

ESTRATÉGIAS EXPERIMENTAIS PARA A EVOLUÇÃO CONCEITUAL EM ENSINO DE FÍSICA

Eliana Fernandes Borragini¹

RESUMO: Neste trabalho apresenta-se estudo realizado nos anos de 2003 e 2004, envolvendo uma pesquisa em ensino de Física, no centro universitário UNIVATES. O foco consistiu em identificar características desejáveis em atividades experimentais que fomentassem aprendizagens significativas, em contraponto à aprendizagem mecânica, que freqüentemente é privilegiada no ensino de Física nos diversos níveis instrucionais, quando envolve ou dispensa tempo à experimentação. A partir dessa caracterização e à luz de referencial teórico cunhado em concepções construtivistas, algumas atividades foram desenvolvidas, aplicadas e tiveram sua validade avaliada qualitativamente. Como o assunto ainda é um problema atual do ensino de Física, entende-se que é importante retomar este estudo, visando a promover novas discussões e melhorias.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Física. Experimentação. Aprendizagens significativas.

ABSTRACT: The present work presents the research on teaching Physics carried out during 2003 and 2004, at UNIVATES University Center. It aimed at identifying characteristics that would promote significant learning in experimental activities in opposition to mechanical learning that generally is developed in the teaching of Physics in the different instructional levels, when it involves time or not for the experiment. Starting from the characterization and based on constructivist concepts, some activities were developed, applied and assessed qualitatively. As the subject still involves the present teaching of Physics, more studies are required in order to improve the teaching of Physics in our schools.

KEY WORDS: The Teaching of Physics; Experiment; Meaningful Learning.

¹ Eliana Fernandes Borragini, graduada em Licenciatura em Física pelo Instituto de Física da UFRGS, especialista em Física de Radiações Ionizantes, também pelo Instituto de Física da UFRGS. Atualmente professora de graduação do Centro Universitário UNIVATES e coordenadora dos Laboratórios de Ensino de Física, tendo trabalhos publicados em eventos voltados para o ensino de Física e de Ciências.

INTRODUÇÃO

Ao longo da experiência que se adquiriu no trabalho em sala de aula, tanto no nível de Ensino Médio como no Superior, foram enfrentados diversos problemas relativos à aprendizagem em Física. Desenvolveram-se sucessivas tentativas para solucionar esses problemas e os erros, acertos e reformulações inerentes a este processo de autocrescimento. Conduziram-se reelaboração metodológica que exigiu fundamentação em referenciais teóricos construtivistas, pois tratavam justamente de concepções de ensino que apontavam soluções a problemas similares aos que estavam sendo enfrentados. Destacam-se a seguir algumas das características consideradas problemáticas no ensino de Física, consideradas as mais relevantes e que representariam maior obstáculo à aprendizagem, na concepção de quem escreve:

1º) Aprendizagem mecânica: independentemente do nível instrucional, percebe-se que muitos alunos “aprendem” o tipo de resposta esperada pelo professor para prestar a avaliação e, quando saem do contexto de sala de aula, continuam a utilizar os esquemas que utilizavam antes do evento instrucional para descrever e analisar situações cotidianas, evidenciando que, na realidade, eles não aprenderam o conhecimento trabalhado de forma significativa, apenas “passaram” por ele;

2º) Como trabalhar a partir do conhecimento prévio do aluno? Existem vários trabalhos que apresentam e categorizam concepções e idéias prévias nas mais diversas áreas da Física, e que são fortes indicativos do por que a Física é considerada de tão difícil compreensão. Porém, quando se trata de propostas de estratégias elaboradas a partir das concepções iniciais dos alunos, o número de trabalhos encontrados decai bastante. Apesar das relativas dificuldades envolvidas, acredita-se que partir do conhecimento do aluno é fundamental na busca pela evolução conceitual;

3º) Como utilizar as atividades experimentais de maneira instigante, não mecanicista? Muitos trabalhos sugerem que as atividades experimentais constituem um dos recursos mais significativos

no Ensino de Física (BARROS; LOSADA, 2002; GUTIÉRREZ; ABENZA, 2002). Porém os roteiros de atividades comumente utilizados são por demais mecanicistas, isto é, funcionam como uma “receita”, ditando os procedimentos para que as teorias ou leis já estudadas sejam comprovadas (HERNANDES; CLEMENTE; TERRAZAN, 2002). Para que as atividades experimentais sejam realmente relevantes, é preciso que sirvam para fomentar dúvidas e discussões, evidenciando e conflitando as concepções dos alunos, possibilitando sua comparação com os modelos científicos a serem elaborados. Nesse contexto as atividades não serviriam para o aluno verificar o que já foi visto em aula, mas para evidenciar (inclusive para ele mesmo) suas idéias sobre o assunto a ser trabalhado, preparando-o e armando-o para discutir e negociar suas concepções com o grupo de trabalho e com o professor. Como desenvolvê-las? Que perfil devem ter?;

4º) Como se afastar da maneira como nós aprendemos, inovando na maneira como vamos ensinar? A grande maioria dos professores, das mais diversas áreas de ensino, foi formada em um modelo educacional que reforça e reproduz os problemas anteriores. É difícil para um professor que toda sua vida conheceu apenas um modelo de ensino-aprendizagem conceber uma outra maneira de desempenhar o seu papel. Se não fosse assim, o ensino como um todo já teria mudado, e não é o que observamos. Apesar disso, cada vez mais a legislação educacional aponta uma forma diferente de ensinar, e faz-se necessário que os profissionais do ensino sejam cada vez mais reflexivos, buscando se aperfeiçoar constantemente para desenvolver condições de contornar este quadro. Sob essa ótica a formação inicial tem papel fundamental, deve formar professores que contribuam para a construção da “Nova Escola”, tão almejada pela comunidade. Para isso, os alunos de Licenciatura devem estar inseridos num contexto que lhes propicie abordagens não tradicionais, e que priorizem aprendizagens significativas.

O grupo de trabalho que desenvolveu esta pesquisa atua com formação inicial de professores no curso de Licenciatura em Ciências Exatas, que habilita professores para trabalhar as disciplinas de Física, Química e Matemática no Ensino Médio e nas séries finais

do Ensino Fundamental. Esse curso apresenta proposta inovadora no sentido de integrar essas três disciplinas e de formar professores que, desde o início, já têm contato com a problemática das metodologias de ensino. Visando a propiciar formação diferenciada para esses professores, também no sentido de atacar os problemas anteriormente citados, o trabalho desenvolvido teve como foco investigar, reelaborar e desenvolver atividades experimentais que busquem conflitar as principais concepções prévias em Física, encontradas na literatura, de forma a propiciar a evolução conceitual, visando à melhoria no ensino de Física.

Algumas áreas de interesse foram selecionadas, e, dentro de cada uma delas, alguns conjuntos de conceitos e fenômenos mais específicos foram destacados, facilitando o traçado de objetivos. As grandes áreas selecionadas foram: Energia, Termologia, Eletromagnetismo e Óptica Geométrica.

Uma das atividades elaboradas com base nos problemas e crenças destacados acima será posteriormente apresentada. Apresentar-se-á, então alguns objetivos e enfoques específicos, bem como comentários sobre a sua realização e alguns resultados e indícios obtidos a partir de sua utilização em sala de aula.

REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico fundamenta-se em concepções construtivistas, pois acredita-se que, para que o aluno possa se apropriar dos conhecimentos que estão sendo trabalhados, é necessário que ele tenha a oportunidade de construir e reconstruir suas próprias concepções, reelaborando-as quando sentir necessidade, quando perceber que os significados que atribui ao conhecimento não estão sendo mais satisfatórios. Para auxiliar o aluno em suas construções, o papel do professor não pode ser de mero informador, ou transmissor do conhecimento, há que desempenhar papel que auxilie o aluno a confrontar suas concepções com as situações e formalizações científicas sobre elas, atuando como um mediador. As atividades

propostas também não podem ser apenas de reprodução, precisam ser instigantes, conflitantes e reflexivas.

Para a caracterização das atividades como potencialmente significativas, do papel do professor como mediador e do material instrucional a ser utilizado, o referencial adotado não consiste de teoria apenas, mas de um conjunto de idéias recortadas de alguns autores construtivistas, considerados aqui como os de maior influência. Destaca-se a seguir cada um desses autores:

1º) Caracterização dos roteiros:

De Jerome Bruner (1976, p.51; apud **MOREIRA, 1999, p. 86-87**) toma-se a proposta de ensino por investigação, com o uso de roteiros abertos (porém dirigidos) como forma de que o aluno tenha a oportunidade de testar suas hipóteses, sem ficar tolhido nem tampouco desorientado, ao investigar novo assunto. Essa idéia precisou ser adaptada ao contexto no qual seria inserida, pois é necessário que se cumpra um mínimo de conteúdos em um espaço de tempo limitado. Foram propostos então os roteiros semi-abertos, que se caracterizam por apresentar questionamentos sobre as previsões do grupo de alunos a respeito de determinada situação ou fenômeno; descrever sucintamente os equipamentos que serão utilizados; apresentar sugestões para a utilização do equipamento para testar as hipóteses inicialmente traçadas; e conter questionamentos finais que buscam confrontar as idéias iniciais mais comuns com o significado daquilo que será efetivamente observado.

2º) O papel do professor:

Segundo **Lima (1980, p. 72)** para Jean Piaget, ensinar “[...] seria criar situações (seriadas e graduadas, compatíveis com o nível de desenvolvimento da criança) que ‘forcem’ a criança a reestruturar-se (equilíbrio majorante)”. Com base nas idéias de Piaget, na forma apresentada por **Moreira (1999, p. 102-104)**, quando o aluno se depara com situações em que há desequilíbrio entre o que ele acredita e o que ele vê, o educador deve criar situações que proporcionem

ao aluno (re)construir o seu conhecimento, em linguagem e nível adequados ao seu estágio cognitivo, e não meramente transmitir o que entende como verdades sobre o conteúdo a ser abordado. Entende-se daqui que o professor tem a responsabilidade de elaborar e programar as atividades instrucionais, porém tem o dever de estar preparado para modificar os rumos de seu planejamento de acordo com as evidências cognitivas apresentadas pelos alunos.

3º) Uso de conhecimentos prévios:

Ausubel (1978) afirma que “[...] o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe (...)” (**AUSUBEL, 1978**), constituindo a sua estrutura cognitiva de conhecimento específica (subsunçor) e é no que ele poderá ancorar novas informações, produzindo aprendizagens significativas. As atividades experimentais, colocadas como atividades introdutórias, servem para evidenciar os conhecimentos implícitos dos alunos. Nas atividades utilizadas, pôde-se perceber que, muitas vezes, o aluno comenta que “nunca tinha pensado nisto!...”. Mesmo assim, na maioria das vezes, na discussão em pequenos grupos, cada grupo consegue explicitar, ainda que nem sempre muito coerentemente, o que imagina que esteja acontecendo.

4º) Rumo de trabalho:

De acordo com Vygotsky (1930; apud **RIVIÈRE, 1897**) *todas as funções mentais superiores se originam como relações entre seres humanos, portanto prima pela interação social* (**DRISCOLL, 1995, p. 233**) e considera-se de essencial relevância o conceito de mediação e o compartilhamento de significados, tanto do professor com do aluno, como do aluno com o professor. O aluno traz muitos conhecimentos e significados implícitos que devem ser explicitados, analisados, negociados e reformulados. Então é preciso que o professor compartilhe inicialmente com o aluno os significados que ele traz consigo (conhecimento prévio). Devido às constantes interações no desenvolver das atividades, o aluno passará também a compartilhar os significados trazidos pelo professor. Para negociar e compartilhar significados continuamente, é preciso trabalhar na

zona de desenvolvimento proximal, no nível intermediário entre o que um indivíduo é capaz de fazer sozinho (capacidade real) e aquilo que é capaz de fazer apenas com a ajuda de outros (capacidade potencial).

METODOLOGIA

Para construir as atividades experimentais, primeiramente foram realizados dois tipos de pesquisa bibliográfica: primeiro sobre concepções e idéias prévias mais freqüentemente encontradas nas áreas de interesse; e segundo sobre atividades experimentais que potencialmente favoreceriam aos propósitos traçados.

De acordo com os referenciais adotados, essas atividades experimentais devem ser instigantes, levar em conta as idéias prévias dos estudantes, provocar conflito cognitivo, porém, precisam utilizar materiais simples e de fácil reprodução, pois têm como principal alvo os futuros professores da região do Vale do Taquari – RS, e que trabalharão muitas vezes em escolas muito deficientes quanto a equipamentos de laboratório, que representam número significativo das escolas da região.

Para melhor condução do trabalho de pesquisa, a equipe também procurou evidenciar suas próprias concepções a partir da construção de mapas conceituais sobre os assuntos selecionados, o que, juntamente com seminários e discussões periódicas, auxiliou no traçado de algumas das possíveis dificuldades que seriam enfrentadas em sala de aula pelos alunos, posteriormente. A equipe era composta por duas professoras de Física, dois bolsistas de iniciação científica e contou com a colaboração do monitor dos laboratórios de Física da Instituição, que também era estudante do Curso de Licenciatura em Ciências Exatas. Os mapas produzidos individualmente foram apresentados e discutidos guiando a reelaboração de algumas das atividades experimentais, tanto por evidenciar problemas nas concepções dos conceitos como por organizar as relações que seriam traçadas entre eles nas atividades

instrucionais. Na seqüência foram construídos os equipamentos necessários para a aplicação das atividades e, por fim, no primeiro semestre de 2004, iniciou-se sua utilização em sala de aula.

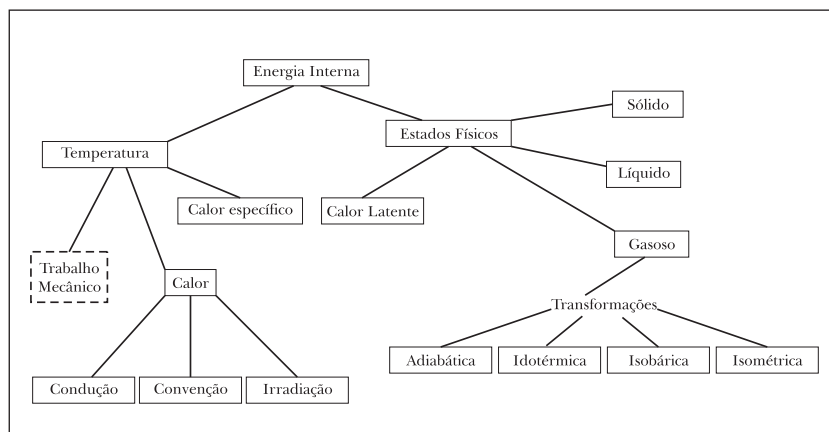
Uma etapa muito importante foi a de avaliação, entendida aqui no sentido de identificar crescimentos e dúvidas, não de avaliação classificatória. Um meio de realizá-la foi por meio da comparação conjunta entre as respostas fornecidas inicialmente às questões de levantamento de idéias, e as respostas de análise, quando o aluno teve a oportunidade de explicitar suas dúvidas e em que pontos as idéias iniciais falharam. Outra forma de avaliar o crescimento e as dúvidas dos estudantes consiste no uso de mapas conceituais explicados, nos quais se pode verificar se há identificação e compreensão das relações entre os conceitos e com que profundidade os estudantes conseguem delinear a complexidade dessas relações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da pesquisa bibliográfica foram construídos alguns mapas conceituais para buscar organizar e evidenciar a estrutura conceitual dos conteúdos a serem trabalhados, e, como a equipe de trabalho contou também com a participação de alguns alunos, a construção foi útil para evidenciar algumas das dificuldades de relação entre conceitos que poderiam surgir entre os alunos das disciplinas em que as atividades seriam realizadas.

Como exemplo dos mapas construídos, analisa-se brevemente o mapa representado na FIGURA 1, abaixo, na qual se pode identificar que o aluno em questão conhece termos utilizados na área de estudos – termologia, porém tem dificuldades quanto à identificação do significado dos conceitos e das relações que existem entre eles, pois não consegue expressar a forma como se conectam estes conceitos.

FIGURA 1 – Mapa conceitual elaborado por um dos integrantes da pesquisa sobre termologia



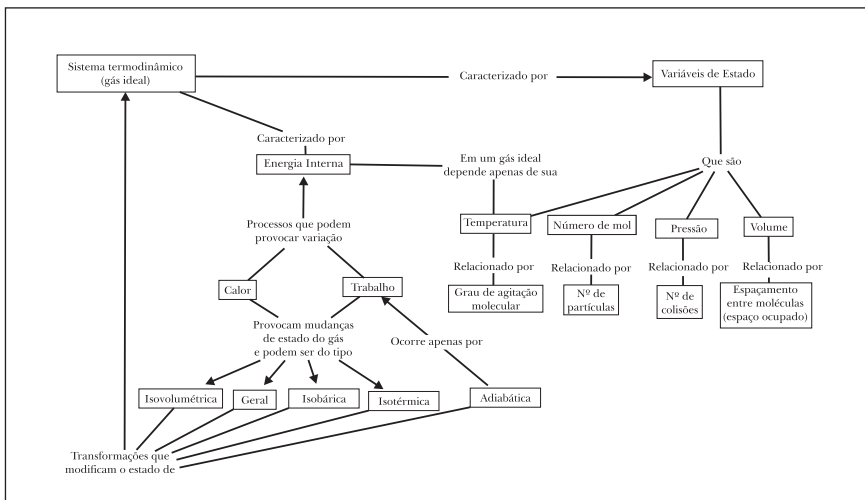
Já o mapa apresentado na FIGURA 2 é mais restrito, pois apresenta parte específica da termologia - a termodinâmica. Está um pouco mais detalhado, pois apresenta maior número de conexões entre os conceitos, o que evidencia maior compreensão dos processos e inter-relações entre os conceitos. A utilização desse recurso se mostrou de grande valia na organização e identificação das relações que se desejava traçar durante a execução do trabalho. Pela sua versatilidade foi também utilizado como um dos recursos de avaliação em sala de aula, porém, pela sua complexidade, demanda muito tempo na execução da tarefa, tanto para a construção como para a apresentação e discussão das idéias.

Com base nos referenciais teóricos adotados e nas discussões realizadas ao longo do trabalho inicial do projeto, foi elaborado um conjunto de requisitos que devem guiar a construção das atividades experimentais. Esses requisitos destacados não se constituem, em absoluto, em uma receita para a elaboração das atividades, mas em características consideradas desejáveis e que pareceram fornecer bons resultados no sentido de fomentar discussões e trocas de idéias durante as aulas. A seguir estão resumidos esses requisitos:

- **Materiais e equipamentos simples e de fácil reprodução:** o uso de materiais simples propicia discussões sobre relações entre os modelos teóricos e as situações reais. Normalmente as situações são menos “controladas” usando materiais simples, conseqüentemente surgem discussões sobre como simplificar a descrição de um fenômeno, ou por que as medidas não foram exatamente as mesmas (quando há repetição), ou ainda sobre os próprios problemas estruturais dos equipamentos utilizados, perdas de energia etc;
- **Questionamentos iniciais:** para ativar os conhecimentos implícitos e os conhecimentos “formais” trazidos e construídos pelos alunos. Dependendo da atividade, esses podem ser respondidos diretamente em pequenos grupos ou em um primeiro momento cada aluno responde individualmente. Em um segundo momento cada pequeno grupo discute suas respostas e forma um consenso, que é o que o grupo levará como base de teste para a atividade prática em si. Também propiciam que os alunos expressem as próprias idéias e negociem opiniões, favorecendo a argumentação lógica e a organização de idéias;
- **Favorecer autonomia:** propositadamente a orientação fornecida para a realização das atividades e o manuseio do equipamento, em sua grande maioria, não é extremamente detalhada, para dar margem à possibilidade de o aluno ousar e criar maneiras de testar. Portanto, é importante que o professor possa circular continuamente entre os grupos, intervindo com sugestões, orientações ou questionamentos sobre os procedimentos escolhidos pelos alunos, sempre que se fizer necessário;
- **Provocar conflito cognitivo:** questionamentos que orientem as reflexões comparativas entre o que foi previsto ou imaginado e o que foi efetivamente observado pelo grupo durante a realização da atividade. É este o momento em que se imagina que serão explicitadas as dúvidas quanto às hipóteses ou previsões elaboradas e aos significados dos conceitos utilizados pelos alunos, portanto é importante deixar espaço para que os alunos explicitem o que não foi contemplado pelas questões formuladas;

Negociação de significados: discussões de fechamento realizadas no grande grupo a partir das respostas e das dúvidas levantadas em cada pequeno grupo. Essas discussões são consideradas de grande importância, pois é o momento no qual é feita negociação mais geral com os alunos, buscando comparar efetivamente as idéias evidenciadas com o modelo teórico a ser utilizado.

FIGURA 2 – Mapa conceitual elaborado por um dos integrantes da pesquisa sobre termologia com ênfase em processos de transformação



Durante a execução das atividades não foram solicitados relatórios formais. Os alunos entregaram apenas as respostas aos questionamentos iniciais e finais e a descrição informal dos procedimentos. O objetivo de solicitar relatórios informais é propiciar mais tempo para a reflexão e a construção, primando pela expressão espontânea dos alunos.

Um roteiro utilizado na parte de termologia está apresentado no ANEXO 1, como exemplo. Esse roteiro foi usado para introduzir o conceito de calor específico, considerando que os alunos haviam previamente reelaborado conhecimentos relacionados à energia e à potência. A caloria foi previamente definida como em um glossário.

O uso dessa atividade indicou que inicialmente muitos alunos acreditavam que a quantidade de energia fornecida correspondia à variação da temperatura observada, evidenciando que identificavam uma relação entre essas duas grandezas, porém sem conseguir diferenciá-las. Também foi possível perceber que, mesmo conhecendo o conceito de caloria, os estudantes têm dificuldades em interpretar seu significado, passando, por algum tempo, a reforçar a idéia de que 1cal é o mesmo que 1°C. Quando identificaram a variação de temperatura sofrida pelo álcool, inicialmente tenderam a pensar que o ebulidor estava fornecendo maior quantidade de energia no mesmo intervalo de tempo, e se atrapalharam com esta idéia, pois não sabiam exatamente o que fazer com a potência que haviam determinado anteriormente. Faltava-lhes atribuir significado ao que lhes é apresentado.

Esse roteiro tem como objetivo conceitual identificar a diferença entre temperatura e energia, e, verificando que há relações entre essas grandezas, definir calor específico para verificar essas relações, identificando-o como uma característica de materiais ou substâncias. Os objetivos procedimentais consistem-se na identificação de maneiras para determinar valores e quantidades, como energia, temperatura, potência, e fornecem subsídios para a discussão sobre identificação de fontes de erro e imprecisões relativas ao equipamento utilizado.

Outra atividade usada como introdução ao estudo de circuitos elétricos, mais informal, consiste de trabalho em pequenos grupos, nos quais cada um recebe uma lanterna a pilhas comum, sendo é solicitado que descrevam seus componentes, a função de cada um para o bom funcionamento da lanterna e como cada um desempenha o seu papel. Posteriormente pede-se também que os alunos utilizem apenas a lâmpada e uma pilha para identificar de que formas é possível ligar a lâmpada à pilha para que acenda. Na parte inicial já surgem dúvidas e surpresas por parte dos alunos. Como exemplo temos a confusão de um grupo entre carga elétrica e energia elétrica evidenciada pelas explicações fornecidas: “*para que a lanterna funcione é preciso que a carga que está dentro da pilha passe pela lâmpada*” e “*a pilha é a fonte de energia da lanterna (cargas)*”.

No final da atividade também se solicita que os grupos externalizem suas dúvidas. Foi interessante utilizar este recurso, pois apareceram sugestões convergentes com outras também encontradas na literatura (SHIPSTONE, 1984) “*será que a pilha não gera cargas que ao se encontrarem na lâmpada aquecem o fio por campo, gerando luz?*”. Faz parte dessa atividade a utilização de um único fio para acender a lâmpada, fazendo o outro contato diretamente na pilha. A atividade gerou surpresa nos alunos de alguns grupos que se utilizavam do modelo de corrente conflitante, tendo surgido expressões do tipo: “*não era por isto, por que daí tinha que ter dois fios mais ou menos do mesmo tamanho*”. Para muitos alunos, também houve surpresa quanto ao fato de a lâmpada não ter polaridade: “*se a pilha tem polaridade, por que a lâmpada não tem?*”.

Os conteúdos conceituais abordados a partir dessa atividade envolvem os significados de corrente elétrica, voltagem, resistência elétrica, potência e transformações de energia. Os conteúdos procedimentais destacados envolvem o desenvolvimento de habilidade e segurança para montar e desmontar equipamentos simples, que seriam convenientes para o perfil de professor almejado.

Durante a aplicação de diversas atividades desenvolvidas, pôde-se perceber que há grande resistência ou receio por parte dos alunos em explicitar suas opiniões sem consultar inicialmente algum livro texto e em ousar realizar tentativas que eles tenham proposto quanto à utilização dos materiais. Esse resultado é mais evidente nas turmas de início de curso, mas também se apresenta nas turmas mais avançadas, sendo o medo de errar o motivo predominantemente mais citado. Aparentemente o modelo de ensino em que estiveram inseridos ao longo de sua vida escolar, de certa forma, inibiu tanto suas iniciativas como sua capacidade de autonomia, que são características que as novas propostas curriculares vêm destacando como desejáveis.

Quanto ao fato de ocorrer ou não a evolução conceitual, acredita-se que seria necessário estudo mais específico para afirmar. Porém, quando as discussões em grande grupo foram realizadas, pode-

se perceber maior grau de participação e de questionamentos dos alunos, o que indica que foram capazes de elaborar e atribuir significado aos assuntos trabalhados.

A análise dos dados levantados foi essencialmente qualitativa, pois o objetivo do trabalho consistiu em desenvolver atividades experimentais que privilegiassem um ensino potencialmente mais significativo e investigar indícios ou evidências de que o caminho traçado pudesse apresentar os resultados esperados. Para que se pudesse medir a validade efetiva, seria necessária continuidade com um grupo de controle, realizando-se análise comparativa de resultados, continuidade que infelizmente ainda não pode ser concretizada.

Ainda assim foram identificadas evidências de que esse tipo de atividade pode incentivar os alunos a perderem o medo de se expor, tornando-os um pouco mais confiantes e ousados. Surgiram comentários do tipo: *“é a primeira vez que estou entendendo a física, antes pensava que era só aprender a fazer as contas!”*, em geral feitos informalmente, mas o número de vezes em que ocorreram denota que algo diferente aconteceu. Quanto ao fato de ocorrer ou não a desejada evolução conceitual, quando foram realizadas as discussões em grande grupo, progressivamente houve maior grau de participação e de questionamentos dos alunos, o que indica que conseguiram atribuir significado aos assuntos trabalhados, e gradativamente foram superando o medo de errar. Mas se esse tipo de trabalho não tiver uma continuidade, certamente haverá retrocesso.

CONCLUSÕES

As atividades de laboratório que muitas vezes se encontra pressupõem que o conteúdo já tenha sido dado e formalizado previamente. O aluno então vai ao laboratório apenas para medir e constatar a teoria que já lhe foi “fornecida”. Isso muitas vezes faz com que ele simplesmente use a teoria para prever seus resultados, manipulando os dados para que estejam de acordo com essa previsão,

sem pensar no que eles significam. Se o laboratório for utilizado para introduzir um assunto, explicando apenas o funcionamento do equipamento a ser utilizado e que coisas podem estar relacionadas, talvez se possa instigar a curiosidade do aluno, fazendo com que ele efetivamente pense nos resultados que está obtendo e nos porquês do que está observando, enquanto constrói o seu modelo explicativo para a situação que lhe foi apresentada de forma mais significativa.

As atividades propiciam a manipulação de variáveis, o pensar por si sobre a forma como uma influencia a outra, a construção de significados para o que é observado, e permite que o momento de buscar a formalização não seja simplesmente receber informações, mas um momento de *mediação*, de comparar e *compartilhar significados* com o professor. O aluno fica envolvido no processo de aprendizagem como *uma pessoa por inteiro*, e não apenas “*do pescoço para cima*”, pois é levado a argumentar e defender sua construção, como algo que lhe pertence e que tem o direito de manter, melhorar ou abandonar, conforme seu julgamento lhe convier.

Com base nos resultados, a metodologia de trabalho proposta propicia desenvolvimento de autonomia, espírito crítico e, principalmente, favorece a aprendizagem significativa, potencializando a evolução conceitual. Porém é preciso que se possa realizar melhorias no registro e no controle da evolução dos alunos, para que eles tenham subsídios para realizar uma auto-avaliação sistemática, e sejam capazes de identificar seu próprio nível evolutivo. Percebe-se ainda que há necessidade de adaptação quanto ao número de alunos com que se trabalha, pois as discussões em grande grupo não atingem a totalidade dos alunos e é muito difícil conseguir atender satisfatoriamente a cada grupo durante a realização destas atividades.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAC, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology**: a cognitive view. 2. ed. New York: Holt, Rinehart, and Winston, 1978. ① ②

BARROS, S. G.; LOSADA, C. M. **¿Cambiaron las actividades prácticas en los textos escolares de educación obligatoria después de la Reforma Educativa?** Atas do XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Laguna, 2002. p. 417-425. ❶

DRISCOLL, M. P. **Psychology of learning and instruction.** Boston, U.S.A., Allyn and Bacon, 1995. ❶

GUTIÉRREZ, C. M.; ABENZA, L. H. El trabajo práctico como instrumento de exploración de contenidos procedimentales en el área de tecnología. ENCUENTROS DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES, 20., **Atas...** La Laguna, 2002. p. 503-511. ❶

HERNANDES, C. L., CLEMENT, L., TERRAZAN, E. A. Uma atividade experimental investigativa de roteiro aberto partindo de situações do cotidiano. EPEF, 7., **Atas...** Águas de Lindóia, jun./2002. ❶

LIMA, L. O. Conceitos fundamentais de Piaget: vocabulário. In: CONGRESSO BRASILEIRO PIAGETIANO, 1., 1980, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Mobral, 1980. 179 p. ❶

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1999. ❶ ❷

RIVIÈRE, A. **El sujeto de la psicología cognitiva.** Madrid, Alianza, 1987. ❶

SHIPSTONE, D. M. A Study of children's understanding of electricity in simple DC circuits. **Eur. J. Sci. Educ.** 1984, v.6 N.2, 185-198. ❶

ANEXO

ROTEIRO DE ATIVIDADES

Questões iniciais:

1. Podemos dizer que há relação entre a quantidade de energia fornecida a um corpo e a variação de temperatura que ele sofre?
2. Se fornecermos a mesma quantidade de energia a dois corpos diferentes, a variação de temperatura será a mesma? Explique.
3. Se fornecermos a mesma quantidade de energia a um copo de água e a uma jarra de água, podemos esperar que a variação de temperatura seja a mesma para estas duas quantidades? Explique.
4. Quando utilizamos um aquecedor para aquecer água, de que provém a energia utilizada? Que procedimentos poderíamos tomar para determinar a quantidade de energia fornecida pelo aquecedor? Explique passo a passo o seu raciocínio. Se houver mais de uma maneira, explique ambas.

Primeira Atividade: Determinação da potência do aquecedor

Material: proveta, copo de Becker, termômetro, aquecedor, água, cronômetro.

Atividade: determinar a potência do aquecedor utilizando os materiais disponíveis e a definição de calor. Sugere-se que a água seja aquecida durante segundos aproximadamente.

Anotar observações, conclusões e dúvidas

Questões de análise:

1. Qual foi a variação de temperatura da quantidade total de água aquecida? Qual a variação de temperatura que cada grama de água sofreu?
2. Usando a definição de caloria, quanta energia cada grama de água recebeu?
3. Considerando a massa total de água que foi aquecida, qual a quantidade total de energia fornecida pelo ebulidor para a água?
4. De onde proveio a energia fornecida para a água pelo ebulidor? Podemos dizer que toda a energia transferida pelo ebulidor foi utilizada para variar a temperatura da água?
5. Usando os dados obtidos, determine a potência do ebulidor em cal/s e em J/s (W)? Qual o significado deste valor? Há relação entre este valor e a resposta dada pelo grupo na questão inicial 4? Explique.
6. Quanto tempo deve-se deixar o ebulidor aquecendo 1l de água para que sua temperatura aumente em 50°C?
7. Por que o tempo de aquecimento sugerido foi de 20s?
8. Se utilizássemos este mesmo ebulidor para aquecer outro líquido qualquer, haveria modificações na potência desenvolvida pelo ebulidor? Explique, argumente.

Segunda atividade: Diferentes substâncias aquecem da mesma maneira?

Material: proveta, copo de Becker, termômetro, ebulidor (deve-se utilizar o mesmo que na primeira parte), uma massa de álcool igual à que foi usada para a água na atividade 1 (lembrar que a densidade do álcool é 0,8g/ml), cronômetro.

Atividade: conhecendo a potência do ebulidor determinada na primeira parte, utilizá-lo para determinar que quantidade de energia é necessária para que 1g de álcool seja aquecido em 1°C, verificando se é também, como a água, de uma caloria. Sugere-se que o álcool seja aquecido também durante 20s aproximadamente.

Anotar observações, conclusões e dúvidas

Análise orientada:

1. Considerando os resultados da primeira parte do experimento, no intervalo de tempo de 20s, que quantidade de energia o álcool recebeu do ebulidor?
2. Considerando que a massa de álcool usada recebeu esta quantidade de energia, quanta energia cada grama de álcool recebeu?
3. Qual foi a variação de temperatura sofrida por cada grama de álcool? Compare seu resultado com o obtido na questão 1 da primeira atividade.
4. Que quantidade de energia cada grama de álcool deveria receber, então, para que sua temperatura variasse apenas em 1°C?
5. Quanto tempo deve-se deixar o ebulidor aquecendo 1kg de álcool para que sua temperatura aumente em 50°C?
6. Compare a quantidade de energia necessária para aquecer 1kg de álcool com a necessária para aquecer a mesma quantidade de água. Qual dessas duas substâncias é mais fácil de ser aquecida?
7. Pode-se dizer com certeza que, se dois corpos diferentes recebem a mesma quantidade de energia, sofrem necessariamente a mesma variação de temperatura? Argumente, explique.
8. Anote as conclusões do grupo e as principais dificuldades enfrentadas ao longo da realização da atividade, para serem posteriormente discutidas em grande grupo.

