas junto com o movimento da Terra há tipo uma reação das espiras com as cargas elétricas gerando um campo magnético. Isso que eu cheguei a conclusão lá”. (Aluno Jaime)

Essa inferência feita pelo aluno ficou sedimentada com a leitura do texto sobre a origem do Eletromagnetismo e com a experiência de Oersted.

Essa conclusão dos alunos constitui um importante subsunçor para o estudo significativo de outras fontes de campo magnético, ou seja, uma vez internalizado e contextualizado que a movimentação das partículas carregadas eletricamente presentes

no magma da origem ao magnetismo terrestre, torna-se mais fácil relacionar a essa ideia estável (subsunçor estabelecido na estrutura cognitiva do aluno), a origem do campo magnético produzido, por exemplo, ao redor de um fio condutor pela circulação corrente elétrica, pois a corrente é a movimentação ordenada das partículas portadoras de carga elétrica.

Desse modo, é possível relacionar a mesma ideia estável, não só do campo magnético gerado ao redor de um fio condutor, mas o campo magnético produzido pela circulação de corrente elétrica por uma bobina ou por uma espira.

Além de mudanças de concepções, observamos também que a estrutura cognitiva de alguns alunos foi alargada quando um deles relatou uma experiência cotidiana que havia realizado.

“Eu também concordo que ela perde suas propriedades magnéticas e também eu tive a oportunidade de ter feito essa experiência. É um imã de alto-falante eu estava na casa do meu avô eu coloquei no fogão de lenha eu tirei ela não tinha mais a propriedade de puxar, de puxar, de atrair”. (Aluno Aloir)

Com o texto sobre o cartão magnético, procuramos sedimentar ainda mais os subsunçores adquiridos. Os alunos foram questionados sobre a relação entre o código binário, as regiões magnetizadas e as desmagnetizadas da fita. Todos concluíram acertadamente que o dígito 1 estaria relacionado às regiões magnetizadas e o dígito 0 às regiões não magnetizadas.

Podemos inferir que um subsunçor importante para o entendimento da indução eletromagnética foi internalizado.

“Aonde não há magnetizáveis é nulo 0 não possui valor; já nas faixas magnetizáveis o valor é 1, por ter alguma força nesta parte”. (Aluna Marina)

“Na tarja presente no verso do cartão, a parte magnetizada, por exemplo, recebe a numeração 1, e a não magnetizada 0, ao passar esse cartão num caixa eletrônico, a bobina presente no caixa vai fazer essas leituras das partículas de 0 e 1, e manda para o computador que vai nos mostrar as informações presentes no cartão”. (Aluno Tiago)

“Digamos que a parte não magnetizada represente os dígitos 0 e a parte magnetizada represente os dígitos 1. Ao passar o cartão a bobina capta os sinais das áreas magnetizáveis e não magnetizáveis essa sequência constituirá um código binário que será decodificado pelo computador”. (Aluno Wilson)

No texto sobre o histórico do Eletromagnetismo, percebemos que os alunos não possuíam ideia da aplicação dos eletroímãs, citando vagamente alguns equipamentos como televisores, geladeiras e ferro velho. Sobre esse último, presumimos tratar-se do guindaste utilizado para levantar as sucatas.

Quanto à segunda pergunta, sobre o fator decisivo que limitou a construção de eletroímãs mais potentes, segundo os alunos, era de caráter físico (tamanho) e não de caráter técnico como, por exemplo, a utilização de uma corrente elétrica de intensidade maior.

Na terceira pergunta, sobre como poderíamos aumentar a “força” de um eletroímã, os alunos Daniel, Tiago, Jaime, Aloir, Eder e Agenor relacionaram a intensidade do campo magnético com o número de espiras, sugerindo aumentar “as voltas” dos fios.

“Aumentando as volta do fio entorno do eletroímã”. (Aluno Jaime)

Os alunos Tiago, Renan, Luciano, Eder, Josiane, Marina e Cleydiana inferiram que o aumento da corrente elétrica é proporcional ao aumento do campo magnético.

“Aumentando a energia elétrica da fonte”. (Aluno Renan)

“Aumentando as fontes de energia elétrica”. (Aluno Luciano)

Somente a aluna Joziane especificou, claramente, o aumento da corrente elétrica:

“Aumentando a corrente”.

3.1 Análise das questões antes e depois da aplicação da metodologia

A análise, agora, seria sobre as questões do pré e pós-questionário. Optamos pela análise caso a caso, pois julgamos ser a melhor forma de observar a evolução conceitual dos alunos. Foram mantidos os erros ortográficos que os discentes cometeram.

Serão apresentadas as duas respostas dadas pelos alunos, isso será feito ainda que somente exemplificando tais respostas, antes e depois, a cada questão focalizada. Transcrevemos apenas respostas de algumas questões.

Questão 3: *Se fosse possível organizar o movimento dos elétrons dentro de um fio condutor, o que obteríamos?*

Antes: *“Corrente elétrica”.* Depois: *“Seria criado um corrente elétrica sendo assim gerando um campo magnético”* (Aluno Daniel).

Antes: *“Corrente elétrica”.* Depois: *“Uma corrente elétrica e campo magnético”* (Aluno Jaime).

Percebemos que o conceito de corrente elétrica estava fundado em sua estrutura cognitiva, indicando uma possível ampliação da ideia mais geral (conceito de corrente elétrica), sendo incorporado ao conceito mais antigo; a ideia de geração de campo magnético a partir da corrente elétrica.

Questão 5: *Cite outras fontes magnéticas.*

Antes: *“Trem bala, freios magnéticos, bússulas”*. Depois: *“Corrente elétrica em movimento, bobinas, corrente de faca”* (Aluno Agenor).

As respostas do aluno Agenor nos levaram a observar um alargamento de sua estrutura cognitiva, incorporando às suas concepções prévias (apenas ímã gera campo magnético) outras ideias. De fato, esse aluno apontou que a corrente elétrica, circulando num fio, também é fonte de campo magnético, sugerindo que sua ideia âncora foi ampliada.

Antes: *“O próprio planeta Terra exerce uma força magnética nos corpos que estão em sua superfície”*. Depois: *“A passagem de corrente elétrica por um condutor o planeta Terra”* (Aluno Wilson).

Com respeito à mesma questão, o aluno Wilson citou a Terra como uma das fontes de campo magnético. Esse conceito prévio adquirido com os organizadores serviu de âncora para a internalização de outro conceito: corrente elétrica gerando campo magnético. Para esse aluno, a movimentação do magma no interior da Terra e, conseqüentemente, de cargas elétricas presentes nesse magma, da origem ao campo magnético terrestre. Dessa forma, essa ideia mais inclusiva serviu de ancoragem para a nova ideia: corrente elétrica (cargas em movimento) gerando campo magnético.

Questão 10: *O que você entende por campo magnético?*

Antes: não respondeu. Depois: *“São linhas de força que saem do Polo Norte e entram no Sul, sendo que quando mais próximas estiverem as linhas de força, maior será o poder de atração magnética”* (Aluno Jaime).

O aluno Jaime parece ter alargado sua estrutura cognitiva, uma vez que, anteriormente à aplicação da metodologia, ele não sabia caracterizar o campo magnético e, após a pesquisa, apresentou coerência na definição de campo magnético. Mais curiosa foi a conclusão do aluno em caracterizar a intensidade do campo magnético pelo adensamento das linhas de indução magnética. Suspeitamos que o mesmo internalizou tal característica do campo elétrico, estudado no início do ano letivo.

Questão 11: *Quando ligamos um liquidificador ou qualquer outro equipamento eletrodoméstico perto de um rádio que está funcionando, notamos zumbidos emitidos pelo rádio. Qual é a causa desse ruído?*

Antes: *“São dois campos emitindo em um mesmo local, um de interferência no outro provocando o zumbido”*. Depois: *“Ao ligar o liquidificador, fará com que a corrente elétrica que passa por ele gere um campo magnético interferindo-se assim no campo do rádio que tem uma frequência menor do que a do liquidificador”* (Aluna Cleidiana).

A aluna Cleidiana demonstrou uma profunda modificação na forma de pensar, sinalizando uma ampliação em sua estrutura cognitiva. Sua segunda resposta (segundo levantamento) deixou clara a internalização de alguns conceitos antes não manifestados.

Questão 14: *Digamos que você necessita furar a parede da cozinha de sua casa com uma furadeira, mas existe um fio embutido que precisa ser descoberto. Nesse fio está ligada a furadeira elétrica. Como você descobriria esse fio sem quebrar a parede?*

Antes: “Puxando-o”. Depois: “Ao ligar a furadeira fará que dentro do fio haja o movimento dos elétrons através desse movimento haverá o campo que poderá ser achado pela bússola que indicará o sentido em que essa corrente percorre” (Aluna Cleydiana).

Antes: “Seguindo do fio”. Depois: “Utilizando uma bússola que indicaria o campo magnético gerado pela corrente que circula nos fios” (Aluno Luciano).

Questão 15: *Nos liquidificadores, por exemplo, não existem imãs, mas o funcionamento desses equipamentos depende da existência de um campo magnético. O que gera o campo magnético nesse caso?*

Antes: “A diferença de potencial, pois a corrente elétrica tem que circular pelo fio, passa pela resistência para chegar ao fio neutro”. Depois: “A corrente elétrica passando por uma bobina no interior desses aparelhos” (Aluno Wilson).

Para o aluno Wilson observamos, na primeira resposta, que existiam ideias âncoras disponíveis na sua estrutura cognitiva, mas faltava-lhe uma ligação entre as mesmas. Com a leitura dos textos, conseguimos fazer com que o aluno concatenasse essas ideias com as ideias âncoras existentes.

Questão 18: *Um elétron entra numa região que existe um campo magnético, com certa velocidade. Notamos que essa carga elétrica sofre um desvio em sua trajetória. Qual a grandeza física que provoca a mudança de sua trajetória?*

Antes: “Corrente elétrica”. Depois: “Força” (Aluno Daniel).

Na questão 18, o aluno Daniel demonstrou uma evolução conceitual, atribuindo à força magnética o desvio sofrido pela carga elétrica.

Antes: “Provavelmente esse elétron tem o mesmo sinal da carga geradora do campo magnético o que faz com que essas cargas sejam repelidas”. Depois: “A força magnética gerada pelo campo magnético, ou então mudando o sentido de circulação da corrente”. (Aluno Wilson).

4 CONCLUSÃO

A utilização dos organizadores prévios, essência da teoria ausubeliana, nos mostrou eficaz na manipulação da estrutura cognitiva do aluno para a suscitação e/ou sedimentação das ideias esteios, dando origem a uma aprendizagem significativa subsequente.

Podemos observar, pelas respostas dos alunos, que houve tanto incorporação de ideias novas à sua estrutura, como mudanças de suas pré-concepções que se transformaram em ideias mais estáveis e coerentes. Quando o discente atingir esse estágio de maturidade

cognitiva, ele estará preparado para a aprendizagem de um assunto novo, pois somente agora os conceitos inéditos lhe farão sentido.

Os subsunçores relevantes são adquiridos quando se estabelece uma relação substantiva e não ambígua entre a antiga e a nova ideia, tal fato aconteceu quando os alunos pesquisaram a origem do campo magnético¹² terrestre (movimentação do magma constituído de cargas elétricas) internalizando essa ideia como esteio. Quando forem aprender outras fontes de campos magnéticos, ligarão à ideia antiga estável, a nova ideia de geração de campo magnético por circulação de corrente em fios.

É perfeitamente factível montar uma estratégia de ensino com vistas na Teoria de Ausubel, tendo em mente, basicamente, a ativação das ideias prévias dos alunos utilizando os organizadores prévios que devem ser materiais (assunto) do vivencial. Qualquer disciplina pode experimentar essa estratégia.

A abordagem contextualizada dessa metodologia, por si só, já é grande fator motivador para os estudantes, além do mais quando as ideias novas apresentadas lhes fizer sentido, a motivação para aquele estudo será ainda maior.

O grande legado de Ausubel é uma metodologia fundada nos organizadores prévios, que nos permitem aproveitar ou modificar as ideias esteios que os alunos trazem, com o objetivo de buscar uma aprendizagem realmente significativa.

Os resultados dessa pesquisa podem servir de base para outros professores montarem sua estratégia ensino utilizando outros materiais instrucionais, mas não perdendo de vista essência dessa teoria.

De uma maneira geral, percebemos uma sedimentação das ideias esteios que os alunos possuíam e a incorporação de novas ideias âncoras mais estáveis.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Tradução Lígia Teopisto. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 2003. 242p.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Tradução Eva Nick, Heliana de Barros Conde Rodrigues, Luciana Peotta, Maria Ângela Fontes e Maria da Glória Rocha Maron. 2.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 625p.
- AZEVEDO, Roberto Luiz de. *Utilização de organizadores prévios para a aprendizagem significativa do magnetismo e do eletromagnetismo*. 2010. 157f. Dissertação (Mestrado no Ensino da Matemática e Ciências) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- GASPAR, A. *Física*. São Paulo: Ática, 2005.
- MAGALHÃES, M. F.; SANTOS, W. M. S.; DIAS, P. M. C. *Uma proposta para ensinar os conceitos de campo elétrico e magnético: uma aplicação da história da Física*. Instituto de Física, UFRJ, 2002.

¹² Motivação trazida pela leitura dos textos (organizadores prévios).

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

MOREIRA, M. A. Concept maps as tools for teaching. *Journal of College Science Teaching*, Washington, 1979. p.283-86.

MOREIRA, M. A.; DIONÍSIO, P. H. Interpretação de resultados de testes de retenção em termos da teoria de aprendizagem de David Ausubel. *Revista Brasileira de Física*, v.5, n.2, 1975.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a Teoria de David Ausubel*. 2.ed. São Paulo: Editora Centauro, 2006.

SALES, G. L.; BARBOSA, M. N. *Oficinas de Física: uma proposta para desmistificar o ensino de Física e conduzir para uma aprendizagem significativa*. Cefet Ce. 2004.

YAMAZAKI, S. C.; YAMAZAKI, R. M. O. *Sobre o uso de metodologias alternativas para ensino-aprendizagem de ciências*. Ed. Coelho, 2006.

Recebido em: mar. 2013

Aceito em: ago. 2013