

CAPÍTULO 2

ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: PROBLEMATIZANDO AS ATIVIDADES EM SALA DE AULA

Maria Cristina P. Stella de Azevedo

Se tivermos como objetivo um planejamento e uma proposta de ensino por investigação, não podemos utilizar o título *problema* inadequadamente. Da forma em que aparece nos livros didáticos, no item “problemas” encontramos normalmente exercícios de aplicação com “uma tendência ao operativismo (típico de exercícios repetitivos)”, e não “investigações que suponham a ocasião de aplicar a metodologia científica” (Gil e Torregrosa, 1987). Em um curso de Física, torna-se de fundamental importância apresentar aos alunos problemas para serem resolvidos, pois essa é a realidade dos trabalhos científicos em todo o mundo.

Os trabalhos de pesquisa em ensino mostram que os estudantes aprendem mais sobre a ciência e desenvolvem melhor seus conhecimentos conceituais quando participam de investigações científicas, semelhantes às feitas nos laboratórios de pesquisa (Hodson, 1992). Essas investigações, quando propostas aos alunos, tanto podem ser resolvidas na forma de práticas de laboratório como de problemas de lápis e papel.

As recentes investigações parecem mostrar que deixando como atividades separadas a resolução de problemas, a teoria e as aulas práticas, os alunos acabam com uma visão deformada do que é ciência, já que na realidade do cien-

tista essas formas de trabalho aparecem muito relacionadas umas com as outras, formando um todo coerente e interdependente.

As tentativas realizadas de propor a aprendizagem de domínios científicos concretos (termodinâmica, mecânica, ótica etc.) como uma construção de conhecimentos está, de fato, levando a uma integração funcional de tais atividades, sem que seja possível distinguir entre teoria, práticas ou problemas.

Como Gil et al. (1999) mostram:

Pode-se pensar, pois, em abraçar as práticas de laboratório e a resolução de problemas de lápis e papel como variantes de uma mesma atividade: o tratamento de situações problemáticas abertas, com uma orientação próxima do que constitui o trabalho científico. De fato, o teste de uma hipótese, em uma investigação real, pode e deve fazer-se tanto experimentalmente como mostrando a coerência de suas implicações com o corpo de conhecimento aceito pela comunidade científica.

Partindo dessas considerações, torna-se necessário incluir no planejamento de um curso de Física por investigação questões abertas e problemas abertos, demonstrações investigativas e laboratórios abertos, que estão mais próximos do que se imagina tanto em seu papel na construção do conhecimento, quanto no trabalho científico realizado pelos cientistas.

O objetivo é levar os alunos a pensar, debater, justificar suas idéias e aplicar seus conhecimentos em situações novas, usando os conhecimentos teóricos e matemáticos.

O PAPEL DAS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO

Uma atividade investigativa (não necessariamente de laboratório) é, sem dúvida, uma importante estratégia no ensino de Física e de Ciências em geral. Moreira e Levandowski (1983) ressaltam que a atividade experimental “é componente indispensável no ensino da Física” e que “esse tipo de atividade pode ser orientada para a consecução de diferentes objetivos”.

É preciso que sejam realizadas diferentes atividades, que devem estar acompanhadas de situações problematizadoras, questionadoras e de diálogo, envolvendo a resolução de problemas e levando à introdução de conceitos para que os alunos possam construir seu conhecimento (Carvalho et al., 1995).

Conforme Moreira (1983), a resolução de problemas que leva a uma investigação deve estar fundamentada na ação do aluno. Os alunos devem ter oportunidade de agir e o ensino deve ser acompanhado de ações e demonstrações que o levem a um trabalho prático.

Para que uma atividade possa ser considerada uma atividade de investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica.

Essa investigação, porém, deve ser fundamentada, ou seja, é importante que uma atividade de investigação faça sentido para o aluno, de modo que ele saiba o porquê de estar investigando o fenômeno que a ele é apresentado. Para isso, é fundamental nesse tipo de atividade que o professor apresente um problema sobre o que está sendo estudado. A colocação de uma questão ou problema aberto como ponto de partida é ainda um aspecto fundamental para a criação de um novo conhecimento. Bachelard (1996) assinala que “todo conhecimento é resposta a uma questão”.

Para Lewin e Lomascólo (1998):

A situação de formular hipóteses, preparar experiências, realizá-las, recolher dados, analisar resultados, quer dizer, encarar trabalhos de laboratório como ‘projetos de investigação’, favorece fortemente a motivação dos estudantes, fazendo-os adquirir atitudes tais como curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a duvidar de certas afirmações, a confrontar resultados, a obterem profundas mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais.

Podemos dizer, portanto, que a aprendizagem de procedimentos e atitudes se torna, dentro do processo de aprendizagem, tão importante quanto a aprendizagem de conceitos e/ou conteúdos.

No entanto, só haverá a aprendizagem e o desenvolvimento desses conteúdos – envolvendo a ação e o aprendizado de procedimentos – se houver a ação do estudante durante a resolução de um problema: diante de um problema colocado pelo professor, o aluno deve refletir, buscar explicações e participar com mais ou menos intensidade (dependendo da atividade didática proposta e de seus objetivos) das etapas de um processo que leve à resolução do

problema proposto, enquanto o professor muda sua postura, deixando de agir como transmissor do conhecimento, passando a agir como um guia.

A experimentação baseada na resolução de problemas não é suficiente para a descoberta de uma lei física, tampouco achamos necessário que o aluno passe por todas as etapas do processo de resolução de maneira autônoma, mas que, com base nos conhecimentos que os alunos já possuem do seu contato cotidiano com o mundo, o problema proposto e a atividade de ensino criada a partir dele venham despertar o interesse do aluno, estimular sua participação, apresentar uma questão que possa ser o ponto de partida para a construção do conhecimento, gerar discussões e levar o aluno a participar das etapas do processo de resolução do problema.

Outro objetivo na resolução de problemas é proporcionar a participação do aluno de modo que ele comece a produzir seu conhecimento por meio da interação entre pensar, sentir e fazer. A solução de problemas pode ser, portanto, um instrumento importante no desenvolvimento de habilidades e capacidades, como: raciocínio, flexibilidade, astúcia, argumentação e ação. Além do conhecimento de fatos e conceitos, adquirido nesse processo, há a aprendizagem de outros conteúdos: atitudes, valores e normas que favorecem a aprendizagem de fatos e conceitos. Não podemos esquecer que, se pretendemos a construção de um conhecimento, o processo é tão importante quanto o produto.

Utilizar atividades investigativas como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e a agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações.

O processo de pensar, que é fruto dessa participação, faz com que o aluno comece a construir também sua autonomia (Carvalho et al., 1998). Para Garret (1988), pensar é parte do processo de solucionar problemas, e inclui o reconhecimento da existência de um problema e as ações que são necessárias para seu enfrentamento. A experimentação, mediante a observação de fenômenos em um curso de Ciências, pode ainda ser um instrumento na criação de conflitos cognitivos. Carvalho (1992) define o conflito cognitivo como uma estratégia segundo a qual o aluno aprende se suas concepções espontâneas

são colocadas em confronto com os fenômenos ou com resultados experimentais. Desse modo, por meio da observação e da ação, que são pressupostos básicos para uma atividade investigativa, os alunos podem perceber que o conhecimento científico se dá através de uma construção, mostrando assim seu aspecto dinâmico e aberto, possibilitando até mesmo que o aluno participe dessa construção, ao contrário do que descrevem os livros de Ciências, em que o “método científico” é mostrado como algo fechado, uma seqüência lógica e rígida, composta de passos a serem seguidos, fazendo com que o aluno pense que a ciência é fechada, criada a partir e somente da observação.

Gil e Castro (1996) descrevem alguns aspectos da atividade científica que podem ser explorados numa atividade investigativa, pois ressaltam a importância dessas atividades. Dentre eles estão:

1. apresentar situações problemáticas abertas;
2. favorecer a reflexão dos estudantes sobre a relevância e o possível interesse das situações propostas;
3. potencializar análises qualitativas significativas, que ajudem a compreender e acatar as situações planejadas e a formular perguntas operativas sobre o que se busca;
4. considerar a elaboração de hipóteses como atividade central da investigação científica, sendo esse processo capaz de orientar o tratamento das situações e de fazer explícitas as pré-concepções dos estudantes;
5. considerar as análises, com atenção nos resultados (sua interpretação física, confiabilidade etc.), de acordo com os conhecimentos disponíveis, das hipóteses manejadas e dos resultados das demais equipes de estudantes;
6. conceder uma importância especial às memórias científicas que reflitam o trabalho realizado e possam ressaltar o papel da comunicação e do debate na atividade científica;
7. ressaltar a dimensão coletiva do trabalho científico, por meio de grupos de trabalho, que interajam entre si.

Podemos dizer também que nesse tipo de trabalho há um envolvimento emocional por parte do aluno, pois ele passa a usar suas estruturas mentais de forma crítica, suas habilidades e também suas emoções. Mais uma vez, o processo de aprendizagem mostra-se importante, pois se o objetivo é o ensino de procedimentos científicos, o método é conteúdo.

Em um laboratório tradicional, o aluno deve seguir instruções (de um manual ou do professor) sobre as quais não tem nenhum poder de decisão. Seguindo uma série de passos propostos, deve chegar a um objetivo predeterminado.

Segundo Carrasco (1991), as aulas de laboratório devem ser essencialmente investigações experimentais pelas quais se pretende resolver um problema. Essa é uma boa definição para a abordagem do Laboratório Aberto e pode ser estendida para outras atividades de ensino por investigação. Em uma atividade de laboratório dentro dessa proposta, o que se busca não é a verificação pura e simples de uma lei. Outros objetivos são considerados como de maior importância, como, por exemplo, mobilizar os alunos para a solução de um problema científico e, a partir daí, levá-los a procurar uma metodologia para chegar à solução do problema, às implicações e às conclusões dela advindas.

Os objetivos pedagógicos que se procura atingir com essa abordagem podem ser resumidos na lista de cinco grupos citados por Blosser (1988):

- *habilidades* – de manipular, questionar, investigar, organizar, comunicar;
- *conceitos* – por exemplo: hipótese, modelo teórico, categoria taxionômica;
- *habilidades cognitivas* – pensamento crítico, solução de problemas, aplicação, síntese;
- *compreensão da natureza da ciência* – empreendimento científico, cientistas e como eles trabalham, a existência de uma multiplicidade de métodos científicos, inter-relações entre ciência e tecnologia e entre várias disciplinas científicas;
- *atitudes* – por exemplo: curiosidade, interesse, correr risco, objetividade, precisão, perseverança, satisfação, responsabilidade, consenso, colaboração, gostar de ciência.

O PROFESSOR E O ALUNO NUMA PROPOSTA INVESTIGATIVA

Um aspecto que fica evidente na análise feita sobre o papel da investigação é o da mudança de atitude que essa metodologia deve proporcionar tanto no aluno como na prática do professor.

Numa proposta que utilize a investigação com os objetivos descritos anteriormente, o aluno deixa de ser apenas um observador das aulas, muitas vezes

expositivas, passando a ter grande influência sobre ela, precisando argumentar, pensar, agir, interferir, questionar, fazer parte da construção de seu conhecimento. Com isso, deixa de ser apenas um conhecedor de conteúdos, vindo a “aprender” atitudes, desenvolver habilidades, como argumentação, interpretação, análise, entre outras. Observamos que, quando os alunos têm oportunidade de expor suas idéias, elaborar hipóteses, questionar e defender seus pontos de vista, as idéias que surgem nas respostas são diferentes, relacionadas às conversas ocorridas nos diferentes grupos de estudantes, ficando o professor com a função de acompanhar as discussões, provocar, propondo novas questões e ajudar os alunos a manterem a coerência de suas idéias (Duschl, 1998).

Para isso, muito mais do que saber a matéria que está ensinando, o professor que se propuser a fazer de sua atividade didática uma atividade investigativa deve tornar-se um professor questionador, que argumente, saiba conduzir perguntas, estimular, propor desafios, ou seja, passa de simples expositor a orientador do processo de ensino. Carvalho et al. (1998) descrevem a influência do professor num ensino em que o aluno faz parte da construção de seu conhecimento da seguinte maneira:

É o professor que propõe problemas a serem resolvidos, que irão gerar idéias que, sendo discutidas, permitirão a ampliação dos conhecimentos prévios; promove oportunidades para a reflexão, indo além das atividades puramente práticas; estabelece métodos de trabalho colaborativo e um ambiente na sala de aula em que todas as idéias são respeitadas.

AS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS

Descreveremos as atividades investigativas que podem ser todas encaradas como problemas a serem resolvidos, que foram usadas em sala de aula:

Demonstrações Investigativas

Geralmente, as demonstrações de experimentos em Ciências são feitas com o objetivo de ilustrar uma teoria, ou seja, o fenômeno é demonstrado a fim de comprovar uma teoria já estudada ou em estudo. Acreditamos que as demonstrações experimentais podem trazer uma contribuição maior para o ensino de Física, desde que envolvam uma investigação acerca dos fenômenos demonstrados.

Chamamos de demonstrações experimentais investigativas as demonstrações que partem da apresentação de um problema ou de um fenômeno a ser estudado e levam à investigação a respeito desse fenômeno.

Como trabalhamos as demonstrações investigativas

De maneira geral, as demonstrações feitas em sala de aula partem sempre de um problema. Esse problema é proposto à classe pelo professor, que por meio de questões feitas aos alunos procura “detectar” que tipo de pensamento, seja ele intuitivo ou de senso comum, eles possuem sobre o assunto. Com isso, pretendemos que o aluno exercite suas habilidades de argumentação, chegando mediante esse processo à elaboração do conceito envolvido.

Por exemplo: mostra-se uma bexiga vazia acoplada a um erlenmayer e o professor pergunta: “O que acontecerá com a bexiga quando aquecermos o erlenmayer?”

Para alguns alunos, muitas vezes a “solução” para o problema colocado parece simples, isso porque trabalhamos diretamente com questões relacionadas ao cotidiano desse aluno, mas, em geral, nenhum aluno possuía uma explicação científica para o que estava sendo observado. Assim, respondiam apenas “a bexiga enche” ou “a bexiga vai estourar”.

O papel do professor é o de construir com os alunos essa passagem do saber cotidiano para o saber científico, por meio da investigação e do próprio questionamento acerca do fenômeno.

A partir da formulação do problema e de uma discussão geral com a sala de aula, que se diversificou para cada experiência, a demonstração era realizada e, aí sim, iniciava-se uma discussão sobre o que havia sido observado e também sobre quais seriam as explicações científicas acerca do observado, muitas vezes auxiliadas por textos de história da Ciência, que mostravam a evolução do conceito envolvido. No exemplo citado, o professor questiona novamente: “por quê?”. Os alunos, então, buscam uma explicação dentro dos conhecimentos já adquiridos para o fenômeno: alguns acham que ocorre convecção, outros, dilatação. O professor sugere, então, que se aqueça o conjunto “de cabeça para baixo”, isto é, aquecendo a bexiga, a fim de confirmar ou não a convecção. Quando não se confirma a convecção, abre-se espaço para a proposta de explicação que é a dilatação do ar, e o professor, então, aprofunda, fazendo com que expliquem o que está acontecendo com as partículas do ar, a

fim de que os alunos possam estabelecer a diferença entre os dois fenômenos usando a Teoria Cinético Molecular.

Além dessas discussões, em todas as atividades experimentais demonstrativas os alunos tiveram que refletir sobre o que havia acontecido e descrever suas observações, ou seja, reflexões, discussões, relatos e ponderações já citados (Carvalho et al., 1998). Com isso, a atividade experimental deixa de ser apenas uma ilustração da teoria e torna-se um instrumento riquíssimo do processo de ensino.

Após as discussões e as reflexões, é a vez de o professor sistematizar as explicações dadas ao fenômeno, preocupando-se em enfatizar como a ciência o descreve e, algumas vezes, quando necessário, chegando às representações matemáticas que expressam o fenômeno.

As demonstrações realizadas em sala podem ser chamadas de investigativas, porque o aluno foi levado a participar da formulação de hipóteses acerca do problema proposto pelo professor e da análise dos resultados obtidos, ou seja, foi levado a encarar os trabalhos experimentais desenvolvidos em sala de aula como atividades de investigação (Lewin e Lomascólo, 1998).

A análise das aulas de demonstração investigativa permitiu que se verificassem as contribuições que uma atividade experimental como esta, ligada à solução de problemas e à argumentação, pode trazer para o ensino de Física. Dentre elas, estão:

- percepção de concepções espontâneas por meio da participação do aluno nas diversas etapas da resolução de problemas;
- valorização de um ensino por investigação;
- aproximação de uma atividade de investigação científica;
- maior participação e interação do aluno em sala de aula;
- valorização da interação do aluno com o objeto de estudo;
- valorização da aprendizagem de atitudes e não apenas de conteúdos;
- possibilidade da criação de conflitos cognitivos em sala de aula.

Laboratório Aberto

Uma atividade de laboratório aberto busca, como as outras atividades de ensino por investigação, a solução de uma questão, que no caso será respondida por uma experiência. Essa busca de solução pode ser dividida basicamente em seis momentos:

Proposta do problema

O problema deve ser proposto na forma de uma pergunta que estimule a curiosidade científica dos estudantes. É importante também que essa questão não seja muito específica, de modo que possa gerar uma discussão bastante ampla.

A resposta a essa questão inicial será o objetivo principal do experimento. Por exemplo: “o que acontece com a temperatura da água enquanto nós a aquecemos? O que influi no aumento de temperatura?”. Ou: “A partir das suas observações, como varia a velocidade da bolha de ar no tubo com água durante o movimento? Ou será que não varia? O que influi na sua velocidade?”.

Levantamento de hipóteses

Proposto o problema, os alunos devem levantar hipóteses sobre a solução do problema por meio de uma discussão.

No exemplo citado anteriormente: A temperatura da água aumenta; a temperatura aumenta até 100 °C e depois pára de aumentar; a quantidade de água influi no aumento de temperatura; a quantidade de energia fornecida influi etc.

Elaboração do plano de trabalho

Levantadas as hipóteses, deve-se discutir como será realizado o experimento. Nessa etapa, que chamamos de plano de trabalho, será decidida a maneira como a experiência será realizada: desde o material necessário, passando pela montagem do arranjo experimental, coleta e análise de dados.

A discussão deve ser feita pelo professor com toda a turma para que se observe que nem todas as hipóteses podem ser testadas por meio da realização de um único experimento, portanto, há vantagem em se ter vários grupos para realizar “o mesmo” experimento, testando as diversas hipóteses levantadas, mediante mudanças controladas nos arranjos experimentais. Decididas quais serão essas mudanças, cada grupo deve detalhar seu plano de trabalho por escrito.

Montagem do arranjo experimental e coleta de dados

Esta é a etapa mais “prática” do laboratório: quando os alunos manipulam o material. Essa manipulação é extremamente importante para que eles se acostumem a ver a Física como uma ciência experimental.

Após a montagem do arranjo, devem passar à coleta de dados que deve ser feita de acordo com o plano de trabalho elaborado pelo grupo.

Nessa fase do trabalho, o professor percorre os grupos, verificando se todos estão montando o material como combinado, e se estão coletando os dados e anotando de forma organizada, para o trabalho posterior.

Essa fase também exige envolvimento no trabalho e possibilita a discussão da importância do cuidado na obtenção de dados, já que diferentes grupos podem estar testando diferentes hipóteses e, se não há compromisso, pode-se chegar a conclusões erradas.

Análise dos dados

Obtidos os dados, é necessário que estes sejam analisados para que possam fornecer informações sobre a questão-problema. Essa etapa inclui a construção de gráficos, obtenção de equações e teste das hipóteses. Pode ser feita usando papel milimetrado e reta média, ou usando o Excel, numa sala de informática. Essa é a parte do trabalho em que os alunos apresentam mais dificuldade, pois se trata da tradução gráfica ou algébrica dos resultados obtidos. Cabe ao professor mostrar que essa é a parte fundamental do trabalho científico, e que a linguagem matemática ajuda a generalização do trabalho.

Conclusão

Na conclusão, deve-se formalizar uma resposta ao problema inicial discutindo a validade (ou não) das hipóteses iniciais e as conseqüências delas derivadas.

Questões Abertas

Chamamos de questões abertas aquelas em que procuramos propor para os alunos fatos relacionados ao seu dia-a-dia, e cuja explicação estivesse ligada ao conceito discutido e construído nas aulas anteriores.

Percebemos sua importância no desenvolvimento da argumentação dos alunos e da sua redação, isto é, que atingia o desenvolvimento de competências, hoje requisitadas pelo Enem, como demonstrar o domínio da norma culta da língua portuguesa e do uso da linguagem científica; aplicar conceitos para a compreensão de fenômenos naturais, selecionar e organizar informações para enfrentar situações-problema; organizar informações e conheci-

mentos disponíveis em situações concretas, para a construção de argumentações consistentes.

As questões abertas podem ser respondidas em grupos pequenos, ou também podem ser propostas como desafio para a classe.

Por exemplo: “Em que situação podemos conseguir uma lata de refrigerante em menor temperatura: colocando-a em água a 0 °C ou colocando-a em gelo a 0 °C?”.

As respostas podem ser recolhidas e corrigidas, caso se tenha o objetivo da parte escrita. Se não tiver esse objetivo claro na atividade, pode-se discutir as respostas, em grupo grande, com os alunos colocados em círculo, buscando que um complete a resposta do outro, e finalizando com o professor redigindo na lousa as idéias de cada aluno que conduzem à resposta certa.

É importante que haja sempre um registro escrito da resposta, de modo que o aluno vá organizando uma “memória” dos fatos e discussões da classe.

Questões abertas podem também ser colocadas em provas. Nesse caso, os alunos têm que pensar sozinhos e estabelecer ligações com os assuntos já tratados. O professor deve buscar entender a resposta dada pelo aluno, pois aparecem respostas que, apesar de erradas, revelam que o aluno conseguiu propor uma solução coerente para a situação nova, usando os conceitos já discutidos e aprendidos. O professor, quando discutir a correção da prova, deve mostrar em que e por que a resposta não está correta, salientando a solução proposta e sua coerência.

Problemas Abertos

Os problemas abertos são situações gerais apresentadas aos grupos ou à classe, nas quais se discute desde as condições de contorno até as possíveis soluções para a situação apresentada. De forma diferente das questões abertas, que abrangem apenas os conceitos, o problema aberto deve levar à matematização dos resultados.

Essa atividade é muito diferente da resolução de exercícios de lápis e papel, e a alteração do exercício de lápis e papel para problema tem sido objeto de muitas investigações científicas e tem encontrado dificuldades muito superiores à associação de práticas de laboratório com problemas científicos (Gil et al., 1999).

O que se chama normalmente de resolver problemas, em Física, é resolver exercícios.

Na realidade, não se ensina a resolver problemas, quer dizer, a enfrentar-se com situações desconhecidas, ante as quais aquele que resolve se sente inicialmente perdido, mas sim que nós, professores, explicamos soluções que nos são perfeitamente conhecidas e que, evidentemente, não nos geram nenhum tipo de dúvida nem exigem tentativas. A pretensão do professor é que o estudante veja com clareza o caminho a seguir; dito com outras palavras, pretendemos converter o problema em um não-problema”, (Gil et al. op. cit.).

A resolução de problemas abertos é uma atividade bastante demorada, por incluir diversos aspectos.

A situação problemática deve ser interessante para o aluno, e de preferência envolver a relação Ciência/Tecnologia/Sociedade. Os alunos vão enfrentar essa situação problemática aberta primeiro de uma forma qualitativa, buscando elaborar hipóteses, identificar situações de contorno e limites de suas hipóteses. Como não têm números definidos, os alunos são de certo modo obrigados a passar por essa fase, desenvolvendo sua criatividade, e a ordem de seu pensamento. Segundo Einstein:

Nenhum cientista pensa com fórmulas. Antes que o cientista comece a calcular, deve ter em seu cérebro o desenvolvimento de seus raciocínios. Estes últimos, na maioria dos casos, podem ser expostos com palavras simples. Os cálculos e as fórmulas constituem o passo seguinte.

Por exemplo, o professor propõe o problema: “O que acontece com a temperatura do leite quando adicionamos café?”

Os alunos então discutem o problema, procurando o que influi no resultado, ou seja: quais as temperaturas do leite e do café? Vamos misturar quantidades iguais ou diferentes? Em que ambiente se dará o fato? O ambiente influi no resultado? A xícara usada influi? O professor deve então coordenar a discussão, sem responder às questões, para que determinem as condições de contorno, os limites de validade etc. No exemplo, podemos considerar que a mistura é rápida e o equilíbrio térmico é conseguido logo, o que diminui a influência do ambiente, ou será que vale a pena fazer a mistura em um recipiente isolado? Desse modo, o aluno expressa a estratégia de resolução, ou as possíveis estratégias, fundamentando sua argumentação, evitando o ensaio e o erro.

Após essa fase qualitativa, e elaborado o raciocínio, o aluno realiza a resolução, verbalizando o que faz, analisa os resultados obtidos, confrontando com as hipóteses e as condições de contorno estudadas.

Após determinar as condições de contorno, a discussão deve ser conduzida de modo que os alunos percebam que o que acontece é o equilíbrio térmico e que eles já sabem relacionar as quantidades de energia recebidas ou cedidas pelos materiais quando sua temperatura muda. Pode-se, então, buscar a resolução algébrica das equações. Como isso normalmente não satisfaz os alunos, pode-se então conduzi-los para criar um exemplo numérico, atribuindo valores às variáveis relevantes no problema: quanto de leite e de café será usado? Qual a temperatura inicial de cada um. E pedindo que resolvam as equações para o caso particular que estimaram. Nesse caso, também é importante discutir essa estimativa, o problema da sensação e da medida, e o fato de a solução algébrica conter todas as possíveis combinações de acordo com o “gosto” de cada um.

É importante que seja elaborado um registro escrito de todo o processo, pois assim buscamos que ocorra a real apropriação do conhecimento pelo aluno.

Dadas as atuais circunstâncias dos cursos de Física, a inclusão de um problema aberto no planejamento, apesar de contemplar muitos e importantes objetivos e o desenvolvimento de várias habilidades, deve ser pensado tendo em vista o número de aulas necessárias para seu completo desenvolvimento.

COMENTÁRIOS FINAIS

Podemos perceber que, no ensino por investigação, a tônica da resolução de problemas está na participação dos alunos e, para isso, o aluno deve sair de uma postura passiva e aprender a pensar, elaborando raciocínios, verbalizando, escrevendo, trocando idéias, justificando suas idéias.

Por outro lado, o professor deve conhecer bem o assunto para poder propor questões que levem o aluno a pensar, deve ter uma atitude ativa e aberta, estar sempre atento às respostas dos alunos, valorizando as respostas certas, questionando as erradas, sem excluir do processo o aluno que errou, e sem achar que a sua resposta é a melhor, nem a única.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BLOSSER, P. E. *O papel do laboratório no ensino de ciências*. Tradução M. A. Moreira. Cad. Cat. Ens. Física, 5 (2), p. 74-78, 1988.
- CARRASCO, H. J. Experimento de laboratorio: un enfoque sistémico y problematizador. *Revista de Ensino de Física*, 13, p. 77-85, 1991.
- CARVALHO, A. M. P. *Construção do conhecimento e ensino de ciências*. Em Aberto, Brasília, ano 11, nº 55, jul./ set. 1992.
- CARVALHO, A. M. P. et al. El papel de las actividades en la construcción del conocimiento en clase. *Investigación en la Escuela*, (25), p. 60-70, 1995.
- CARVALHO, A. M. P. et al. *Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Scipione, 1998.
- DUSCHL, R. La valorización de argumentaciones y explicaciones: promover estrategias de retroalimentación. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (1), p. 3-20, 1998.
- GARRET, R. M. Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), p. 224-230, 1988.
- GIL, D. e TORREGROSA, J. M. *La resolución de problemas de física*. Madri: Mec, 1987.
- GIL, D. e CASTRO V., P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza De Las Ciencias*, 14 (2), p. 155-163, 1996.
- GIL, D. et al. Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las ciencias*. 17 (2), p. 213-314, 1999.
- HODSON, D. In *Search of a Meaningful Relationship: an exploration of some issues relating to integratin in science and science education*. International Journal of Science Education. 14(5), p. 541-566, 1992.
- LEWIN, A. M. F. e LOMÁSCOLO, T. M. M. La metodología científica en la construcción de conocimientos. *Enseñanza de las ciencias*, 20 (2), p. 147-1510, 1998.
- MOREIRA, M. A. *Uma abordagem cognitivista ao ensino de física*. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1983.
- MOREIRA, M. A. e LEVANDOWSKI, C. E. *Diferentes abordagens ao ensino de laboratório*. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1983.