
PROPOSTA DE ENSINO DE TÓPICOS SOBRE RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS PARA O ENSINO MÉDIO⁺*

João Paulo Casaro Erthal
Marília Paixão Linhares
Universidade Estadual do Norte Fluminense
Rio de Janeiro – RJ

Resumo

Este trabalho relata a elaboração de uma proposta pedagógica de ensino das radiações eletromagnéticas, envolvendo alguns conceitos de Física Clássica. A proposta está fundamentada na teoria sócio-histórica cultural de Vygotsky, e para facilitar o intercâmbio de idéias entre os participantes da pesquisa foi confeccionado um material pedagógico contendo três atividades experimentais e um mapa de conceitos. A confecção do material seguiu indicações de uma sondagem das pré-concepções dos alunos do Ensino Médio sobre o tema e, ao final do trabalho, fez-se a avaliação do resultado das apresentações comparando-o com os resultados da sondagem inicial. O trabalho pretende verificar a funcionalidade e capacidade desse material, quando utilizado numa perspectiva vygotskyana, de propiciar a aprendizagem de tópicos relacionados à Física das radiações eletromagnéticas nas salas de aula nesse nível de ensino.

Palavras-chave: *Radiações eletromagnéticas; ensino de Física.*

⁺ A proposal of topics teaching about electromagnetic radiations in high schools

* *Recebido: julho de 2007.*
Aceito: março de 2008.

Abstract

This paper presents the elaboration of a pedagogical proposal of education about the electromagnetic radiations, including some Classical Physics concepts. The proposal is based on cultural social-historical Vygotsky's Theory, and to facilitate the ideas interchange between researches participants, a pedagogical material was confectioned with three experimental activities and a map of concepts. The material production followed indications of a sounding about the subject pre-conceptions that High School learners developed, and finalizes showing the results of the presentations compared with the results of the initial sounding. The work intends to verify the functionality and capability of this material, when worked in a Vygotsky's perspective, to propitiate the topics teaching related to the Physics of the electromagnetic radiations in that level of education classrooms.

Keywords: *Electromagnetic radiations; Physics Teaching.*

I. Introdução

O currículo de Física do Ensino Médio em nossas escolas é, em muitos casos, alvo de muitas críticas. (PACCA, 1992; BRASIL, 1999). Talvez a mais contundente seja o seu desligamento da realidade vivenciada pelo aluno, o que tem resultado em textos e materiais didáticos tão ou ainda mais desligados dessa realidade.

Pode-se argumentar que é muito difícil fugir das idealizações nesse nível de ensino, pois nossos alunos não possuem conhecimentos matemáticos que lhes possibilitem a análise de situações mais complexas, o que é verdade. Mas nada os impede de conhecer essas limitações, de saber que a realidade não é tão comportada e uniforme como muitos dos nossos livros de Física insinuam (ERTHAL, 2006).

Na nossa visão, um dos obstáculos para o ensino de tópicos sobre radiações eletromagnéticas no currículo de Física do Ensino Médio, muitas vezes justificado pelo pouco número de aulas, é a falta de uma proposta didática que possibilite a apresentação desse conteúdo. Ou ainda, a introdução do estudo das radiações no Ensino Médio depende de “*uma proposta que viabilize a sua transposição*

didática para esse nível de ensino” (GASPAR, 1993), que tenha como elementos fundamentais o conhecimento do professor sobre o assunto, a consciência da importância do tema, materiais que auxiliem o professor e uma proposta de ensino adequada aos materiais, para que se possa promover aprendizagem.

Neste trabalho, buscamos uma forma de preencher essa lacuna, apresentando conceitos referentes às radiações eletromagnéticas centrados em atividades experimentais de demonstração. O referencial teórico-pedagógico que orientou as apresentações inspirou-se em indicações da teoria sócio-histórica de Vygotsky, segundo as quais, o processo de ensino e a aprendizagem podem se realizar por meio de interações sociais, desde que estas sejam adequadamente conduzidas por um parceiro mais capaz – o professor – com um bom domínio do conteúdo abordado (VYGOTSKY, 1996, 1989).

II. Procedimento e preparação do material

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica cujo enfoque foi a busca de artigos científicos sobre o ensino de radiações eletromagnéticas. Foram encontrados poucos artigos em português sobre ensino e levantamento de concepções prévias sobre radiações ao nível do Ensino Médio.

Os resultados dessa pesquisa serviram como um elemento orientador para a elaboração do questionário de sondagem das pré-concepções dos alunos do Ensino Médio a ser trabalhado em algumas escolas da cidade de Campos dos Goytacazes.

Os questionários foram trabalhados com três turmas diferentes, totalizando oitenta e quatro alunos, e tiveram dois objetivos:

- avaliar o conhecimento dos alunos sobre as radiações eletromagnéticas e;
- obter elementos que orientassem a preparação do material instrucional para a sua apresentação em sala de aula nesse nível de ensino.

Com os resultados da sondagem, pudemos definir os tópicos mais carentes a serem trabalhados com os alunos. Concluímos que para uma proposta inicial deveríamos abordar a geração, transmissão e propagação das ondas eletromagnéticas, assim como algumas de suas características físicas principais: o comprimento de onda, a frequência e sua velocidade de propagação.

III. Descrição e funcionamento das atividades experimentais

Iniciamos a preparação de três atividades experimentais de acordo com os tópicos escolhidos anteriormente. Essas atividades foram construídas com materiais, na sua grande maioria, de fácil aquisição e de custo acessível, para que pudessem ser reproduzidas por professores ou até mesmo pelos seus alunos em trabalhos escolares ou feiras de ciência.

A primeira atividade experimental construída foi o **Rádio roncador**. Nessa atividade, uma das extremidades da bobina (**B**) é ligada à lima (**L**) enquanto a outra extremidade é ligada ao pólo positivo do conjunto de pilhas (**P**). No pólo negativo está ligado um fio de cobre que passa por cima de uma bússola (**G**) tendo sua extremidade livre, para que possa ser raspado sobre a lima (**L**).

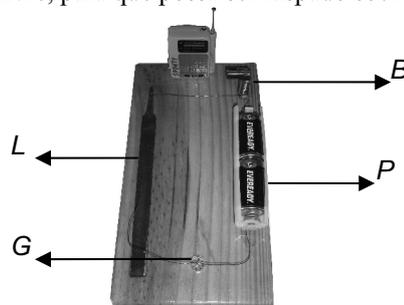


Fig. 1 - Rádio Roncador.

A raspagem do fio de cobre sobre a lima faz com que se tenha uma variação na corrente elétrica que percorre o circuito. Quando uma corrente elétrica percorre um fio condutor, de acordo com a Lei de Ampère, um campo magnético induzido surgirá ao redor do condutor no qual estão contidas as cargas (HALLIDAY, RESNIK, WALKER, 1995). Como a corrente elétrica está variando por causa das interrupções, o campo magnético criado ao redor do condutor é um campo magnético variável. De acordo com a lei de Faraday, um campo magnético variando no espaço dá origem a uma força eletromotriz e, portanto, gera um campo elétrico também variável, e este, por sua vez, induz outro campo magnético variável. Essa indução de campos variáveis dará origem a uma onda eletromagnética que se propagará com as características de um movimento ondulatório (TIPLER, 1995). Para intensificar essas oscilações, ou seja, produzir os sinais desejados, pode-se utilizar uma bobina (**B**) enrolada em um pedaço de ferrite. Os sinais produzidos pelo transmissor atravessam obstáculos como tábuas, pedaços de papelão e

podem ser captados por um rádio que funciona na frequência AM, a qual transmite informações usando o processo de modulação em amplitude.

O procedimento de operação é bastante simples. Estando as pilhas colocadas de forma correta no suporte, basta raspar a extremidade do fio de cobre na lima, gerando algumas faíscas durante o contato, para que o rádio ligado e sintonizado em qualquer frequência AM capte oscilações eletromagnéticas produzidas durante o contato do fio de cobre na lima e emita ruídos de acordo com a intensidade do contato do fio na lima, simulando um telégrafo.

Essa atividade experimental permite trabalhar conceitos relacionados à existência e produção de ondas eletromagnéticas, além de discutir tópicos básicos, como a existência de um campo magnético ao redor de um fio percorrido por uma corrente elétrica variável, assim como a indução de um campo elétrico devido ao campo magnético variante originado ao redor do fio.

A segunda atividade experimental construída foi um **Emissor-Receptor de ondas eletromagnéticas**. Essa atividade aborda de forma mais clara a transmissão e recepção de ondas eletromagnéticas, assim como sua propagação através do espaço. Nessa montagem tanto o emissor, quanto o receptor são sintonizáveis, ou seja, há um circuito oscilante L-C, com um capacitor e um indutor, para cada um deles.

No emissor (E) os fios da bobina do emissor (B1) são ligados a um capacitor variável (C1). Desse capacitor sai um fio para a serra circular (D) e outro para o conjunto de pilhas (P). Do conjunto de pilhas sai um fio que é conectado a um jacaré (J) que pode ser acoplado a uma fina chapa metálica que faz contato com a roda dentada e fecha o circuito. No receptor (R) os fios da bobina (B2) estão ligados ao capacitor variável (C2) e esse está conectado a uma lâmpada de néon (L).

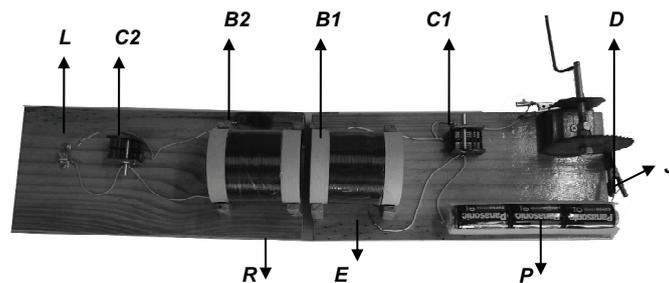


Fig. 2 - Emissor-receptor de ondas eletromagnéticas.

Para operar o equipamento, inicialmente, deve-se conectar o jacaré à lâmina flexível, o que permitirá a passagem de corrente elétrica pelo circuito. Em seguida, ajusta-se o capacitor variável do transmissor em uma abertura qualquer. Predisõe-se a bobina do emissor e a bobina do receptor frente a frente a uma distância de aproximadamente dois centímetros. Pode-se iniciar o movimento giratório da roda dentada, que irá produzir faíscas durante o contato com a lâmina flexível. Ajusta-se o capacitor variável do receptor até que a lâmpada de Néon acenda, evidenciando o recebimento de ondas emitidas pelo transmissor.

A terceira atividade foi chamada de **Gaiola de telefones celulares**. Essa atividade contempla tópicos relacionados à possibilidade ou não de captação de ondas eletromagnéticas, assim como algumas de suas características como comprimento de onda e, conseqüentemente, frequência e energia. É composta por duas bases de madeira, cada uma coberta com uma malha metálica de tamanhos diferentes.



Fig. 3 - Gaiola de telefones celulares.

Estando as gaiolas isentas de vazamentos, ou seja, totalmente recobertas, basta abrir a tampa de metal, colocar algum aparelho de telefone celular dentro da gaiola, fechar a tampa e verificar se o aparelho está ou não recebendo sinal da antena emissora. O procedimento deve ser feito nas duas gaiolas, podendo ser feita uma aproximação do comprimento da onda eletromagnética utilizada pelos celulares.

Além das atividades experimentais de demonstração construídas, consideramos essencial a elaboração de material escrito que contemplasse aspectos fundamentais das radiações eletromagnéticas e auxiliasse a apresentação dos conceitos durante o trabalho a ser realizado em sala de aula.

O material escolhido foi um mapa conceitual, composto por diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos. Esses conceitos são dispostos seguindo uma hierarquização, partindo

dos conceitos mais gerais (parte superior do mapa) para os mais específicos (parte inferior do mapa) (MOREIRA, 1980).

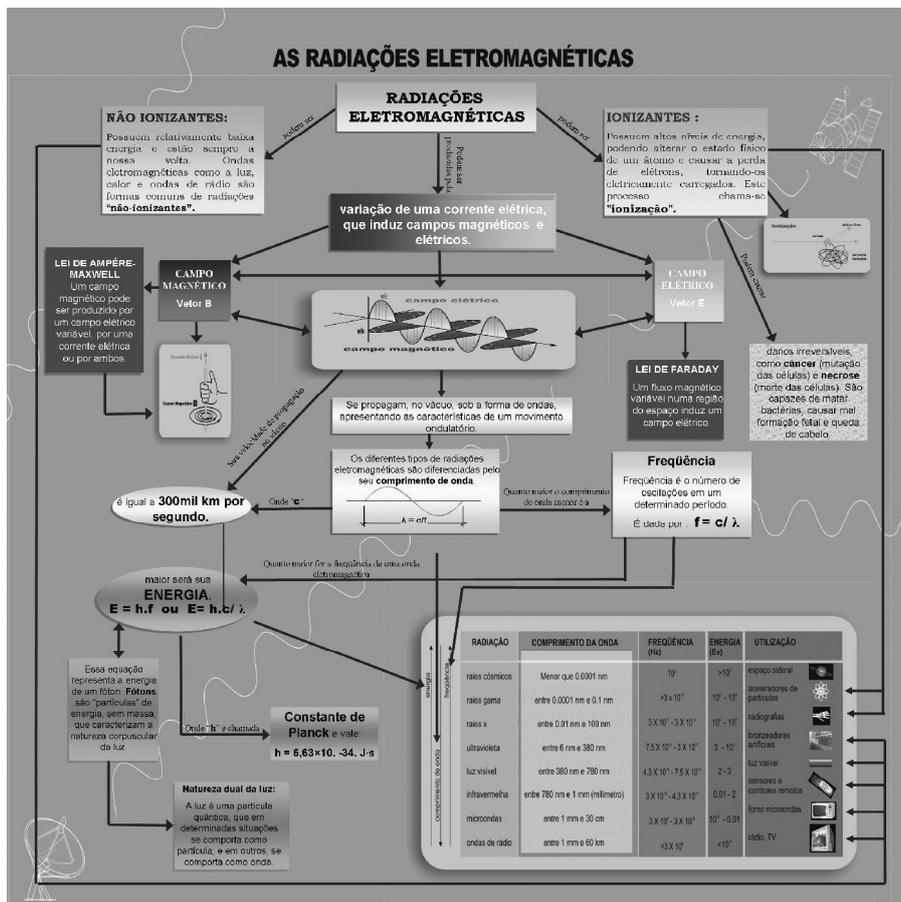


Fig. 4 - Mapa conceitual sobre radiações eletromagnéticas

IV. Desenvolvimento do trabalho em sala de aula

Foram realizadas apresentações em sala de aula por um dos autores, nas mesmas turmas que participaram da sondagem inicial. Primeiramente, fizemos um círculo com as carteiras ao redor da mesa do professor, que foi colocada no centro da sala de aula para que todos pudessem ter uma boa visualização das demonstra-

ções. Os alunos foram informados do que seria feito e ficaram à vontade para fazer perguntas ou interagir com o pesquisador a qualquer momento.

Iniciamos o trabalho fazendo um resumo dos conceitos existentes no mapa conceitual, e explicamos como os alunos deveriam se orientar para entender as ligações existentes entre os mesmos.

O trabalho com as atividades experimentais foi iniciado pelo **Rádio ron-cador**. Nas três atividades experimentais, nomeamos todos os elementos que as compunham. Iniciamos, então, perguntando aos alunos se eles sabiam o que era uma bússola.

A partir das respostas dos alunos, iam sendo feitas outras perguntas dando um direcionamento ao discurso para que eles pudessem ir construindo o conhecimento a partir de nossos comentários e de suas participações. Depois de explorados os conceitos relacionados à bússola, pedimos a um aluno que raspasse o fio solto na lima, primeiro com as pilhas desligadas e depois com as pilhas ligadas. Perguntamos a eles o que estavam vendo. Alguns alunos perceberam o movimento do ponteiro da bússola. Com isso, pudemos começar a questionar sobre o surgimento de um campo magnético ao redor do fio, quando o circuito era fechado na lima, que interferia na orientação da bússola. Com o auxílio do mapa conceitual, pudemos explorar os conteúdos referentes à indução de campos magnéticos e elétricos variáveis e sua propagação no espaço sobre forma de ondas, visto que esses assuntos estavam contemplados e inter-relacionados. Ligamos o radinho AM e começamos a questionar qual era a sua função no experimento. Perguntamos o que eles achavam que iria acontecer se raspássemos o fio na lima e se só encostássemos o fio na lima, estando o rádio ligado.

Depois de ouvir algumas idéias dos alunos, colocamo-nas em prática, e eles puderam ouvir o ruído emitido pelo rádio quando o fio era raspado na lima. Perguntamos, então, o que chegava até o rádio para que ele emitisse esses ruídos e porque eles só ocorriam durante a raspagem do fio. Conseguimos evidenciar a produção de uma onda eletromagnética a partir de uma corrente variável e sua captação pelo rádio.

A segunda atividade experimental trabalhada foi o **Emissor-Receptor de ondas eletromagnéticas**. Iniciamos a apresentação perguntando quais eram as semelhanças existentes entre este e o primeiro experimento apresentado. De acordo com as semelhanças físicas apontadas pelos alunos, fomos perguntando sobre as funções de cada elemento no circuito, direcionando os alunos para que eles mesmos pudessem, fazendo associações à primeira atividade, descobrir qual era o papel de cada elemento no circuito. Depois perguntamos o que acontecia quando a

manivela era girada e, após as respostas, pedimos aos alunos para que fizessem alguma associação desse efeito com o ocorrido na experiência anterior. Nesse momento pudemos evidenciar os conceitos relativos à produção de ondas eletromagnéticas com a variação de uma corrente elétrica. Nessa experiência ficou mais visível a variação da corrente elétrica, pois a distância entre os dentes da serra circular eram bem mais visíveis do que os sulcos da lima. Pedimos para que um dos alunos aproximasse as duas bobinas frente a frente e, para outro aluno, que girasse a manivela. Os alunos observaram o fenômeno ocorrido com a lâmpada, que permaneceu acesa enquanto o aluno girava a manivela. Perguntamos, então, como aquela luz poderia acender se ela não estava ligada a nenhuma pilha ou tomada, para verificar se eles iriam fazer alguma analogia com a propagação de ondas eletromagnéticas apresentado no primeiro experimento.

Perguntamos se eles achavam que as bobinas eram iguais e giramos o ponteiro do capacitor do receptor enquanto um aluno girava a manivela, fazendo com que a lâmpada apagassem. Pedimos para o aluno que continuasse a girar a manivela e ajustamos novamente o capacitor de modo que a lâmpada acendesse novamente. Nesse momento, pudemos tratar de conceitos relacionados à emissão e recepção de ondas eletromagnéticas e, com o auxílio do mapa conceitual, iniciamos uma discussão sobre as diferentes frequências das ondas eletromagnéticas e sobre o conceito de ressonância, sempre fazendo associações com situações vivenciadas pelos alunos.

Inserimos pedaços de papelão entre as bobinas e perguntamos aos alunos o que eles achavam que iria acontecer. Mesmo com a inserção desses objetos a transmissão ocorre. Com isso, questionamos se haveria transmissão se em vez de ar atmosférico existisse um vácuo entre as bobinas. Recorremos novamente ao mapa conceitual para falar sobre a velocidade de propagação dessas ondas, e sobre o fato de não necessitarem de um meio material para se propagarem.

Iniciamos o trabalho com a terceira e última demonstração experimental, a **Gaiola de telefones celulares**. Pedimos três telefones celulares de diferentes alunos, os quais foram colocados sobre a mesa. Fizemos uma ligação para cada um deles verificando que estavam funcionando perfeitamente. Perguntamos se eles sabiam o que ocorreria se os telefones celulares fossem colocados dentro da gaiola com a malha maior, porém, ninguém soube responder. Colocamos, então, os aparelhos, um por vez, dentro dessa primeira gaiola. Ligamos novamente para cada um dos telefones celulares, e estes receberam a chamada. Colocamos então os telefones dentro da segunda gaiola, com a malha de um milímetro. Todos os telefones testados ficaram fora de área, ou seja, não estavam recebendo as ondas

eletromagnéticas emitidas pela antena emissora. Perguntamos então qual era a diferença entre as duas gaiolas, o que era fácil de ver pelos tamanhos das malhas. Então, perguntamos aos alunos porque o telefone celular funcionava dentro da primeira gaiola e não funcionava dentro da segunda. Nesse momento, recorremos ao mapa conceitual e trabalhamos conceitos relacionados ao comprimento de onda, característica que diferencia uma onda da outra. Ainda seguindo o mapa, falamos mais uma vez da frequência e da energia dessas ondas. Cada vez que tratávamos de cada uma dessas características físicas, mostrávamos as grandezas referentes a cada uma das radiações no espectro eletromagnético. Pegamos a malha de nylon, que era da ordem de milímetros, e perguntamos aos alunos se o telefone celular funcionaria envolvido por esta malha. Após algumas repostas dos alunos, testamos o telefone celular envolvido pela malha de nylon e verificamos que ele funcionava. Envolvermos os telefones celulares em uma folha de papel alumínio e perguntamos o que ocorreria. Nessa etapa pudemos enfatizar que o fator determinante para o funcionamento do telefone dentro da segunda gaiola não era apenas o tamanho da malha, mas também o material de que esta era feita, tendo este que ser metálico.

Duas semanas após o trabalho realizado com os materiais pedagógicos, retornamos às salas de aula para mais uma etapa de nosso trabalho, referente a um questionário final sobre radiações eletromagnéticas.

Esse questionário (ANEXO 2) seguiu os mesmos padrões do questionário inicial de sondagem, sendo composto por dez questões, das quais cinco eram de múltipla escolha e as outras cinco eram dissertativas.

V. Avaliação, resultados e discussão

O questionário inicial demonstrou que existe uma grande falta de conhecimento dos alunos do Ensino Médio sobre o assunto. Nove das dez questões tiveram um percentual de resultados negativos maior do que os resultados positivos. A análise dos resultados de cada questão foi fundamental para que se pudesse identificar os tópicos mais carentes a serem trabalhados, assim como na escolha do material a ser produzido. Esses resultados podem ser vistos no gráfico da Fig. 5.

Após o trabalho realizado em sala de aula com o material pedagógico sendo trabalhado numa perspectiva Vygotskyana (VYGOTSKY, 1989), aplicamos outro questionário, no qual os resultados possuem maiores percentuais positivos do que negativos em nove das dez questões. Esses resultados podem ser vistos no gráfico da Fig. 6.

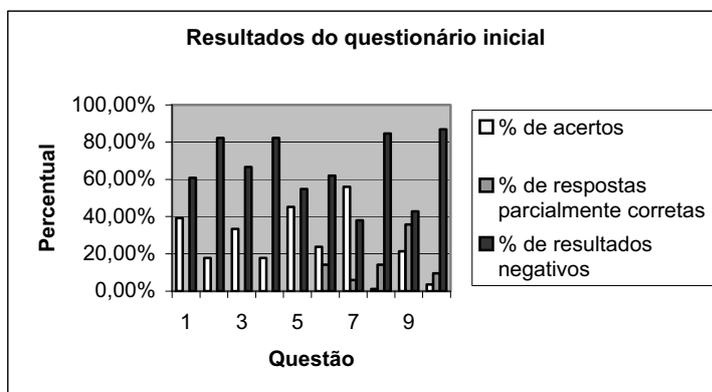


Fig. 5 - Resultados iniciais de todos os Grupos.

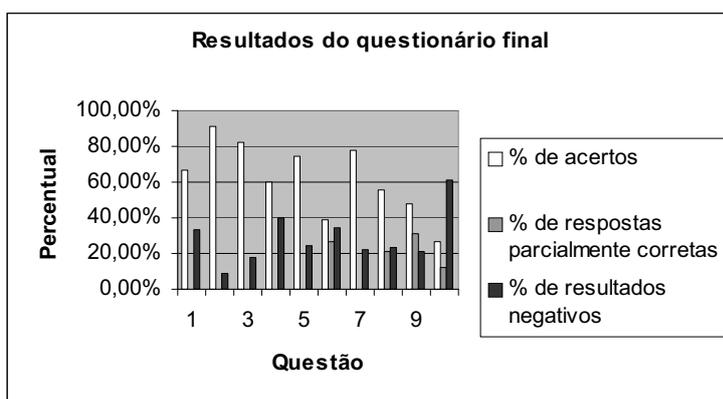


Fig. 6 - Resultado final de todos os Grupos.

VI. Resultados obtidos durante as interações com alunos dentro das salas de aula

Durante as aulas, com o apoio do material pedagógico, foi possível verificar que a utilização de princípios da teoria de Vygotsky junto a esses materiais já começa a gerar bons frutos desde o início do trabalho. De acordo com o que os alunos vão respondendo aos comentários e as perguntas do pesquisador, eles já vão criando novas idéias em suas mentes. Se a idéia não for correta, cabe ao apresentador formular uma nova questão que leve o aluno a chegar a uma concepção adequada.

A seguir, serão apresentadas algumas falas dos alunos, gravadas em fita de áudio, que foram consideradas como resultados do processo de interação social, que podem ser perguntas, comentários ou sugestões e que demonstram o início do aprendizado de conceitos relacionados às radiações eletromagnéticas.

O primeiro exemplo que pode ser citado nesse sentido é o caso da bússola. Quando foi perguntado sobre a utilidade da bússola, poucos responderam e, mesmo assim, lembraram de suas aulas de história, pois fizeram referências aos navegadores que descobriram a América e o Brasil. No experimento **Rádio roncadador**, o primeiro a ser trabalhado, a bússola foi desorientada pela raspagem do fio de cobre na lima. Foi então perguntado aos alunos o que aconteceu. Muitos deles responderam que o ponteiro da bússola mexeu, apesar de uma boa parcela de alunos ter observado as faíscas provocadas sobre a lima. Foi então perguntado: Por que o ponteiro da bússola mexeu? Um dos alunos respondeu: “*Por causa da corrente elétrica*”.

A partir dessa resposta, foram feitos questionamentos sobre o que poderia ser induzido ao redor de um fio percorrido por uma corrente elétrica, até se conseguir que um dos alunos comentasse: “*Ah! O que faz a bússola mexer é o campo magnético, parecido com o da Terra*”.

Dando seqüência, um dos alunos perguntou qual era a função da bobina, e depois de ter sido esclarecido que a bobina estava ali para amplificar o sinal produzido, um dos alunos perguntou: “*E se não tivesse a bobina, a bússola ia rodar também?*” Um outro aluno respondeu: “*É claro, a bobina só aumenta, o que faz a bússola girar é o campo em volta do fio*”. Esse comentário foi aprimorado pelo pesquisador, que explicitou que se a bobina fosse maior poderia interferir em aparelhos nas casas ao redor. Outra pergunta surgiu: “*Isso depende do fio?*” Outro aluno respondeu: “*do fio e da energia fornecida*”.

Quando o rádio foi ligado, foi perguntado o que ele recebia para emitir sons. Uma aluna respondeu: “*recebe um sinal*”. Depois foi perguntado o que ocorreria se o fio de cobre fosse raspado sobre a lima. Não tendo respostas, o efeito foi demonstrado e logo um aluno disse: “*interferência, dá interferência*”. E outro já comentou: “*esses rádios têm uma bobina dentro*”. E aí foi perguntado como se poderia associar essa bobina existente dentro do rádio com a do nosso experimento. Um aluno arriscou “*a do experimento envia e essa recebe?*”. Em seguida, um dos alunos comentou: “*Isso poderia influenciar na frequência da polícia ou do corpo de bombeiros*”. Então outro aluno perguntou: “*Se o rádio estivesse um pouco mais longe não teria essa interferência?*” Foi feito o que ele disse para que os

alunos pudessem ver que, quanto mais o rádio se distanciava, menor era o ruído por ele produzido.

No segundo experimento, inicialmente, foi perguntado quais eram as semelhanças entre essa montagem e a primeira. Os alunos responderam sobre alguns aspectos bem visíveis, porém um deles fez um comentário interessante: “*No primeiro, o circuito fechava com o fio na lima e aqui vai fechar com o jacaré nessa placa*”.

Em determinado momento, foi perguntado o que ocorria de parecido com o primeiro experimento quando a manivela era girada. A primeira resposta foi: “*Tá saindo faíscas*”. Outro aluno comentou: “*Tá abrindo e fechando*”, relacionando a passagem de eletricidade pelo circuito. Então foi novamente perguntado o que ocorre ao redor de um fio percorrido por corrente elétrica, e logo foi respondido “*Aparece um campo magnético*”. Perguntou-se o que o campo magnético variando poderia produzir e um aluno disse: “*um campo elétrico e daí outro magnético e daí outro elétrico...*”.

O experimento foi colocado a funcionar e foi perguntado por que a lâmpada acendeu sem estar ligada à eletricidade. A primeira resposta foi: “*tem um campo magnético que vai de uma bobina para outra*”. O pesquisador perguntou se era apenas um campo magnético e uma aluna respondeu: “*tem um campo elétrico também que juntos se propagam de uma para outra*”.

Uma aluna perguntou: “*Nesse caso, se girar a manivela e ligar o radinho, dá contato?*”. O contato que ela disse se referia à interferência. Apesar desse processo não estar contido no planejamento, deixou-se que os alunos o realizassem para verificar o que iria acontecer. Eles puderam verificar por si mesmos que ocorriam as interferências e, mais uma vez, foi pedido para que eles explicassem o que estava ocorrendo. Nesse momento, alguns alunos explicaram o processo de produção simples de uma onda eletromagnética e sua captação pelo radinho.

Na terceira atividade, a **Gaiola de telefones celulares**, depois que os alunos viram que o telefone celular ficava fora de área dentro da gaiola, foi perguntado a eles se o celular funcionaria caso a gaiola fosse revestida com tela de nylon ou papelão. Alguns alunos responderam que também não funcionaria. Então, foi perguntado como é que os celulares deles funcionavam dentro daquela sala de aula se todas as janelas estavam cobertas com telas contra pernilongos. Um dos alunos disse: “*Então depende do material*”. E outro disse: “*Por isso que eu vi numa experiência que o celular não funciona no papel alumínio... tem que ser metálico?*”. Envolvemos o telefone celular no papel alumínio para constatar o que foi dito, e outro aluno perguntou: “*Por que tem que ser de metal?*”. O pesquisador auxiliou

os alunos a sanarem suas dúvidas fazendo algumas relações entre o campo elétrico da onda eletromagnética e sua dispersão num material condutor.

Quando o pesquisador iniciou os comentários sobre por que os telefones funcionavam no interior da gaiola de maior malha e não funcionavam no interior da gaiola de menor malha, um aluno comentou: “*A onda vinda da antena entra nessa gaiola, mas não entra naquela*”. Apontando para a gaiola de malha maior e de malha menor, sucessivamente. Esse simples comentário facilitou o trabalho do conceito de comprimento de onda.

Terminadas as apresentações, os alunos puderam mexer à vontade nos experimentos, o que deu origem a bons comentários e a boas perguntas. A seguir, temos alguns exemplos:

Um aluno, querendo colocar a bússola próxima aos fios do outro experimento, disse: “*Professor, então se eu colocar a bússola perto de qualquer fio desses com corrente ela vai mexer?*”.

Um aluno, referindo-se à bobina do receptor do experimento **Emissor-receptor**, indagou: “*Nesse aqui, se enrolarmos um papel alumínio nessa bobina, também não vai chegar onda nele?*”. Com isso o apresentador fez essa adaptação improvisada no experimento e perguntou por que a bobina não recebia as ondas enviadas pelo emissor. Um aluno disse: “*Porque a onda é maior que os furinhos que a gente não vê no papel alumínio, e não consegue passar e também porque ele é de metal*”.

Um aluno fez um comentário interessante sobre um fato ocorrido em sua casa: “*Quando eu coloco o celular para carregar, dá interferência no rádio. Quando eu tiro o carregador da tomada, pára. Então, no fio do carregador são gerados campos que atingem meu rádio e dão interferência*”.

VII. Conclusões

A realização da pesquisa bibliográfica mostrou a existência de poucos trabalhos relacionados ao ensino de corrente alternada no Ensino Médio; a realização da sondagem das pré-concepções destes estudantes mostrou uma deficiência grande em conceitos básicos relacionados às radiações eletromagnéticas. Esses resultados, aliados à nossa convicção da necessidade desse conhecimento, mostraram a validade da proposta deste trabalho.

Segundo Okada, (OKADA, 1996) “o conhecimento é um processo inacabado e decorrente de relações sociais”. Em vista disso e da complexidade matemática que envolve temas referentes à eletricidade e ao magnetismo, optamos pela

produção e utilização de atividades experimentais de demonstração como desencadeadoras de interações sociais.

Ao contrário do que muitos professores ingenuamente pensam, a visualização dos fenômenos apresentados não faz os alunos compreenderem ou descobrirem o que os provoca, mas os predispõe – às vezes até os desafia – a entender o que acontece. Essa predisposição para o entendimento cria e enriquece o intercâmbio de informações por meio dos quais o professor os explica, apresentando os modelos teóricos que a Física construiu pra explicá-los (ERTHAL, 2006).

Pudemos verificar que o material pedagógico construído estava adequado para o nível de ensino escolhido, visto que a compreensão do funcionamento de cada um dos experimentos, assim como do painel, foi notória na maioria dos alunos. O interesse de alguns dos alunos em reproduzir os materiais apresentados também evidencia a sua adequação a esse nível de ensino.

Após a comparação entre os dados obtidos inicialmente e os dados obtidos no questionário final, assim como da análise das gravações das falas e comentários dos alunos em fita de áudio, podemos concluir que houve um aprendizado de conceitos relacionados à natureza das radiações eletromagnéticas assim como de onde elas vêm sendo empregadas.

O uso de materiais pedagógicos, como atividades experimentais e mapas conceituais, como ferramentas auxiliares para professores no processo de ensino-aprendizagem, é um caminho trilhado com sucesso nas pesquisas que envolvem educação e metodologias de aprendizagem.

Com os resultados obtidos neste trabalho, acreditamos poder contribuir para que se investigue e pesquise mais sobre novas formas de ensino e modelos pedagógicos que contribuam para mudar a situação do ensino atual, não somente em relação ao conceito de radiações eletromagnéticas, mas também de vários outros tópicos que são, ou poderiam ser, abordados no Ensino Médio.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC, 1999. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/semtec/ensmed/pcn.shtm>> Acesso em: 15 jan. 2006.

ERTHAL, J.P.C.; GASPAR, A. Atividades experimentais de demonstração para o ensino da corrente alternada ao nível do ensino médio. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 345-359, 2006.

GASPAR, A. **Museus e Centros de Ciências: Conceituação e proposta de um referencial teórico.** 1993. Tese (Doutoramento) - Faculdade de Educação, USP.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física.** 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 1995.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. **Ciência e Cultura**, v. 32, n. 4, p. 474-479, 1980.

OKADA, S. **Teoria de Aprendizagem: as consciências dos seus quatro momentos.** São Paulo: Compарт, 1996.

PACCA, J. L. A. O profissional de educação e o significado do planejamento escolar: problemas dos programas de atualização. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 14, n. 1, p. 39-42, 1992.

TIPLER. P. A. **Física.** 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 1995. v. 3.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1989.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 1996.

Anexo 1

Questionário de sondagem de pré-concepções com alunos do terceiro ano do Ensino Médio sobre radiações eletromagnéticas

1 - Ao ligar a TV de sua casa você rapidamente consegue sintonizar um sinal de tv que vem de uma antena emissora. A velocidade de propagação no espaço desse sinal de TV é, aproximadamente:

- igual à velocidade do som, ou seja, 340m/s.
- igual à velocidade da luz, ou seja, 300.000.000m/s.
- igual à velocidade de um avião, ou seja, 800 Km/h.
- nula, pois sinais de TV não possuem velocidade de propagação.
- não sei a resposta.

2 - Um jovem rapaz estava em sua casa ouvindo seu rádio de pilhas e decidiu colocá-lo dentro de diferentes recipientes para verificar em qual recipiente o rádio sintonizaria melhor

a estação. Ao fazer isso, estando o rádio sempre no mesmo volume, ele percebeu que dentro de um certo recipiente ele não ouvia nada. Em qual dos recipientes a seguir o rádio ficava “mudo”?

- dentro de uma caixa de sapatos fechada.
- dentro de uma jarra de vidro com tampa de vidro.
- envolvido por uma folha de papel alumínio.
- envolvido por uma folha de plástico dentro de um isopor.
- não sei a resposta.

3 - Um foguete nas proximidades da lua, certamente não encontra em sua trajetória:

- raios X.
- radiação ultravioleta.
- microondas.
- ondas sonoras.
- não sei a resposta.

4 - Os Lasers utilizados na leitura de cds, códigos de barra de produtos de supermercado e nos sistemas de comunicação por fibra óptica, muito usados em telefonia, basicamente provêm de:

- luz visível.
- microondas.
- raios gama.
- masers.
- não sei a resposta.

5 - Você alguma vez já deve ter apertado os botões de um controle remoto de uma televisão e visto que ela responde ao seu comando imediatamente. Quando você aperta o botão do controle remoto para aumentar o volume, a transmissão dessa informação do controle remoto para a televisão é feita por meio de:

- ondas de rádio.
- radiação laser.
- ondas sonoras.
- radiação infravermelha.
- não sei a resposta.

6 - Uma garota foi à praia e esqueceu de levar o protetor solar. Com medo de ficar queimada, ela permaneceu o tempo todo debaixo da barraca, não se expondo ao sol. Quando chegou em casa e se olhou no espelho, viu que estava com a pele avermelhada e um pouco queimada. O que queimou a garota? Como isso foi possível se ela não ficou exposta ao sol?

7 - No caso da televisão, o som e a imagem chegam até o aparelho pela tomada, pela antena ou por ambas?

8 - Em alguns *Shoppings* somos surpreendidos por portas que abrem e fecham sozinhas sem que nós façamos nada, basta nos aproximarmos da porta que ela abre. Você sabe por que isso acontece?

9 - No ano passado, os robôs “Spirit” e “Opportunity” pousaram no planeta Marte e enviaram para a Terra informações sobre o solo e as formações rochosas desse planeta. Como você acha que essas informações foram enviadas?

10 - Imagine você colocando dois copos iguais de vidro dentro de um forno de microondas, estando um copo vazio e o outro com água. Ligando o forno por 30 segundos, você acredita que eles ficarão à mesma temperatura ou algum dos dois copos irá ficar mais quente? Justifique sua resposta.

Anexo 2

Questionário pós-diagnóstico sobre radiações eletromagnéticas

1 - Ao ligar a TV de sua casa você rapidamente consegue sintonizar um sinal de tv que vem de uma antena emissora. A velocidade de propagação no espaço desse sinal de TV é, aproximadamente:

- igual à velocidade do som, ou seja, 340m/s.
- igual à velocidade da luz, ou seja, 300.000.000m/s.
- igual à velocidade de um avião, ou seja, 800 Km/h.
- nula, pois sinais de TV não possuem velocidade de propagação.
- não sei a resposta.

2 - Um jovem rapaz estava em sua casa ouvindo seu rádio de pilhas e decidiu colocá-lo dentro de diferentes recipientes para verificar em qual recipiente o rádio sintonizaria melhor a estação. Ao fazer isso, estando o rádio sempre no mesmo volume, ele percebeu que dentro de um certo recipiente ele não ouvia nada. Em qual dos recipientes a seguir o rádio ficava “mudo”?

- dentro de uma caixa de sapatos fechada.
- dentro de uma jarra de vidro com tampa de vidro.
- envolvido por uma folha de papel alumínio.
- envolvido por uma folha de plástico dentro de um isopor.
- não sei a resposta.

3 - Um foguete nas proximidades da lua, certamente não encontra em sua trajetória:

- raios X.
- raios gama.
- radiação ultravioleta.
- microondas.
- ondas sonoras.
- não sei a resposta.

4 - As radiações eletromagnéticas, no vácuo, caracterizam-se por possuir:

- mesma frequência.
- mesma velocidade.
- mesmo comprimento de onda.
- mesma amplitude.
- não sei a resposta.

5 - As ondas eletromagnéticas diferenciam-se umas das outras devido a uma característica própria de cada uma delas, que é:

- o comprimento de onda.
- a velocidade.
- a frequência.
- a energia.
- não sei a resposta.

6 - Por que o som de um rádio é perturbado por ruídos durante uma tempestade repleta de raios e trovões?

7 - No caso da televisão, o som e a imagem chegam até o aparelho pela tomada, pela antena ou por ambas?

8 - No ano passado, os robôs “Spirit” e “Opportunity” pousaram no planeta Marte e enviaram para a Terra informações sobre o solo e as formações rochosas desse planeta. Como você acha que essas informações foram enviadas?

9 - Uma garota foi à praia e esqueceu de levar o protetor solar. Com medo de ficar queimada, ela permaneceu o tempo todo debaixo da barraca, não se expondo ao sol. Quando chegou em casa e se olhou no espelho, viu que estava com a pele avermelhada e um pouco queimada. O que queimou a garota? Como isso foi possível se ela não ficou exposta ao sol?

10 - Você conhece alguma maneira simples de se produzir ondas eletromagnéticas? Como as ondas são geradas por esse processo?